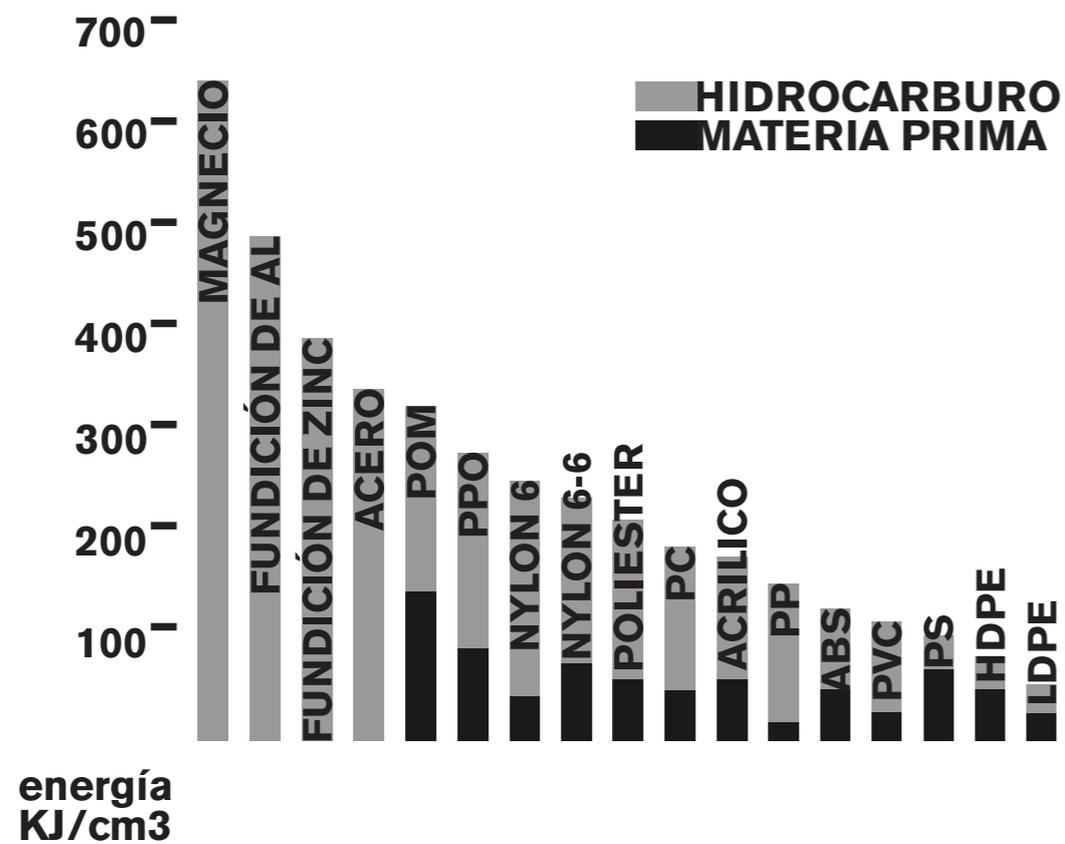


**transformación interna/
 tratamientos térmicos y estructura interna**



Exigencias de energía para producir el metal fundido y plásticos. Para plásticos muestran la energía requerida para fabricar el plástico separadamente del equivalente de combustible de la materia prima.

El plan de procesos debe desarrollarse dentro de las limitaciones impuestas por el equipo de procesamiento disponible y la capacidad productiva.

ENLACES

iónico

Se da por la atracción eléctrica de dos iones con cargas opuestas dispuestos en forma alternada. Son uniones fuertes y por lo general de baja capacidad de conducción eléctrica por estar su unión comprometida a cargas eléctricas.

covalente

Es la coparticipación de los electrones de diferentes átomos. Generan uniones rígidas resultando materiales duros y con baja conductibilidad eléctrica.

Van Der Waals

Son uniones débiles debido a que sus moléculas o átomos están saturadas en sus cargas periféricas.

metálico

Se da entre átomos con pocos electrones periféricos que puedan producir el enlace, como ocurre en los metales.

ESTRUCTURA INTERNA METALES/ EL CASO DE LOS ACEROS Y LA FUNDICIÓN ALEACIONES HIERRO+CARBONO

Las aleaciones hierro carbono son un metal alotropico, presentan una transformación de fase a partir de un cambio termico, cuya información la podemos obtener de los diagramas de fase:

- 1.conocer que fases están presentes a diferentes composiciones y temperaturas bajo condiciones de enfriamiento lento (equilibrio).
- 2.verificar la solubilidad, en el estado sólido y en el equilibrio, de un elemento (o compuesto) en otro.
- 3.determinar la temperatura a la cual una aleación enfriada bajo condiciones de equilibrio comienza a solidificar y la temperatura a la cual ocurre la solidificación.
- 4.conocer la temperatura a la cual comienzan a fundirse diferentes fases.

DIAGRAMA DE FASE-HIERRO CARBONO

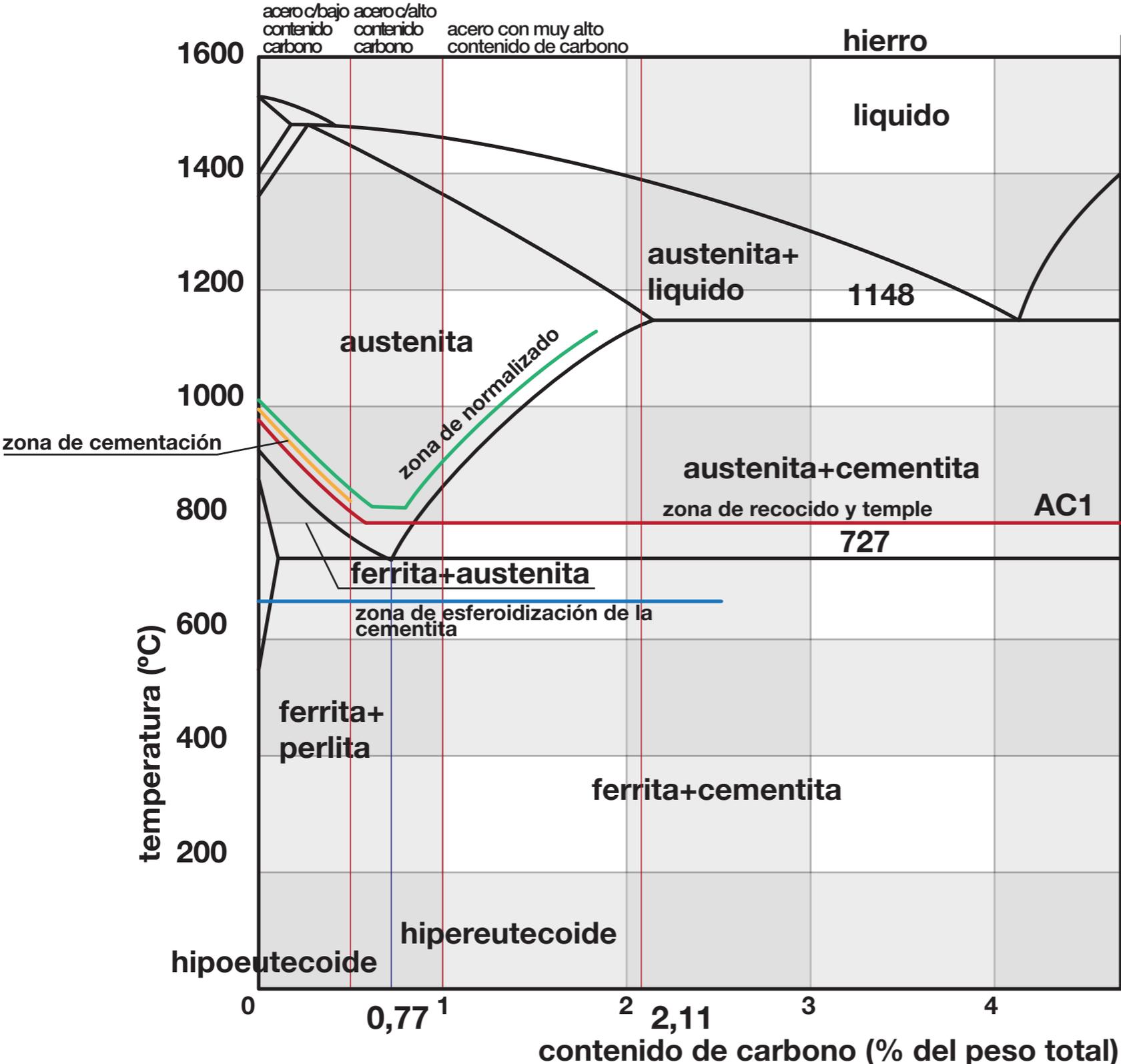


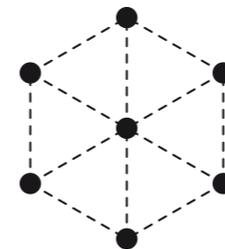
DIAGRAMA DE FASE-HIERRO CARBONO

Uno de los diagramas de aleaciones más conocido y utilizado del Hierro y el carbono. También conocido como diagrama hierro, hierro, carbono (HHC). Con este diagrama se pueden obtener las temperaturas de cambio de sus estructuras cristalinas; también se pueden conocer las temperaturas a las que se da el cambio de fase de un hierro. En función a la cantidad de carbón que contiene el metal se puede estimar la temperatura a la que se derretirá y a la que se volverá pastoso.

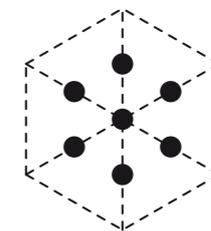
El hierro puro se funde a 1800°C , durante el ascenso de la temperatura sufre varias transformaciones en su fase sólida como se indica en el diagrama. A partir de la temperatura ambiente la fase es alfa, también llamada "ferrita". La cementita es un carburo de hierro (Fe_3C), por lo que es un constituyente extra duro del acero

*El diagrama hierro-carbono, aun cuando teóricamente representa unas condiciones metas estables, se puede considerar que en condiciones de calentamiento y enfriamiento relativamente lentas representa cambios de equilibrio. **ALOTROPIA***

(Un mismo elemento puede cambiar con la temperatura su estructura cristalina.)



hierro α
volúmen centrado



hierro δ
caras centradas

ESTRUCTURAS METALOGRAFICAS

De nucleación y crecimiento

Se presentan en las aleaciones puras de hierro carbono y en su estado sólido, son las más comunes y pueden darse de dos maneras: en estructuras coladas con heterogeneidad química y en recristalizaciones o normalizado producto de tratamientos (estructuras aciculares)

Eutéctico

Con precipitación de dos o más constituyentes, grano fino, globular o laminar, poca plasticidad, por lo que son aceros tenaces y de buena resistencia.

Martensítica

Proviene de una transformación cristalográfica sin difusión, estructura acicular fina. Aceros duros, frágiles y resistentes a la abrasión, pueden mejorar su condición con un tratamiento adicional.

Intermetálicos

interfaces de poca cohesión que producen fragilidad.

FERRITA

Es una solución sólida de carbono en hierro alfa. Es el más blando de todos los microconstituyentes, la dureza ronda en los 90HB.

AUSTENITA

Es el constituyente más denso de los aceros y está formado por una solución sólida por inserción de carbono en hierro gamma. La cantidad de carbono disuelto, varía de 0.8 al 2 % C que es la máxima solubilidad a la temperatura de 1130 °C. La austenita no es estable a la temperatura ambiente pero existen algunos aceros al cromo-níquel denominados austeníticos cuya estructura es austenita a temperatura ambiente.

La austenita está formada por cristales cúbicos centrados en las caras, con una dureza de 300 Brinell, una resistencia a la tracción de 100 kg/mm² y un alargamiento del 30 %, no es magnética.

PERLITA

Es un micro constituyente bifásico. Está formado por granos alargados (considerando las tres direcciones son láminas) de cementita en una matriz ferrítica (Fig. 1). Cuando esta estructura laminar es muy fina (las láminas son muy delgadas) la perlita se ve al microscopio óptico como negra. Sin embargo ambas fases, ferrita y cementita, en condiciones normales de ataque son blancas. El color oscuro o negro lo producen el gran número de límites de grano existentes entre la matriz ferrítica y las láminas de cementita. Se comprende que cuanto más anchas sean las láminas (se habla entonces de perlita abierta o basta) la tonalidad se irá aclarando hasta poder distinguirse las distintas láminas, no por ello la perlita pierde su carácter de micro constituyente.

CEMENTITA

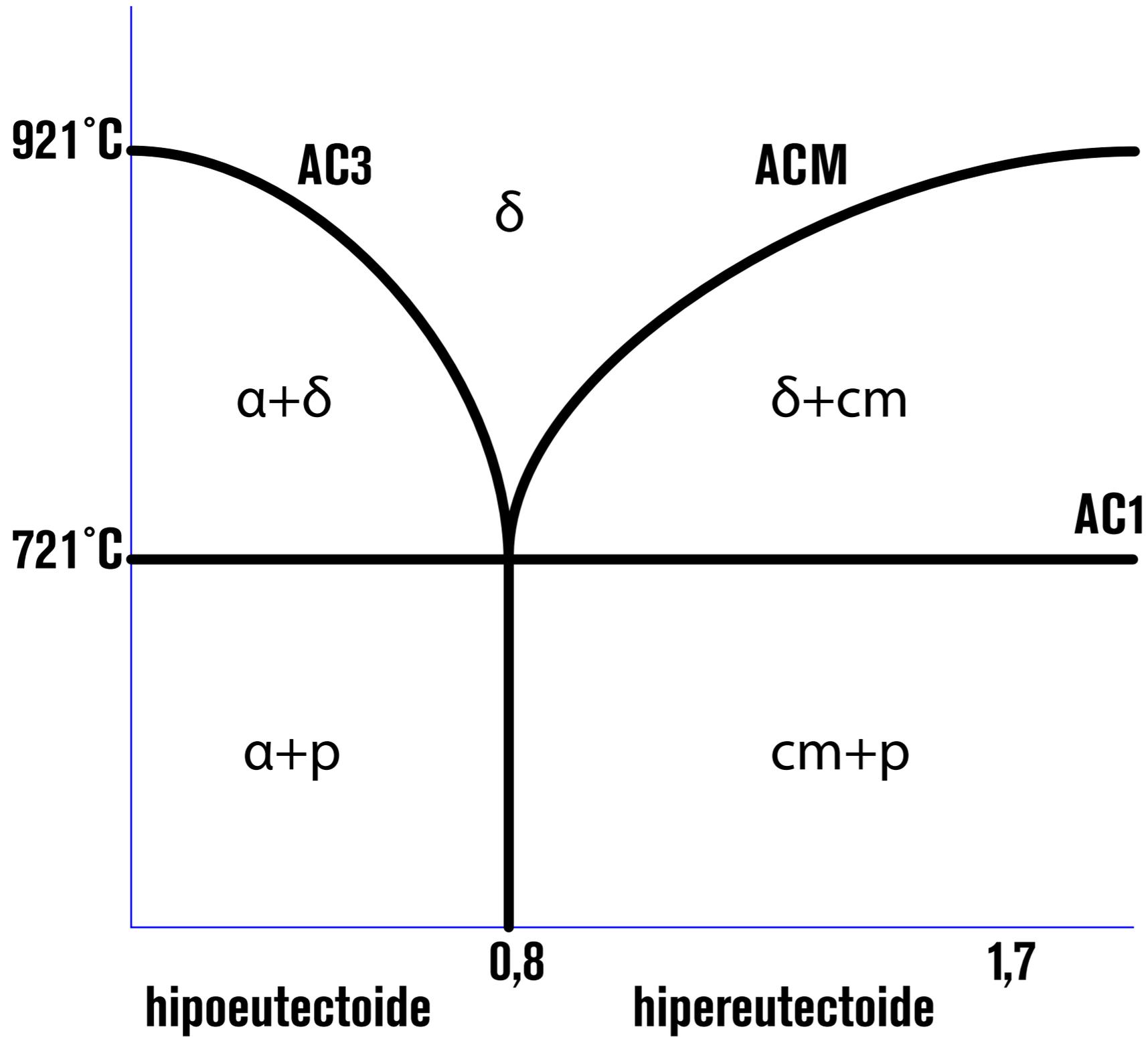
Es el carburo de hierro Fe_3C con un contenido fijo de carbono del 6,67%. Es el constituyente más duro del acero alcanzando una dureza de 68 HRC.

También la morfología de la cementita es muy variada siendo destacables algunas estructuras típicas.

En los aceros, la cementita libre, no asociada con otras fases suele aparecer en los aceros hipereutectoides, como cementita secundaria, formando una red continua enmarcando una estructura granular formada por colonias de perlita (fig. 1). También, aparece como consecuencia de una precipitación en estado sólido en aceros con muy poco carbono, como consecuencia de la disminución de la solubilidad del mismo por debajo de la temperatura de transformación eutectoide. Se conoce como cementita terciaria.

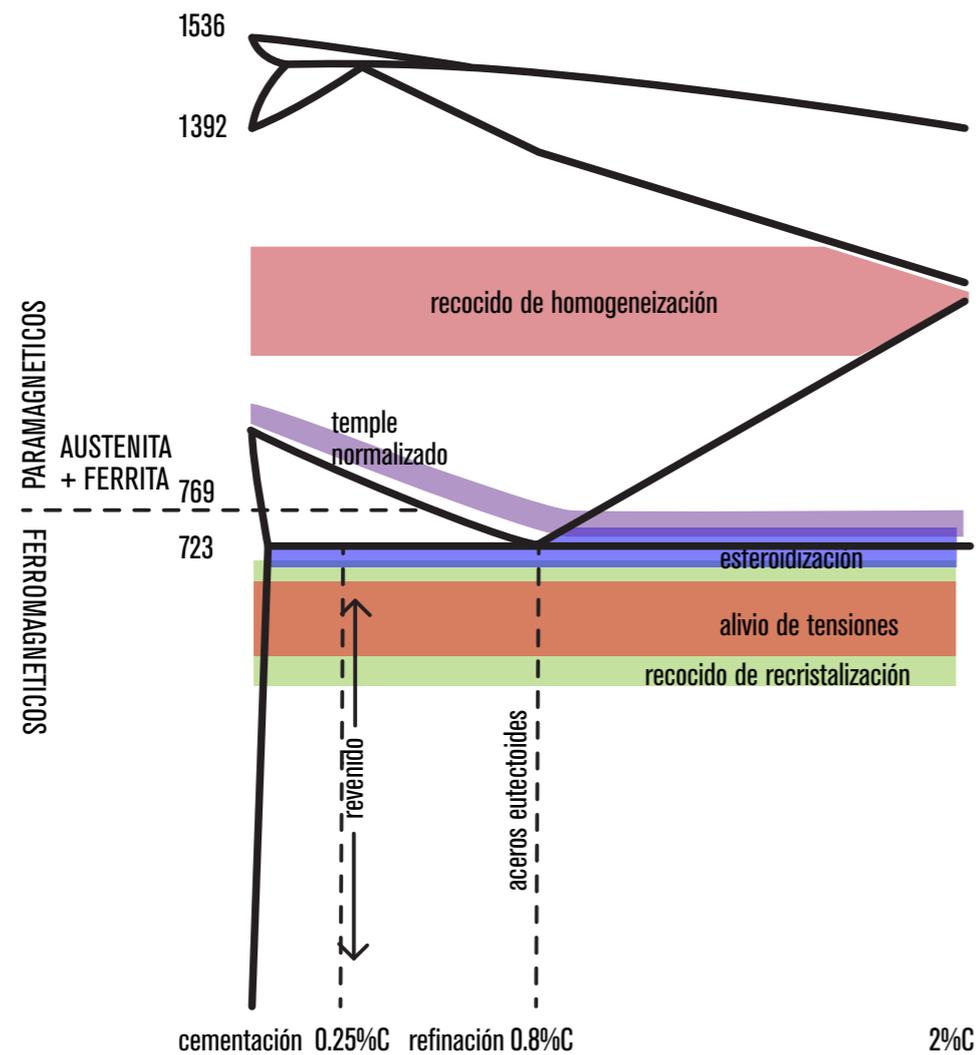
BAINITA

es el constituyente que se obtiene en la transformación isotérmica de la austenita cuando la temperatura del baño de enfriamiento es de 250 a 500°C. Se diferencian dos tipos de estructuras: la bainita superior de aspecto arborescente formada a 500-580°C, compuesta por una matriz ferrítica conteniendo carburos. Bainita inferior, formada a 250-400°C tiene un aspecto acicular similar a la martensita y constituida por agujas alargadas de ferrita que contienen delgadas placas de carburos. La bainita tiene una dureza variable de 40 a 60 Rc comprendida entre las correspondientes a la perlita y a la martensita.

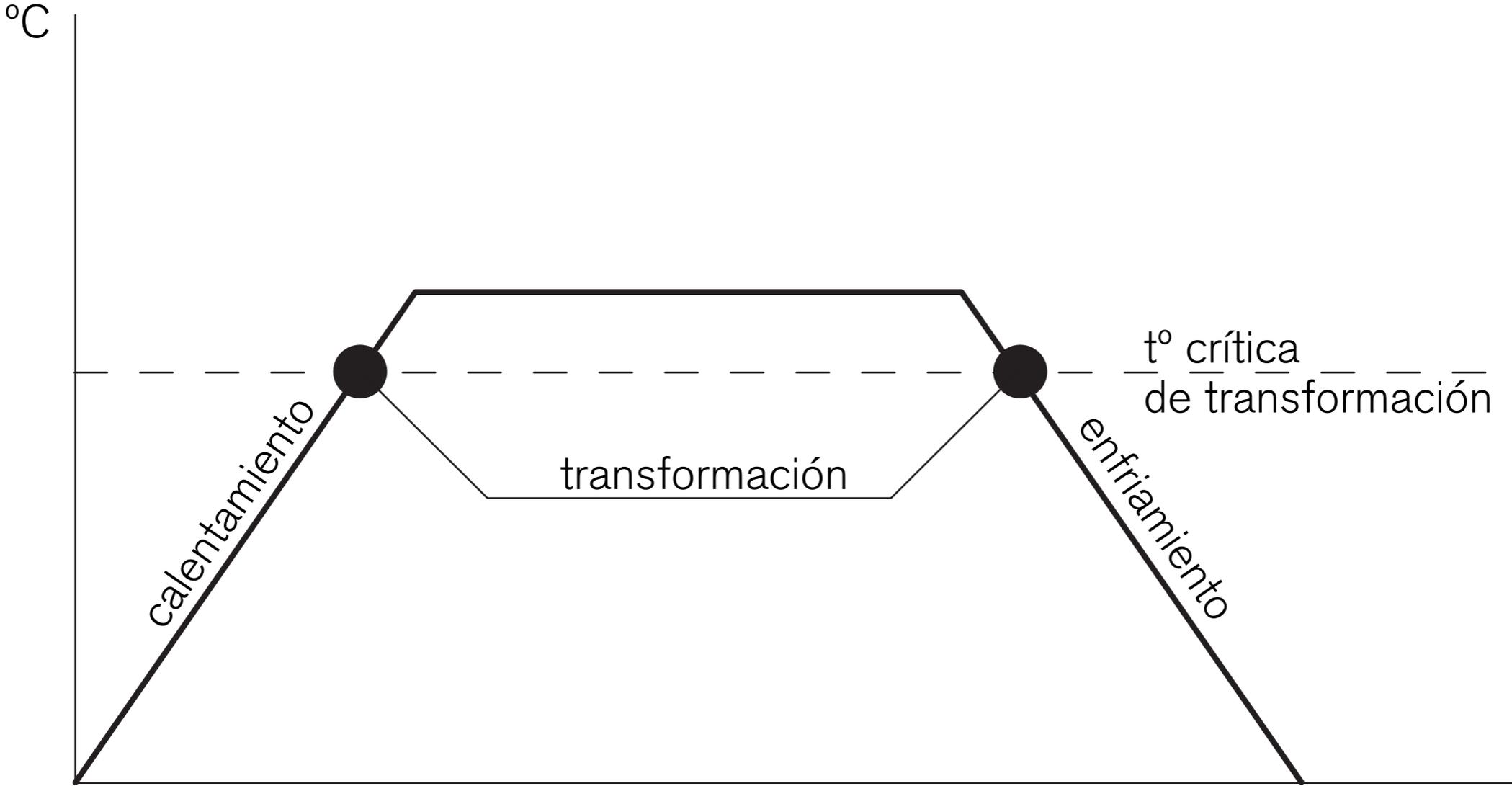


TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Todos los tratamientos térmicos de un acero tienen como fin originar una mezcla ferrita y de cementita, para establecer regiones con características apropiadas a un esfuerzo determinado.



CICLO TERMICO



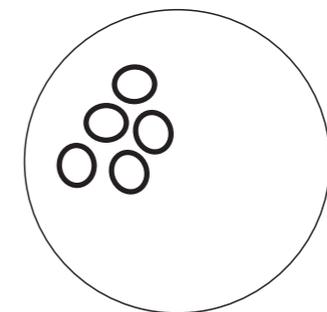
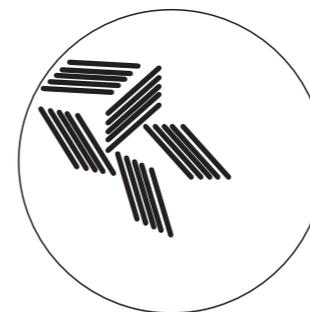
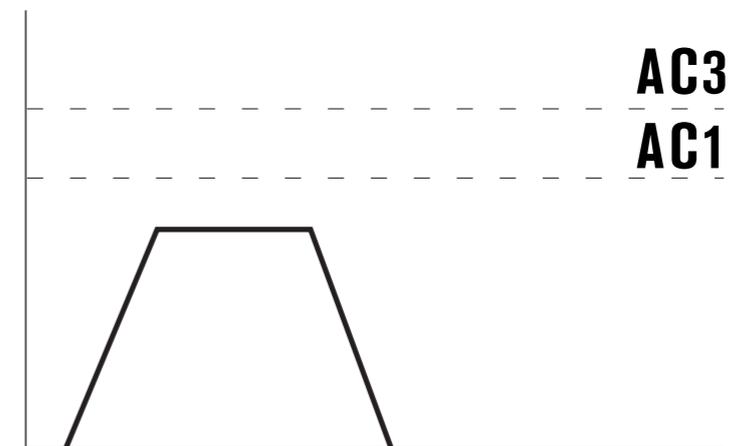
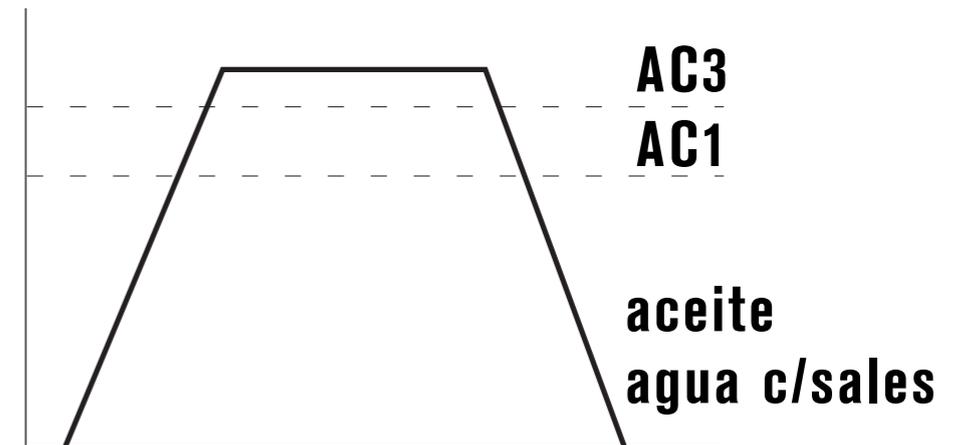
El tratamiento térmico se caracteriza por su ciclo térmico y las propiedades que obtienen los materiales de él.

TEMPLADO

Es un proceso de calentamiento de una pieza de acero a una temperatura dentro o arriba de su zona crítica, procediendo luego a un enfriamiento rápido. Si se conoce el contenido de carbono del acero, se puede obtener la temperatura adecuada a la cual el acero debe calentarse. Se obtiene una estructura 100% martencita, es una estructura de gran dureza y muy frágil.

REVENIDO

El acero que se ha endurecido por temple rápido es frágil y no es adecuado para muchos usos. Mediante el revenido, la dureza y fragilidad pueden reducirse hasta un punto deseado para condiciones de servicio. Según se reducen sus propiedades, hay también una reducción de la resistencia a la tensión y un aumento en la ductilidad y en la tenacidad del acero. La operación consiste de un recalentamiento del acero endurecido por temple a una temperatura abajo de la zona crítica, seguido de un enfriamiento a cualquier velocidad.



MARTENCITA α

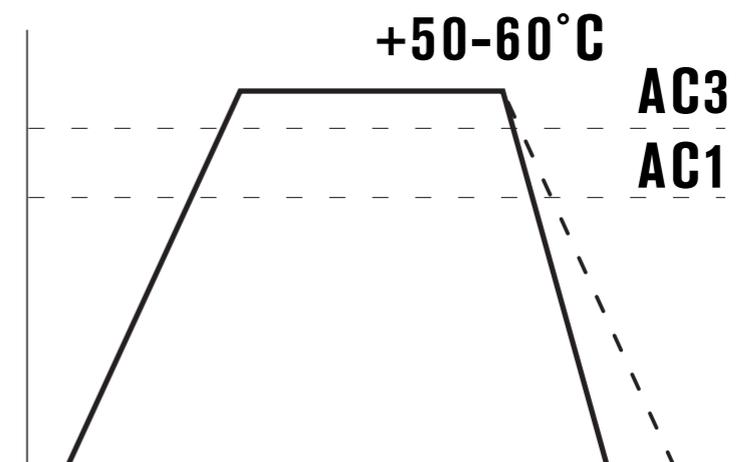
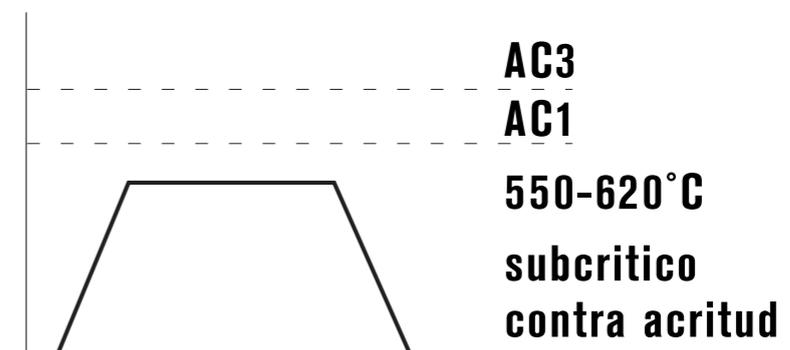
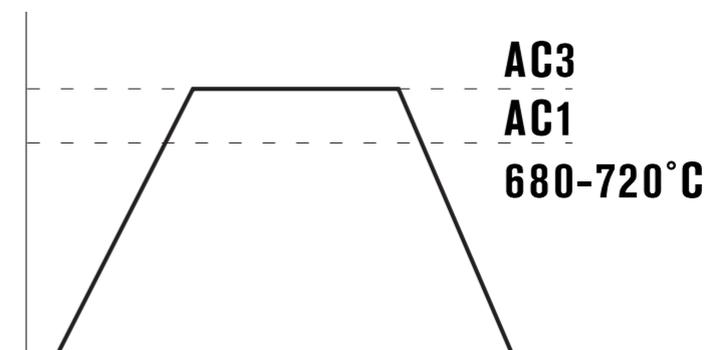
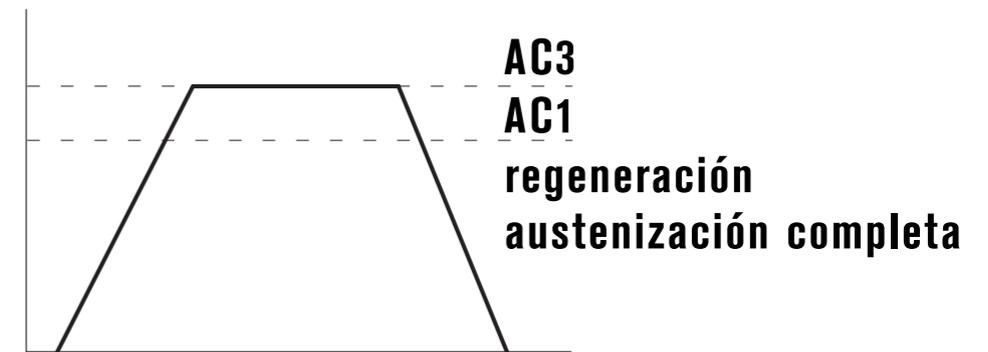
MARTENCITA β

RECOCIDO

El propósito principal del recocido es suavizar el acero duro de tal forma que se pueda maquinar o trabajar en frío. Esto se lleva a cabo calentando el acero a una temperatura ligeramente arriba de la crítica, manteniéndola así hasta que la temperatura de la pieza sea completamente uniforme, enfriándose después a una temperatura lenta y controlada de tal forma, que las temperaturas de la superficie y el núcleo de la pieza sean aproximadamente las mismas.

NORMALIZADO

El proceso similar al recocido de austenización completa, consiste en calentar el acero de 50 a 60°C arriba de la zona crítica superior y enfriar en aire suave a la temperatura ambiente. Este proceso se usa principalmente con los aceros de bajo y medio carbono, así como en aceros aleados para lograr una estructura granular más uniforme; para liberar los esfuerzos internos o lograr los resultados deseados, respecto a las propiedades físicas. La mayoría de los aceros comerciales están normalizados después de laminados o fundidos.



ESFEROIDIZADO

Se produce una estructura en la cual la cementita tiene una estructura esferoidal.

si se calienta un acero lentamente a una temperatura exactamente a bajo de la zona crítica y se mantiene así por un periodo prolongado de tiempo, se puede obtener esta estructura. Puede también lograrse por calentamiento y enfriamiento alternativos en temperaturas inmediatamente arriba y debajo de la zona A_{c1} . La estructura globular que se obtiene mejora la maquinabilidad del acero. Este tratamiento es particularmente para aceros hipereutectoides que se deben maquinar.

CEMENTACIÓN

es el método más antiguo y conocido de producir una superficie dura es el temple superficial o cementación. Este proceso, consiste simplemente en calentar el hierro o el acero arriba de A_{c1} , mientras esta en contacto con un material carbonoso, el que puede ser sólido, líquido o gas. El hierro a temperaturas cercanas y mayores que su temperatura crítica, tiene una afinidad por el carbono. El carbono es absorbido por el metal para formar una solución sólida con el hierro y convertir la superficie exterior en acero de alto carbono. Después el carbono se difunde gradualmente en el interior de la pieza. La profundidad de la capa depende de la temperatura y del tiempo del tratamiento.

CARBONITRURADO

es un procedimiento de temple superficial en el cual el acero se mantiene a una temperatura arriba de la zona crítica, en una atmósfera gaseosa de la cual absorbe carbono y nitrógeno. Cualquier gas rico en carbono con amoníaco puede utilizarse. La capa resistente al desgaste resultante, varía de 0.08 a 0.75 mm de espesor.

CIANURADO

el cianuro o carbonitrurado líquido, como se le llama algunas veces, es también un proceso que combina la absorción del carbono y nitrógeno para obtener dureza superficial en aceros de bajo carbono que no reaccionan al tratamiento térmico ordinario.

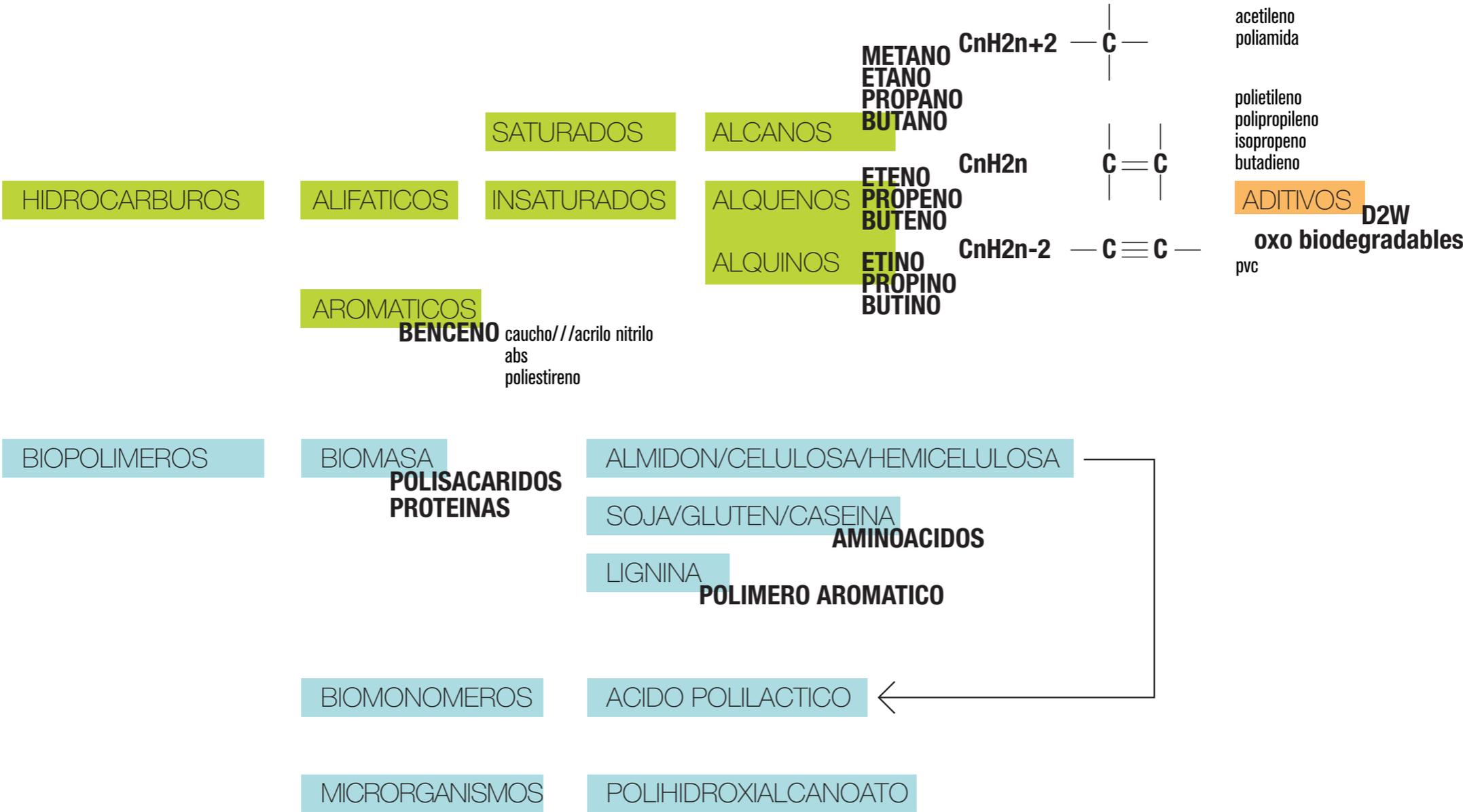
la pieza por endurecer se sumerge en un baño de sales fundidas de cianuro de sodio a una temperatura ligeramente superior a la zona Ac₁, dependiendo del tiempo de inmersión en la profundidad de la capa. Después, la pieza se temple en agua o aceite para obtener una superficie dura. Con este proceso pueden obtenerse fácilmente profundidades de capa de 0.10 a .40 mm. El cianuro se usa principalmente para el tratamiento de partes pequeñas.

NITRURADO

el niturado es algo similar a la cementación ordinaria, pero utiliza material y tratamiento diferentes para lograr los componentes de la superficie dura. En este proceso, el metal se calienta a una temperatura alrededor de 510°C y se mantiene así por un periodo de tiempo, en contacto con gas de amoníaco.

El nitrógeno del gas se introduce en el acero formando nituros muy duros los que se dispersan firmemente por toda la superficie del metal. Se ha encontrado que el nitrógeno tiene mayor capacidad de endurecimiento con ciertos elementos que con otros; de aquí se hallan desarrollado aleaciones de acero especiales de Niturado. El aluminio, en la zona de 1 a 1 1/2 %, ha demostrado ser especialmente adecuado en el acero, ya que se combina con el gas para formar un componente muy estable y duro. el niturado líquido utiliza las sales de cianuro fundidas y; como en el niturado gaseoso, la temperatura se mantiene debajo de la zona de transformación. El niturado líquido agrega más nitrógeno y menos carbono que el cianurado. Se obtienen espesores de capa de 0.03 a 0.030 mm, mientras que para niturado con gas el espesor de la capa puede ser hasta 0.64 mm.

PLÁSTICOS



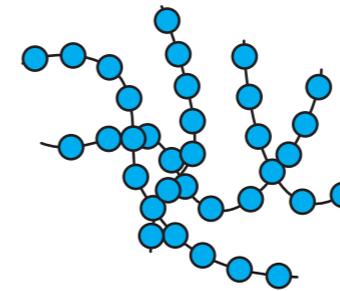
PLÁSTICOS

Los polímeros TERMOPLÁSTICOS se componen de largas cadenas producidas al unir moléculas pequeñas o monómeros y típicamente se comportan de una manera plástica y dúctil.

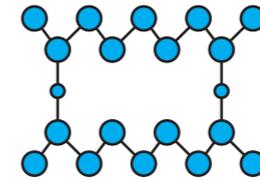
Al someterlos a temperaturas elevadas, estos polímeros se ablandan y se conforman por flujo viscoso. Son fácilmente reciclables.

TERMORIGIDOS, generalmente son mas resistentes, aunque mas frágiles, no tienen una temperatura de fusión fija y es difícil reprocesarlos una vez ocurrida la formación de los enlaces cruzados.

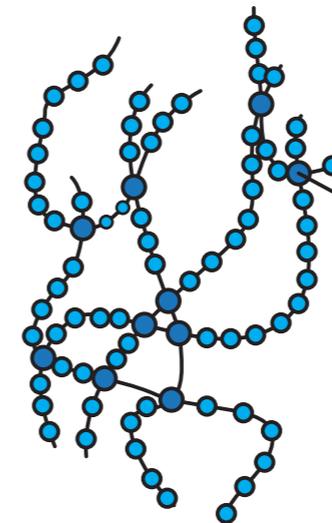
Los ELASTOMEROS, incluyendo el caucho, tienen la capacidad de deformarse elásticamente en grandes proporciones sin cambiar de forma permanente.



**cadenas lineales flexibles
termoplásticos**



**red rígida tridimensional
termoestables**



punto de reticulación

**cadenas lineales
con enlaces cruzados
elastómeros**

POLIMERIZACIÓN

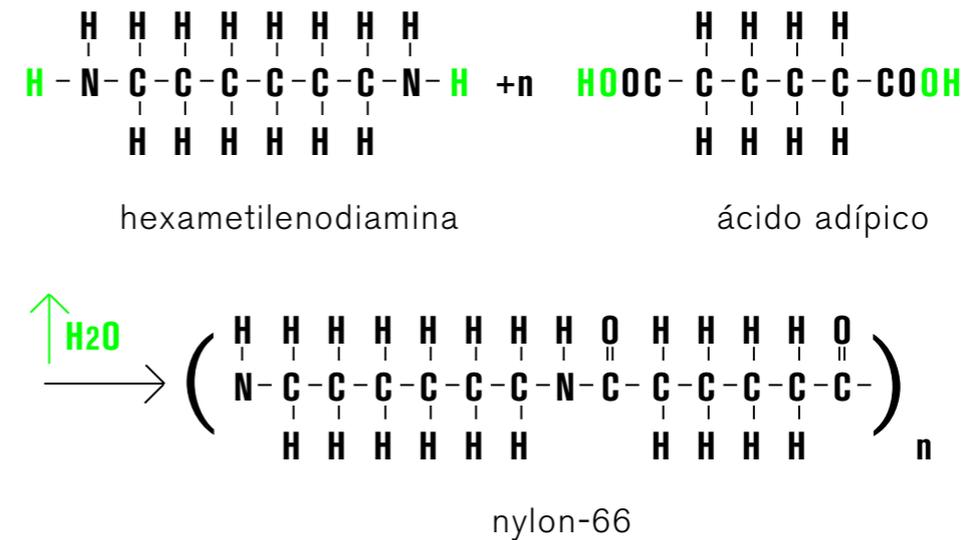
Por pasos o condensación

En esta forma de polimerización se unen dos monómeros reaccionantes para formar una nueva molécula del compuesto deseado. En la mayoría de los procesos de polimerización por pasos (más no en todos), se produce también un subproducto de la reacción.

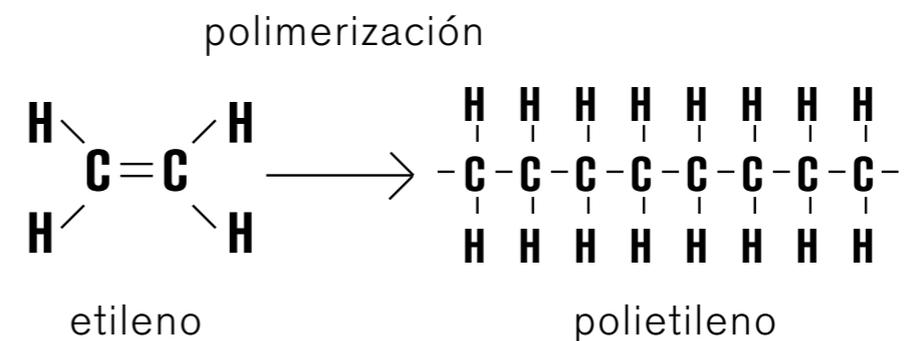
se intercambian electrones.

Por adición

En este proceso se abren los enlaces dobles entre los átomos de carbono, en los monómeros de etileno, para que puedan unirse a otras moléculas del monómero. Las conexiones ocurren en ambos extremos de la macromolécula en expansión, de esta forma se desarrollan largas cadenas de monómeros que se repiten. Dada la manera en que se originan estas moléculas, el proceso se conoce también como polimerización en cadena. Se inicia con el uso de un catalizador químico (llamado iniciador) que abre los enlaces dobles de carbono en algunos de los monómeros. Estos monómeros se vuelven altamente reactivos debido a sus electrones libres y capturan otros monómeros para empezar a formar cadenas reactivas.



Las cadenas se propagan, capturando además otros monómeros, uno a la vez, hasta que se producen grandes moléculas y la reacción termina. no hay pérdida de átomos.



POLIMERIZACIÓN

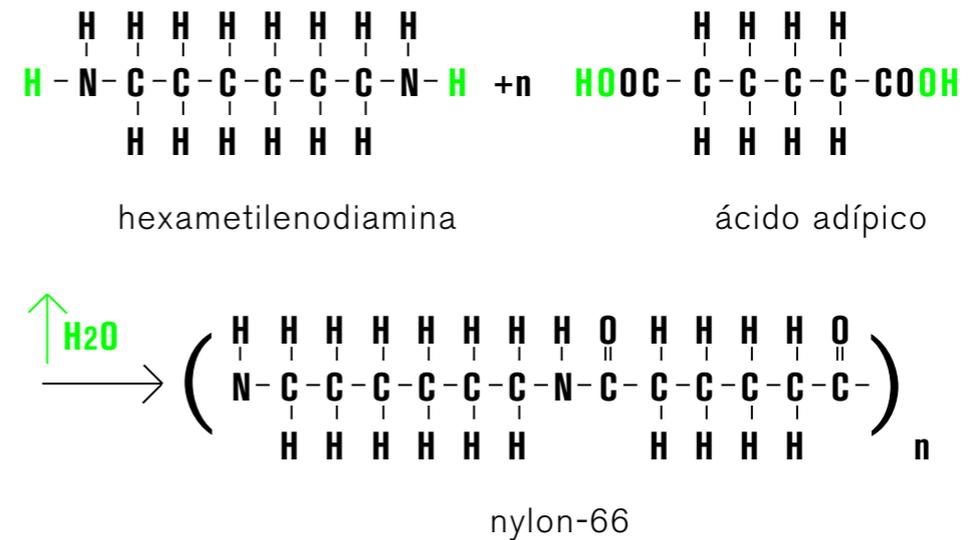
Por pasos o condensación

En esta forma de polimerización se unen dos monómeros reaccionantes para formar una nueva molécula del compuesto deseado. En la mayoría de los procesos de polimerización por pasos (más no en todos), se produce también un subproducto de la reacción.

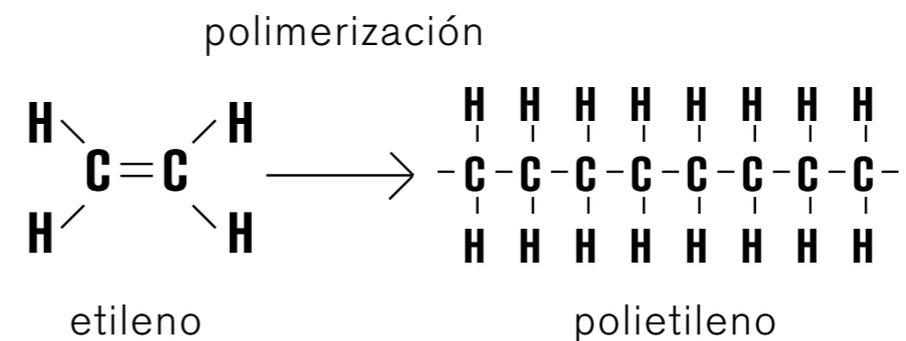
se intercambian electrones.

Por adición

En este proceso se abren los enlaces dobles entre los átomos de carbono, en los monómeros de etileno, para que puedan unirse a otras moléculas del monómero. Las conexiones ocurren en ambos extremos de la macromolécula en expansión, de esta forma se desarrollan largas cadenas de monómeros que se repiten. Dada la manera en que se originan estas moléculas, el proceso se conoce también como polimerización en cadena. Se inicia con el uso de un catalizador químico (llamado iniciador) que abre los enlaces dobles de carbono en algunos de los monómeros. Estos monómeros se vuelven altamente reactivos debido a sus electrones libres y capturan otros monómeros para empezar a formar cadenas reactivas.



Las cadenas se propagan, capturando además otros monómeros, uno a la vez, hasta que se producen grandes moléculas y la reacción termina. no hay pérdida de átomos.



ACRILICOS/PMMA

Es un derivado del ácido acrílico ($C_3H_4O_2$). es un termoplástico y el más importante del grupo es el polimetilmetacrilato, PMMA, mejor conocido como plexiglás®. Es un polímero lineal, su característica es la transparencia, compitiendo con el vidrio en algunas aplicaciones. Su limitación es la baja resistencia al rayado y baja resistencia a los rayos UV. Su campo de aplicación son las autopartes, fibras textil, cartelería.

polímero	polimetilmetacrilato
símbolo	PMMA
método de polimerización	por adición
módulo de elasticidad	2800MPa
resistencia a la tensión	55MPa
elongación	5%
densidad	1,2
temperatura de fusión	200°C
temperatura de transición vítrea	105°C



POLIAMIDA/PA6-6

Es un termoplástico de ingeniería, su familia es característica por formar ligas de amida (CO-NH) durante la polimerización. El nylon® es el mas representativo, entre ellos el nylon 6 y el nylon 6,6 -los números indican la cantidad de átomos de carbono en el monómero. Es altamente resistente, elástico, tenaz, resistente a la abrasión y autolubricante. Posee buenas características mecánicas aun a temperaturas superiores a 125C. Su alto grado de absorción de agua afecta las propiedades mecánicas. Sus aplicaciones mas comunes son en fibras sintéticas, elementos de maquinas, reemplaza eficientemente algunos metales donde se necesita buenas resistencia mecánica y bajo coeficiente de fricción.

Una segunda familia son las aramidias, de las cual el kevlar es el mas conocido y su característica principal es que posee la misma resistencia que el acero pero con un 20% de su peso.

polímero	Nylon 6,6 (CH₂)₆(CONH)₂(CH₂)₄
símbolo	PA-6,6
método de polimerización	condensación
módulo de elasticidad	700MPa
resistencia a la tensión	70MPa
elongación	300%
densidad	1,14
temperatura de fusión	260°C
temperatura de transición vítrea	50°C

COLORURO DE POLIVINILO/PVC

Es un termoplástico muy usado por su bajo costo y características aceptables (sin tener en cuenta su toxicidad). Se emplean plastificantes en su transformación para lograr desde los PVC rígidos hasta los PVC flexible (alta proporción de plastificante). Los plastificantes actúa reduciendo la temperatura de transición vítrea. Es un polímero versátil, es inestable a calor y a la luz, por lo que se le agregan aditivos.

Se debe tener particular cuidado en el manejo y producción del monómero de cloruro de vinilo por su naturaleza cancerígena.

polímero	cloruro de polivinilo (C₂H₃Cl)_n
símbolo	PVC
método de polimerización	adición
módulo de elasticidad	2800MPa
resistencia a la tensión	40MPa
elongación	2% sin plastificante
densidad	1,40
temperatura de fusión	212°C
temperatura de transición vítrea	81°C

POLICARBONATO/PC

es un termoplástico de excelentes propiedades mecánicas, alta tenacidad y buena resistencia a la termofluencia, lo que le da unas de las mejores resistencias al calor (125C). Además es transparente y resistente al fuego. Sus aplicaciones mas conocidas son partes moldeadas en remplazo de vidrio, cascos de seguridad.

polímero	estireno-butadieno-estireno policarbonato (C₃H₆(C₆H₄)₂CO₃)_n
símbolo	PC
método de polimerización	condensación
módulo de elasticidad	2500MPa
resistencia a la tensión	65Mpa
elongación	110%
densidad	1,2
temperatura de fusión	230°C
temperatura de transición vítrea	150°C



POLIETILENO/PEBD/PEAD

Es uno de los más consumidos por su bajo costo, pasividad química y fácil procesamiento. Posee dos grados, el polietileno de alta densidad y el polietileno de baja densidad. El primero tiene una estructura lineal con mayor cristalinidad y densidad, lo que lo hacen más rígido y resistente y le confieren una mayor temperatura de fusión. Se emplea para producir botellas, tubos y algunos artículos domésticos. El segundo, en cambio, es un polímero altamente ramificado con baja cristalinidad y densidad, sus aplicaciones más comunes son películas, hojas y laminas.



polímero	polietileno (C₂H₄)_n	
símbolo	LDPE/PEBD	HDPE/PEAD
método de polimerización	adición	adición
módulo de elasticidad	150MPa	700MPa
resistencia a la tensión	15MPa	30MPa
elongación	100-500%	20-100%
densidad	0,92	0,96
temperatura de fusión	115°C	135°C
temperatura de transición vítrea	-100°C	-115°C

POLIPROPILENO/PP

Es un termoplástico de ingeniería, se puede sintetizar en cualquiera de sus tres estructuras: isotáctica, sindiotáctica o atáctica, siendo la primera la de mayor uso por su relación peso/resistencia. Sus aplicaciones se comparan a las del polietileno por sus similares características, teniendo este un punto de fusión más elevado, por lo que permite una variedad más grande de aplicaciones, las más comunes son carcasas de electrodomésticos, piezas moldeadas por inyección y fibras para uso textil o industrial.



polímero	polipropileno
símbolo	PP
método de polimerización	adición
módulo de elasticidad	1400MPa
resistencia a la tensión	35MPa
elongación	10-500% dependiendo de los aditivos
densidad	0,90
temperatura de fusión	176°C
temperatura de transición vítrea	-20°C

POLIESTIRENO/PS

Industrialmente hay varios polímeros, copolímeros y terpolimeros basados en el monómero de estireno (C₈H₈), siendo el poliestireno el más representativo de esta familia. Es un homopolímero lineal con estructura amorfa y de alta fragilidad. Es transparente, y fácilmente coloreable y moldeable, pero se degrada a altas temperaturas y bajo la acción de algunos solventes. Por su alta fragilidad algunos productos se le agregan elastómeros y se los conoce como poliestireno alto impacto (PAI). Poseen alta tenacidad pero reducida transparencia y resistencia a la tracción.



polímero	poliestireno (C₈H₈)_n
símbolo	PS
método de polimerización	adición
módulo de elasticidad	3200MPa
resistencia a la tensión	50MPa
elongación	1%
densidad	1,05
temperatura de fusión	240°C
temperatura de transición vítrea	100°C

ACRILONIRILO-BUTADIENO-ESTIRENO/ABS

Su nombre comercial es el ABS, es un termoplastico de ingenieria por su excelente combinacion de propiedades mecanicas. Es un terpolimero de 2 fases, la primera es el copolimero duro estireno-acrilonitrilo y la segunda el copolimero estireno-butadieno de consistencia ahulada (superficie impermeable). Sus aplicaciones en la industria es variada, carcasas de electrodomesticos, autopartes, piezas varias. Posee buenas características termicas por lo que se lo emplea en partes componentes de heladeras y freezer.



polímero	terpolimero de acrilonitrilo-butadieno-estireno
símbolo	ABS
método de polimerización	adición
módulo de elasticidad	2100MPa
resistencia a la tensión	50MPa
elongación	10-30%
densidad	1,06
temperatura de fusión	
temperatura de transición vítrea	

ESTIRENO-ACRILONITRILO/SAN

Es un polímero que se caracteriza por:
su buena resistencia térmica y química, mejor
resistencia al impacto que el poliestireno sin
modificar, es transparente y tenaz.
muy buena procesabilidad, es decir, se puede
procesar por los métodos de conformado empleados
para los termoplásticos, como inyección y extrusión.
copia detalles de molde con gran fidelidad.



polímero	estireno acrilonitrilo
símbolo	SAN
método de polimerización	adición
módulo de elasticidad	
resistencia a la tensión	
elongación	
densidad	
temperatura de fusión	
temperatura de transición vítrea	

FLUOROPOLIMEROS/PTFE

Politetrafluoroetileno, llamado teflón es el mas representativo de la familia, en el cual los átomos de fluor remplazan a los de hidrogeno en la cadena de carbono. Posee alta resistencia al ataque químico y ambiental, no se ve afectado por el agua, posee buenas propiedades eléctricas y resistencia a las temperaturas y un coeficiente de fricción muy bajo. Lo que lo hacen una alternativa eficiente en la aplicación en utensillos de cocina (antiadherentes).



polímero	politetrafluoroetileno (C₂H₄)
símbolo	PTFE
método de polimerización	adición
módulo de elasticidad	425MPa
resistencia a la tensión	20MPa
elongación	100-300%
densidad	2,2
temperatura de fusión	327°C
temperatura de transición vítrea	127°C

TEREFTALATO DE POLIETILENO/PET

Es una familia de polímeros caracterizada por sus enlaces de ester (CO-O). Pueden ser termofijos o termoplásticos, dependiendo si ocurre el encadenamiento transversal. El mas representativo es el tereftalato de polietileno. Puede ser amorfo o parcialmente cristalizado, dicha característica depende de la velocidad de enfriamiento después del conformado, al ser rápido favorece el estado amorfo altamente transparente. El campo de aplicación incluye los envases moldeados por soplado para bebida, películas fotográficas y cintas magnéticas, además posee también aplicaciones en el campo de las fibras.



polímero	tereftalato de polietileno (C₂H₄-C₈H₄O₄)_n
símbolo	PET
método de polimerización	condensacion
módulo de elasticidad	2300MPa
resistencia a la tensión	55Mpa
elongación	200%
densidad	1,3
temperatura de fusión	265°C
temperatura de transición vítrea	70°C

RESINA POLIESTER/HSR

Es una familia de polímeros caracterizada por sus enlaces de éster (CO-O). Pueden ser termofijos o termoplásticos, dependiendo si ocurre el encadenamiento transversal. Los poliésteres termofijos se emplean mucho en plásticos reforzados. La síntesis del polímero inicial involucra una reacción de un ácido o anhídrido, como ser el anhídrido maleico (C₄H₂O₃) con etilenglicol (C₂H₆O₂). La reacción produce un poliéster insaturado de peso molecular bajo. Y se mezcla con un monómero capaz de polimerizar y encadenarse transversalmente con el poliéster. El estireno (C₈H₈) se emplea con este propósito en proporciones de 30-50%. Se agrega un tercer componente, inhibidor, para prevenir un encadenamiento prematuro. Esta mezcla forma el sistema de resina poliéster, se puede curar por dos sistemas, ya sea por calor -sistema activado por temperatura- o por medio de un catalizador-sistema activado por catálisis-.

polímero	anhídrido maleico y glicol etilénico+estireno
símbolo	HSR
método de polimerización	por condensación
módulo de elasticidad	7000MPa
resistencia a la tensión	30MPa
elongación	0%
densidad	1,1
temperatura de fusión	-
temperatura de transición vítrea	-



De acuerdo con su origen químico las resinas se clasifican en:

- Resinas de poliéster **ortoftálicas**, a base de anhídrido ortoftálico. De uso general en ambientes no agresivos.
- Resinas de poliéster **isoftálicas**, a base de ácido isoftálico. Buen desempeño mecánico, resistentes al agua y a agentes químicos, son inertes biológicamente.
- Resinas poliéster **isoftálicas con neopentil glicol** (ISO-NPG). Alta resistencia química y al ambiente.
- Resinas **vinil éster**, a base de resinas epóxicas modificadas con componentes vinílicos. De excelente resistencia química y a altas temperaturas.
- Resinas **bisfenólicas**, modificadas con bisfenol. De altísima resistencia química, excelente estabilidad hidrolítica y a altas temperaturas.

ELASTÓMEROS TERMOPLÁSTICOS/EBE/SBS

Un elastómero termoplástico es un termoplástico que se comporta como un elastómero. Derivan sus propiedades de las conexiones físicas entre la fase suave y dura que componen el material (en oposición al encadenamiento transversal de los elastómero). El bloque estireno-butadieno-estireno son los mas representativos entre ellos los poliuretanos termoplástico, los copolímero de poliéster termoplásticos y mezclas de polímeros. generalmente la estructura de estos materiales es compleja y diversa, teniendo diferencias sustanciales en sus diferentes fases, por lo que no logran igualar a los elastómeros convencionales en cuanto su resistencia a elevadas temperaturas y al escurrimiento.

polímero	estireno-butadieno-estireno
símbolo	SBS o EBE
método de polimerización	polimero en bloque
módulo de elasticidad	
resistencia a la tensión	15MPa
elongación	400%
densidad	
límite de alta temperatura	65C
límite de baja temperatura	-50C

POLIPROPILENO+CAUCHO ETIL PROPILENICO/TPV

Son termoplásticos vulcanizados dinámicamente, es un tipo especial de termoplásticos elastómeros con los que se obtienen mejores propiedades debido al exclusivo sistema de mezclado que consigue vulcanizar dinámicamente una fase discreta de elastómero inmersa en una fase continua de termoplástico.

TPV Elastoprene es una mezcla de polipropileno y caucho EPDM vulcanizado dinámicamente (PP/EPDM), con el que se obtienen propiedades similares a piezas fabricadas con goma y superiores a otras fabricadas con plásticos tradicionales. Su composición lo hace compatible y especialmente adecuado para procesos de co-extrusión de perfiles de Polipropileno.

Debido a las grandes ventajas de procesabilidad, piezas de goma vulcanizada son sustituidas por TPV Elastoprene empleando la tecnología tradicional de transformación del plástico. Asimismo, por las excelentes propiedades obtenidas, materiales plásticos como el PVC son sustituidos por TPV Elastoprene.

TPV Elastoprene es un material completamente reciclable y reutilizable en el punto de transformación, siendo respetuoso con el medio ambiente y mejorando la rentabilidad de los procesos, lo que representa una ventaja añadida sobre las piezas y procesos de goma.

polímero	polipropileno+caucho etil-propilenico
símbolo	TPV
método de polimerización	polimero en bloque
módulo de elasticidad	6MPa
resistencia a la tensión	12MPa
elongación	500%
densidad	0,95
límite de alta temperatura	200C
límite de baja temperatura	-60C

CAUCHO NATURAL/NR

Consiste en un poliisopreno, un polímetro de alto peso molecular del isopropeno (C_5H_8). Deriva del látex, una sustancia producida por algunos vegetales, el más importante es el árbol de caucho (hevea brasiliensis) que crece en climas tropicales.

El caucho natural sin vulcanizar es pegajoso en clima caliente y duro y quebradizo en clima frío

En la vulcanización, los polímeros lineales constituyen puentes de entrecruzamiento entre sí. El resultado final es que las moléculas elásticas de caucho quedan unidas entre sí a una mayor o menor extensión. Esto forma un caucho más estable, duro, mucho más durable, más resistente al ataque químico y sin perder la elasticidad natural. También transforma la superficie pegajosa del material a una superficie suave que no se adhiere al metal o a los sustratos plásticos.

La vulcanización es un proceso de cura irreversible y debe ser fuertemente contrastado con los procesos termoplásticos que caracterizan el comportamiento de la vasta mayoría de los polímeros modernos. Este proceso irreversible define a los cauchos curados como materiales termorígidos.

polímero	poliisopreno (C_5H_8)n/caucho natural
símbolo	NR/HN
método de polimerización	
módulo de elasticidad	18MPa a 300% de elongación
resistencia a la tensión	25MPa
elongación	700% a la rotura
densidad	0,93
límite de alta temperatura	80C
límite de baja temperatura	-50C

CAUCHO ISOPROPENO/IR

El poliisopropeno sintético sin vulcanizar es suave y fácil de moldear. Las aplicaciones son similares a su contraparte natural.



polímero	poliisopropeno (C₅H₈)_n
símbolo	IR/PI
método de polimerización	
módulo de elasticidad	17MPa a 300% de elongación
resistencia a la tensión	23MPa
elongación	500%
densidad	0,93
límite de alta temperatura	80°C
límite de baja temperatura	-50°C

CAUCHO ESTIRENO-BUTADIENO/SBR

Es un copolímero aleatorio de estireno y butadieno. Es el caucho mas usado en la actualidad. Sus características significativas son su bajo costo, su resistencia a la abrasión y su homogeneidad. Al vulcanizarlo sus características son similares a la del caucho natural. Sus aplicaciones en la industria es variada, desde suelas para calzado a aislamientos de cables, rodados, etc.

Buenas propiedades mecánicas, excepto el desgaste y muy buena resistencia química, al ozono, envejecimiento por calor y aceites.



polímero	copolimero de estireno(C₈H₈)-butadieno(C₄H₆)
símbolo	SBR/HEB
método de polimerización	
módulo de elasticidad	17MPa a 300% de elongación
resistencia a la tensión	23MPa reforzado
elongación	700% a la rotura
densidad	0,94
límite de alta temperatura	110°C
límite de baja temperatura	-50°C

CAUCHO DE NITRILO/NBR

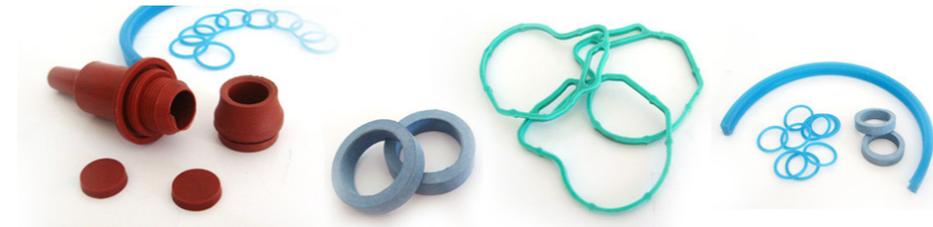
Es un copolímero vulcanizable de butadieno(50-75%) y acrilonitrilo(25-50%). El nombre técnico es hule de butadieno-acrilonitrilo. Posee buena resistencia mecánica y resistencia a la abrasión, a agentes químicos y al agua. Estas características lo hacen ideal para su aplicación en cañerías, sellos y también calzado.



polímero	copolímero de butadieno (C₄H₆) acrilonitrilo (C₃H₃N)
símbolo	NBR
método de polimerización	
módulo de elasticidad	10MPa(300%elongacion)
resistencia a la tensión	30MPa
elongación	500% a la rotura
densidad	1
límite de alta temperatura	120°C
límite de baja temperatura	-50°C

CAUCHO CLOROPRENO/CR

Se conoce como neopreno, su característica representativa es que cristaliza cuando se le tensiona para obtener buenas propiedades mecánicas. Es resistente a los aceites, al exterior, al ozono, al calor y a la flama.



polímero	policloropreno (C₄H₅Cl)_n
símbolo	CR/HC
método de polimerización	
módulo de elasticidad	7MPa a 300% de elongacion
resistencia a la tensión	25MPa
elongación	500% a la rotura
densidad	1,23
límite de alta temperatura	120°C
límite de baja temperatura	-20°C

CAUCHO ETILEN-PROPILENICO/EPDM

Se obtiene a partir de la polimerización del etileno y el propileno con pequeñas porciones de monómero dieno.



polímero **terpolimero de etileno(C₂H₄)+
propileno(C₃H₆)+
monomero dieno(encadenamiento transversal)**
símbolo **EPDM/TEPD**

método de polimerización

módulo de elasticidad

resistencia a la tensión **15MPa**

elongación **300% a la rotura**

densidad **0,86**

límite de alta temperatura **150°C**

límite de baja temperatura **-50°C**

CAUCHO BUTADIENO/BR

El polibutadieno se lo conoce como caucho natural y estireno. Su principal uso se da en la industria de llantas automotrices.

polímero	polibutadieno (C₄H₆)_n
símbolo	BR/HB
método de polimerización	
módulo de elasticidad	
resistencia a la tensión	15MPa
elongación	500% a la rotura
densidad	0,93
límite de alta temperatura	100°C
límite de baja temperatura	-50°C

CAUCHO ETILEN-PROPILENICO/PIB

se obtiene a partir de la polimerización del etileno y el propileno con pequeñas porciones de monómero dieno.



polímero	copolímero de isobutaieno (C₄H₈)_n isopropeno (C₅H₈)_n
símbolo	PIB/IBIP
método de polimerización	
módulo de elasticidad	7MPa
resistencia a la tensión	20MPa
elongación	700%
densidad	0,92
límite de alta temperatura	110°C
límite de baja temperatura	-50°C

SILICONAS/RTV

como los poliuretanos pueden ser elastómeros o termofijos, dependiendo del grado de encadenamiento transversal. Las siliconas elastómeros son notables por el amplio rango de temperaturas sobre el cual pueden usarse. Su resistencia a los aceites es pobre. Disponen de varias composiciones químicas siendo la mas común polidimetilsiloxano, Para maximizar las propiedades mecánicas se refuerzan con polvos de sílice. Por su alto costo se los considera para aplicaciones especiales.

polímero	RTV
símbolo	RTV
método de polimerización	
módulo de elasticidad	2,5Mpa
resistencia a la tensión	1,5Mpa
elongación	250%
densidad	0,95curada/1,20liquida
límite de alta temperatura	130C
límite de baja temperatura	



POLIURETANO/PU

Los poliuretanos termofijos con encadenamiento transversal mínimo son elastómeros y generalmente se producen como espumas flexibles. De esta forma se pueden obtener una amplia gama como materiales para colchones, para muebles y butacas de automóviles. El poliuretano no expandido se puede moldear en productos que van desde suelas de zapatos hasta paragolpes, y ajustando el encadenamiento, el material es un elastómero termoplástico que se puede moldear por inyección. como es un elastómero termorigido se pueden usar métodos de moldeo por inyección y reacción.

polímero	poliuretano
símbolo	PUR
método de polimerización	
módulo de elasticidad	10MPa(300%elongacion)
resistencia a la tensión	60MPa
elongación	700% a la rotura
densidad	1,25
límite de alta temperatura	100C
límite de baja temperatura	-50C

ACETALES/POM

Su nombre usual es polioximetileno, un polímero de ingeniería derivado del formaldehído (CH₂O) con alta rigidez, resistencia, tenacidad y resistencia al desgaste (dureza). Posee un alto punto de fusión, baja absorción de humedad y son insolubles en solventes a temperatura ambiente. Estas características hacen que las resinas acetálicas sean competitivas con ciertos metales, por ejemplo el latón y el zinc, para autopartes, mecanismos y dispositivos mecánicos.

polímero	polioximetileno/poliacetal
símbolo	POM
método de polimerización	por condensación
módulo de elasticidad	3500MPa
resistencia a la tensión	70MPa
elongación	25-75% a la rotura
densidad	1,42
temperatura de fusión	160C
temperatura de transición vítrea	-80C

FENÓLICOS/PF-MF

Son compuestos poliméricos acídicos que reaccionan con aldehídos (alcoholes deshidrogenados). El fenol formaldehído es el mas representativo, conocido como baquelita. Generalmente cuando se emplean este tipo de materiales se los combina con rellenos de aserrín, fibras y minerales para generar volumen. Es frágil y posee buena estabilidad térmica, química y dimensional. Su capacidad de aceptar colorantes es limitada.

polímero	fenol(C6H5OH)+formaldehido(CH2O)
símbolo	PF
método de polimerización	condensacion
módulo de elasticidad	7000MPa
resistencia a la tensión	70MPa
elongación	menos del 1%
densidad	1,4
límite de alta temperatura	-
límite de baja temperatura	-

AMINORESINAS/MPF

los aminoplasticos se caracterizan por ser una familia de los amino (NH₂), consiste en dos polímeros termofijos, urea formaldehído y melamina formaldehído que se producen a partir de la reacción del formaldehído (CH₂O) ya sea con urea o melamina. La resina urea formaldehído compite con los fenoles en algunas aplicaciones como maderas enchapadas, adhesivos para aglomerados y compensados. Se usan como compuesto moldeable. Es mas costosa que el material fenólico. El plástico melamina formaldehído es un material resistente al agua y se lo emplea en vajilla, recubrimiento, laminados (formica, marca registrada de Cyanamid)

polímero	melamina formaldehido
símbolo	
método de polimerización	condensacion
módulo de elasticidad	9000MPa
resistencia a la tensión	50MPa
elongación	menos 1%
densidad	1,5
temperatura de fusión	350C
temperatura de transición vítrea	-

EPOXIDICOS/EP

la formula mas simple de los epóxidos es el oxido de etileno (C₂H₃O), la epiclorhidrina es un epóxido altamente empleado en la producción de resinas epoxicas.

Para incrementar el peso molecular y encadenar transversalmente al epóxido se necesitan un agente de curado, que incluyen a las poliamidas o anhídridos ácidos.

Los epóxidos curados poseen muy buenas características en resistencia, adhesión, resistencia térmica y a los agentes químicos.

polímero	epiclorhidrina+agente de curado
símbolo	
método de polimerización	condensacion
módulo de elasticidad	7000MPa
resistencia a la tensión	70MPa
elongación	0%
densidad	1,1
temperatura de fusión	-
temperatura de transición vítrea	-

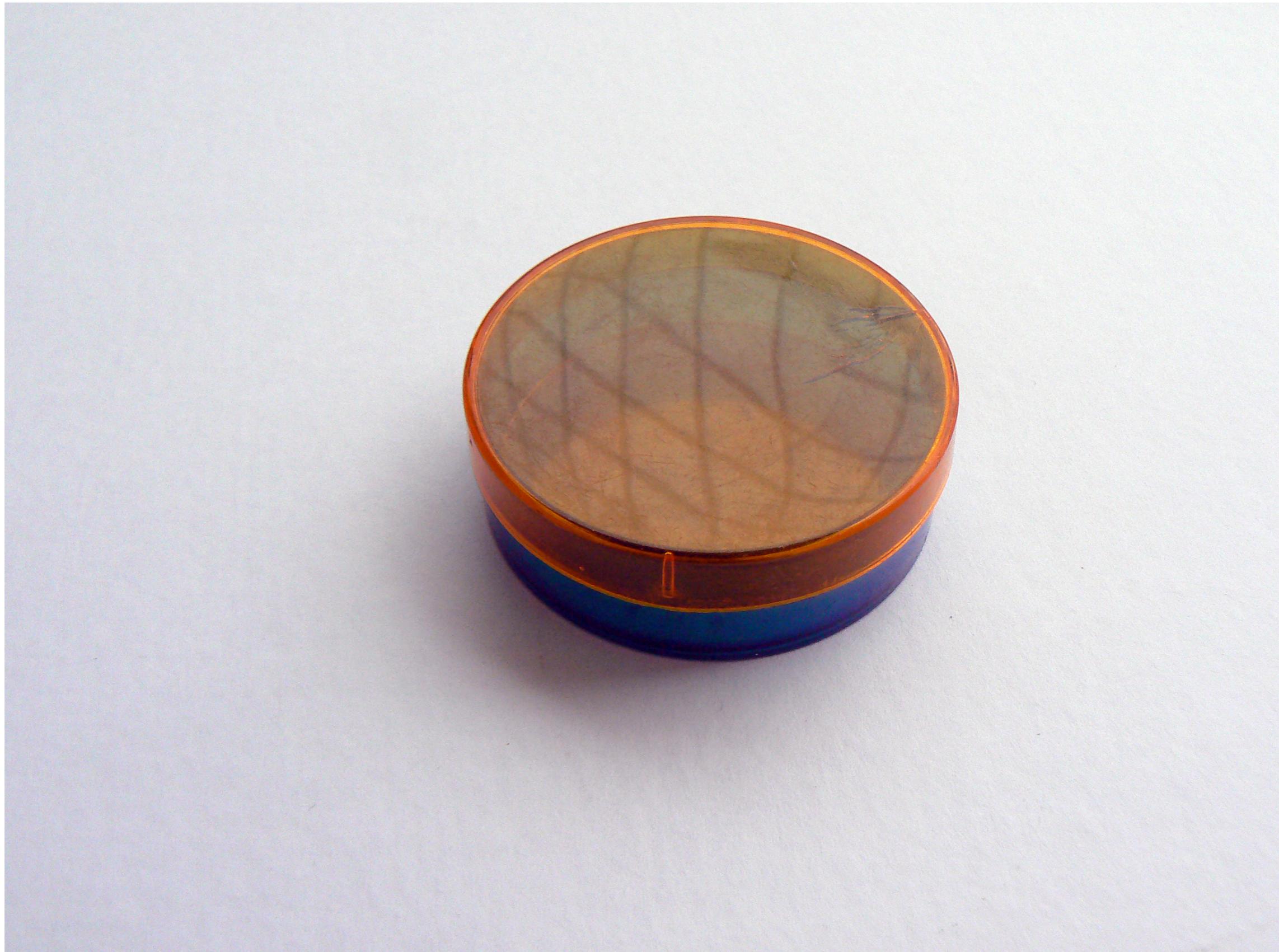
CELULOSICOS/CA

la celulosa (C₆H₁₀O₅) es un carbohidrato polímero que se desarrolla naturalmente. La madera, el algodón son las principales fuentes.

Cuando la celulosa se disuelve y precipita en un proceso químico, se obtiene el polímero de celulosa regenerada. No se emplea la celulosa como un termoplástico ya que a elevada temperatura se descompone antes de fundirse. La forma comercial mas conocida es el acetato de celulosa, AC y acetato-butirato de celulosa, ABC. Sus aplicaciones son derivados del papel, celofán, fibras sintéticas y pasta de celulosa para packaging.

polímero	acetato de celulosa
símbolo	CA
método de polimerización	condensacion
módulo de elasticidad	2800MPa
resistencia a la tensión	30MPa
elongación	10-50%
densidad	1,3
temperatura de fusión	306C
temperatura de transición vítrea	105C

CASOS: A VERIFICAR MATERIALIDAD













FIBRAS/MADERAS

Para seleccionar la Madera hay que tener especial cuidado en:

Resistencia, aspecto, dureza, peso y disponibilidad.

Además de su procedencia y si es de cultivo -implantada o exótica- o nativa.

Características significativas para seleccionar un tipo de Madera

GRANO
VETEADO
TEXTURA

PROPIEDADES

ANISOTROPÍA

Las propiedades físicas y mecánicas de la Madera no son las mismas en todas las direcciones que pasan por un punto determinado. Podemos definir tres direcciones principales en que se definen y miden las propiedades de la madera, que son la axial, la radial y la tangencial.

La dirección axial es paralela a la dirección de crecimiento del árbol (dirección de las fibras).

La radial es perpendicular a la axial y corta al eje del árbol.

La dirección tangencial es normal a las dos anteriores.

HUMEDAD

Como la Madera es higroscópica, absorbe o desprende humedad, según el medio ambiente. El agua libre desaparece totalmente al cabo de cierto tiempo, quedando, además del agua de constitución, el agua de saturación correspondiente a la humedad de la atmósfera que rodee a la Madera, hasta conseguir un equilibrio, diciéndose que la Madera está secada al aire.

Agua Libre: llenando los lúmenes o cavidades celulares.

Agua Higroscópica: llenando las paredes celulares.

Agua de Constitución: formando parte de la estructura química de la madera.

Según la humedad de la madera se distinguen los siguientes estados:

Máximo contenido de humedad: se logra cuando hay una saturación total de los elementos constitutivos del leño.

Humedad de equilibrio: La madera, en contacto con el medio, tiende a adquirir una humedad que depende de la humedad del medio que la rodea.

Punto de saturación de la fibra: es la máxima que puede contener la madera sin que exista agua libre. Como promedio es aceptado el 30% con valores límites de contenido de agua de 20% - 40%.

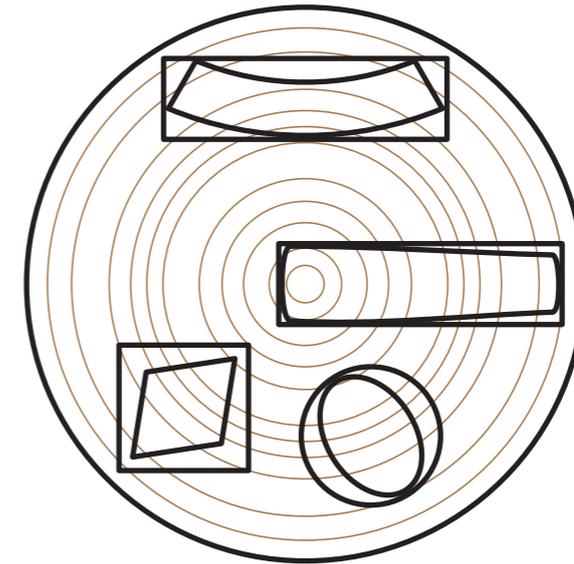
DEFORMABILIDAD

La Madera cambia de volumen al variar su contenido de humedad, hinchamiento y contracción. Como la madera es un material anisótropo, la variación en sentido de las fibras es casi inapreciable, siendo notable en sentido transversal. La deformación al cambiar la humedad de la Madera, dependerá de la posición que la pieza ocupaba en el árbol, así nos encontramos distinta deformación radial y tangencial.

La madera verde presenta un porcentaje alto de humedad en su interior. Las paredes de las células están saturadas y liberan agua que se halla retenida en sus cavidades. El secado de la madera es el proceso por el cual se elimina el agua libre y una gran proporción de la humedad absorbida por las paredes de la célula.

El agua es eliminada y en la proporción que solo las paredes de las células contengan humedad se lo conoce como punto de humedad límite de la madera y se registra en torno al 30% de h. Y cuando pierde esta humedad es cuando se contrae, deteniéndose cuando llega a un equilibrio con el entorno (equilibrio higroscópico).

La importancia del secado es vital para que no se produzcan tensiones en el interior de la madera y no aparezcan problemas de contracciones y dilataciones.



Ambiente de montaje	Humedad de
equilibrio	
Interior cerrado c/calefacción	9% +-3%
Interior cerrado s/calefacción	12% +-3%
Exterior bajo cubierta	15% +-3%
Exterior al descubierto	18% +-6%

DENSIDAD

La densidad real de las Maderas es sensiblemente igual para todas las especies: 1,56. La densidad aparente varía de una especie a otra, y aun en la misma, según el grado de humedad y zona del árbol.

DUREZA

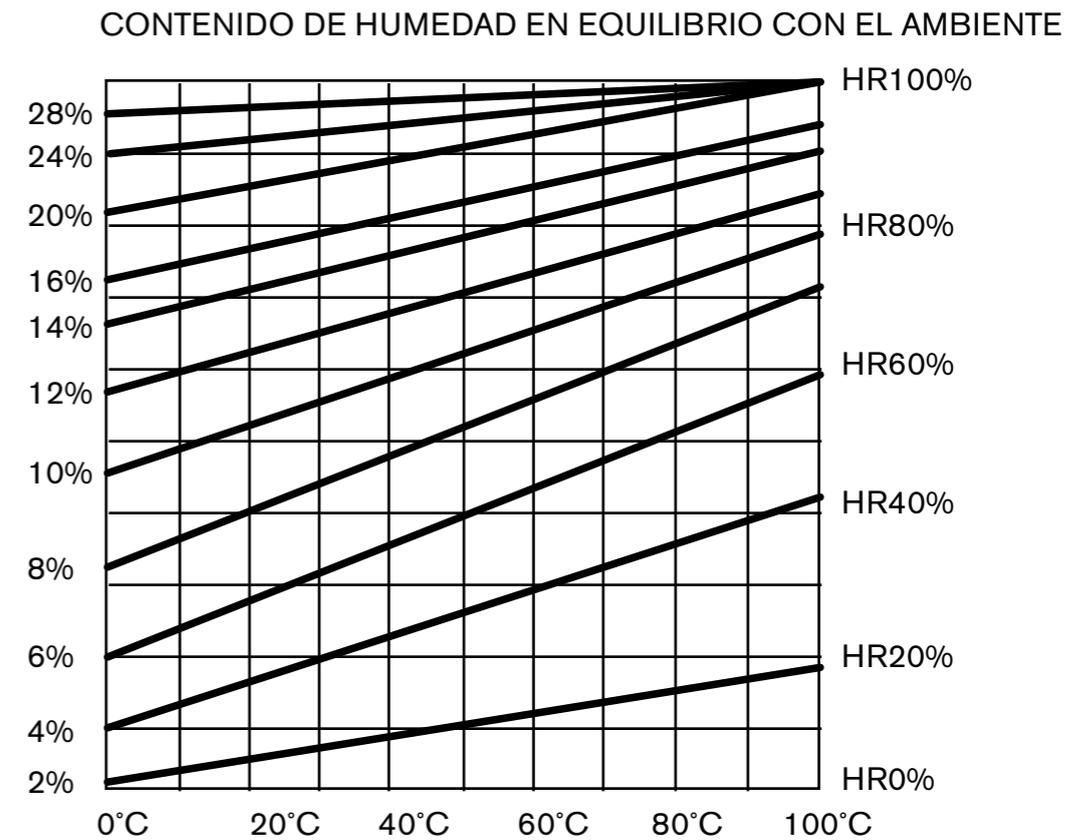
La Dureza de la Madera es la resistencia que opone al desgaste, rayado, clavado, etc. Cuanto más densidad y estacionamiento, presenta mayor dureza, vale decir más resistencia opone.

GRANO

La masa celular de la madera forma el grano de la misma, que sigue el eje principal del tronco y la naturaleza del grano viene determinada por la disposición y el grado de orientación de las células longitudinales (a eje con el tronco).

En el caso de los árboles que crecen derechos y de manera uniforme producen una madera de grano recto. La madera de grano irregular se forma cuando las células se desvían del eje longitudinal, producto de que en muchos casos se retuercen al crecer y producen un grano en espiral.

Las maderas de grano irregular son difíciles de trabajar, especialmente de cepillar, ya que sus células cambian constantemente de orientación y también son más llamativas estéticamente.



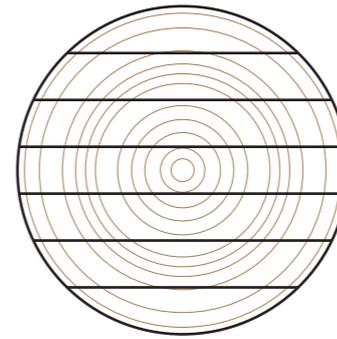
ASERRADO

El termino de grano también se emplea en relación al corte o aserrado con que se trabaja la madera. En el aserrado al hilo los cortes se producen siguiendo el largo del árbol, vale decir siguiendo las células longitudinales.

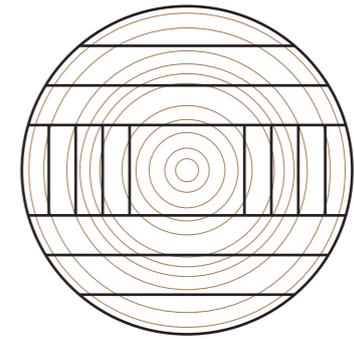
En el cepillado al hilo se sigue de la misma manera, es un cepillado paralelo al grano, obteniendo un cepillado mas suave y sin problemas. El cepillado a contrahilo se refiere en el sentido contrario del grano, obteniendo un cepillado mas rustico. El aserrado o cepillado transversal o a la testa se refiere en el sentido normal al grano.

VETEADO

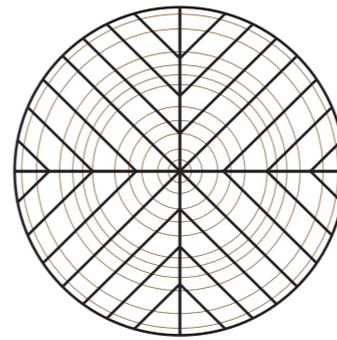
Se da por las características de crecimiento del árbol. La diferencia de crecimiento de las maderas primerizas y las tardías, la densidad de los anillos anuales de crecimiento, la disposición concéntrica o excéntrica de los anillos, la distribución del color, el efecto de las enfermedades o de los defectos físicos así como el método empleado en el aserrado de la misma.



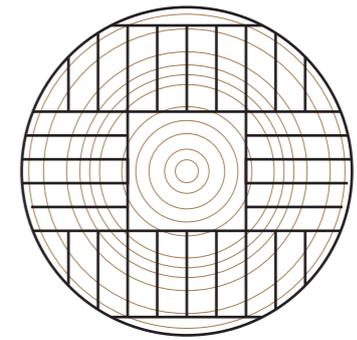
paralelo



**hilos
paralelos**

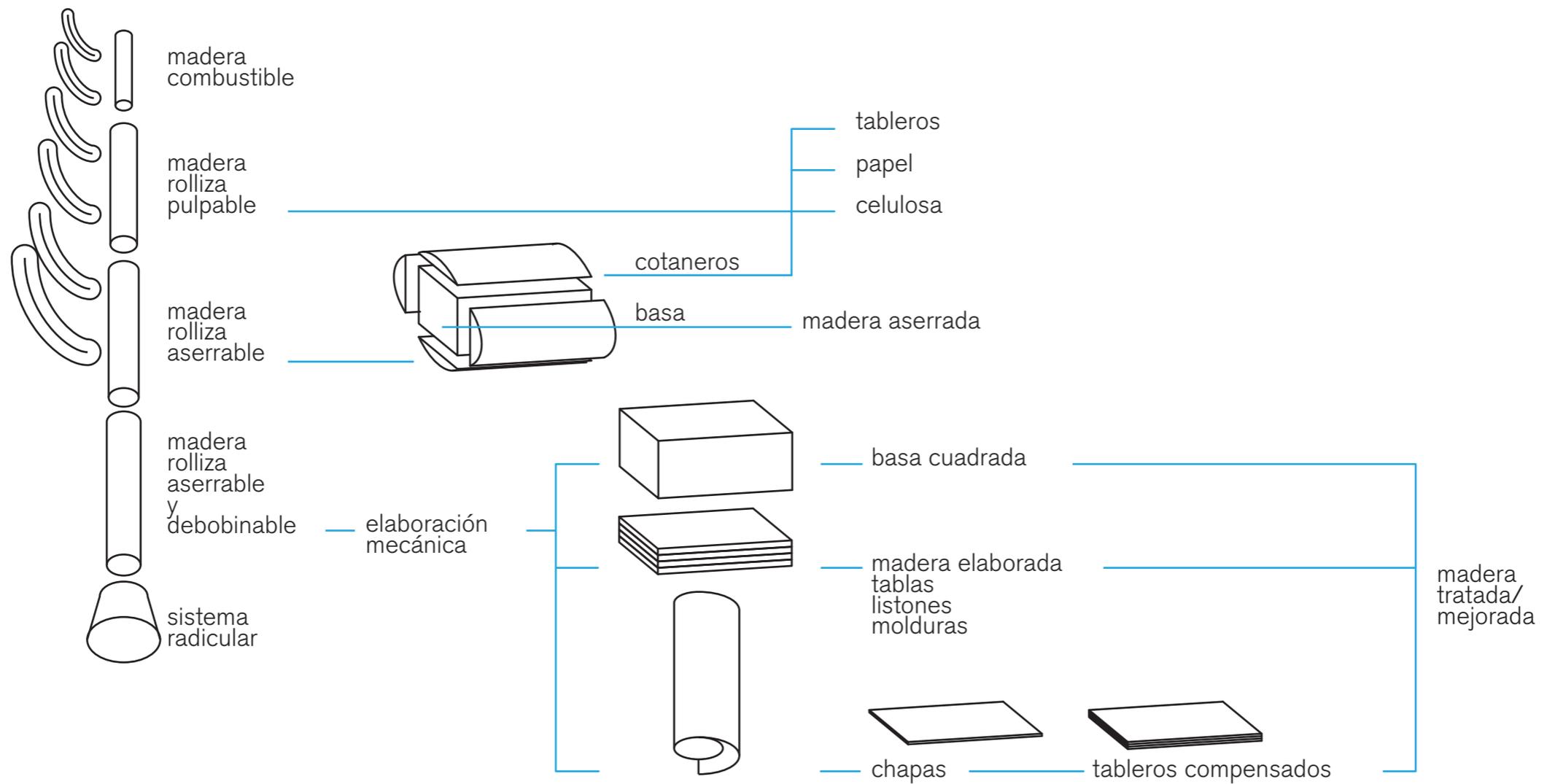


convencional



**hilos
encontrados**

La mayoría de los árboles presentan troncos de forma cónica que en el aserrado tangencial dan lugar a tablas típicas de corte al hilo por la cara que muestran figuras en forma de U en las que las capas de los anillos de crecimiento quedan expuestas por el plano de corte. Cuando se corta un rollizo Radialmente o al cuarto los anillos quedan perpendiculares al plano de corte, siendo el veteado menos característico.



MADERA ESCUADRADA

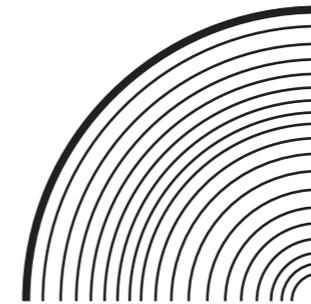
TABLON	4" a 1' * 4" de espesor
TABLA	4" a 1' * 1" de espesor
TABLILLA	4" a 1' * 3/4" de espesor
TIRANTE	3" a 6" de sección
ALFALGIA	2" a 4"
LISTÓN	1" a 2"

TEXTURA

Es el tamaño relativo de las células, las maderas de textura fina tienen pequeñas células poco espaciadas, en tanto que la madera de textura gruesa sus células son mayores en tamaño y distribución. También se suele usar para describir la distribución de las células en función del crecimiento. Dando a conocer las diferentes regiones de crecimiento de un tronco.

Los vasos capilares, las traqueidas y las células de almacenamiento tienen en sus paredes aberturas elípticas o circulares que se denominan punteaduras. Son aberturas pequeñas cerradas por un tabique permeable. A su través tienen lugar el intercambio de agua y de sustancias estructurales de célula a célula así como el cierre de la célula en el caso de la lesión del árbol.

Las coníferas tienen conductos resiníferos rodeados por las células que producen la resina.



anillo anual fino



anillo anual basto

lamina central

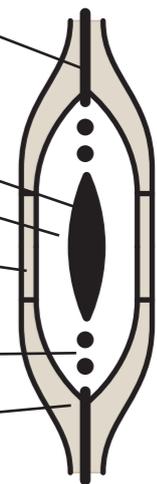
disco

camara

abertura de la punteadura

membrana de la punteadura

pared celular

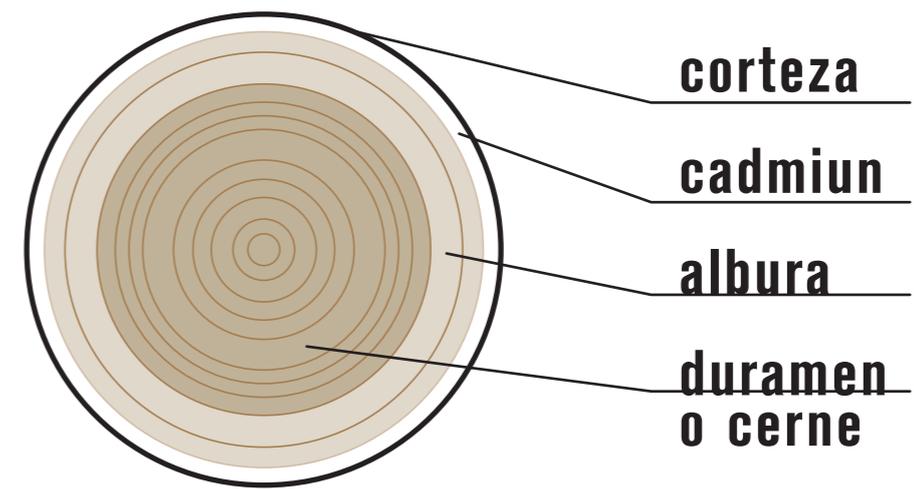


esquema de la punteadura

Cadmiun: es la capa delgada de tejido celular que forma la madera nueva y la corteza.

Albura: es la madera nueva y por lo general es mas clara y se la reconoce porque contrasta con el color oscuro del duramen, en las maderas blandas el contraste no es tan evidente. Es de calidad inferior al duramen y en muchos casos se desecha. Es de menor resistencia mecánica y a los agentes bióticos, posee una estructura celular mas abierta, porque sus células recientemente transportaban y almacenaban los nutrientes. Y se contrae con mayor facilidad que el duramen, que es más denso.

Duramen: es la madera madura que constituye la columna del árbol, se encuentra libre de sustancias orgánicas y no desempeña ningún papel en el crecimiento del árbol, es entonces que sus células muertas pueden fundirse con el material orgánico haciendo que las paredes de las células cambien su coloración gracias a la presencia de agentes químicos, denominados sustancias extractivas. Además aportan un elemento de resistencia frente a los hongos.



DEFECTOS

Los defectos principales de la madera son la doble albura, los nudos, las acebolladuras o colañas, la heladura o madera pasmada, las grietas o fendas, el corazón abierto, las fibras torcidas, la carcoma, las úlceras, los chancros y la caries.

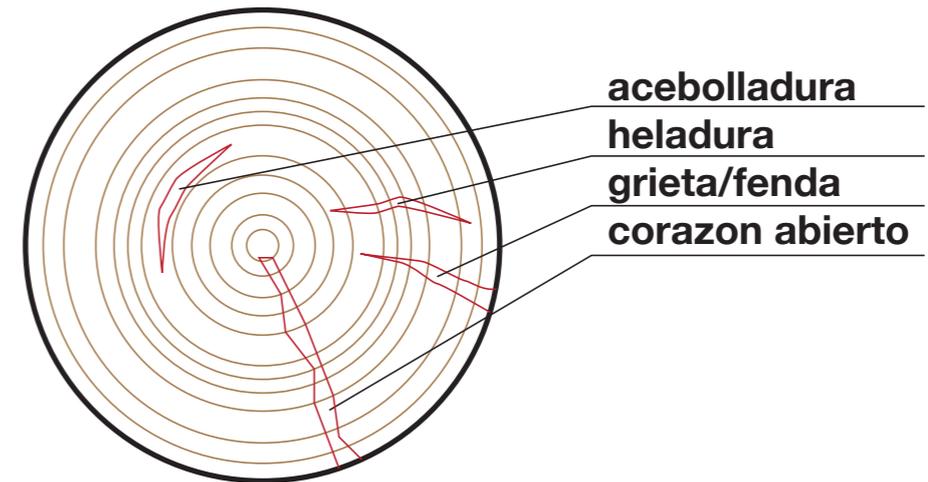
las **acebolladuras** consisten en un hueco entre la corteza y el leño, producido por el viento, la helada o la escarcha, que han ocasionado la caída de la corteza el año anterior.

la **heladura**, producida por la helada, es una grieta que parte del corazón y no llega a la circunferencia.

la **grieta** es producida por la desecación y tiene su origen en la circunferencia.

el **corazón abierto** es la reunión de una heladura y de una fenda.

los **nudos** son la parte presente de la rama en el rollizo.



MADERAS CULTIVADAS

Especie Botánica	Pinus Elliottii	Pino Taeda	Eucalyptus Saligna	Melia azedarach (Paraiso)
Área de Dispresión	Misiones, Corrientes	Entre Rios, Corrientes y Misiones	Entre Rios, Corrientes y Misiones	Santa Fe, Corrientes, Entre Rios, Chaco, Bs As
Características del rollo				
Longitud Util	6-8 mts	6-8mtrs	8-10mtrs	2-4mtrs
Diámetro Promedio	0.40 m.	0,40mtrs	0,40mtrs	0,35mtrs
Conformación	Buena	buena	buena	buena
Estado Sanitario	Bueno	bueno	buena	buena
Contenido de humedad verde				76%
Caracteres Organolepticos				
Color Albura	Blanco Amarillento	blanco amarillento	blanco amarillento	amarillo ocre claro
Color Duramen	Amarillo Ocráceo	marron rojizo	castaño rosado	castaño rojizo claro
Brillo	Mediano	mediano	mediano	mediano
Olor	Pronunciado	pronunciado	ausente	ausente
Textura	Fina y homogénea	fina y homogénea	mediana	mediana - gruesa
Grano	Derecho	derecho	derecho a entrelazado	derecho
Veteado	Pronunciado	medio	suave	pronunciado
Propiedad Física - Madera con 15% de humedad				
Densidad (Kg/dm ³)	0.510	0,510	0,550	0,480
Contracciones(%)	Radial(R)2,0 - Tangencial(T)2,4 Volumet(V)10,3	Radial(R)2,0 - Tangencial(T)2,8 Volumet(V)11,1	Radial (R) 5,8 Tangencial (T) 10,4 Volumet(V)18,9	Radial (R) 3.8 Tangencial (T) 8.6 Volumétrica (V) 13.7
Propiedad Mecánica / Madera con 15% de humedad				
Flexión (Kg/cm ²)				
Módulo de Rotura	605	975	789	604
Módulo de Elasticidad	73.500	130.000	121.600	67.100
Compresión Axial (Kg/cm ²)				
Módulo de Rotura	300	492	502	286
Módulo de Elasticidad			135.000	67.800
Dureza (Kg/cm ²)				
Normal a las Fibras		semiblanda	460	345
Estabilidad dimensional	Estable		medianamente estable	Poco Estable
Comportamiento ante agentes biológicos (Duramen)				
Hongos	Poco Durable	medio durable/sencible	poco durable	poco durable
Insectos	Susceptible	sencible	resistente	resistente
Receptividad a la impregnación	Medianamente penetrable		muy poco penetrable	poco penetrable
Comportamiento en procesos varios				
Secado	Bueno	fácil y rápido. Riesgo deformaciones exudaciones de resina	deficiente	secado natural sin dificultad acepta normas de secado artificial
Maquinado	Regular	fácil, salvo si tiene exceso de resina	bueno	facil de trabajar en todos los procesos
Clavado Terminación	Buen	problemas cuando exista resina conviene aplicar un fondo que homogenice	regular	acepta lustres y barnices
Usos	Carpintería en General, Tirantería, Compesado.			no es abrasiva en el aserrado y de fácil de clavado

PINO ELLIOTTI

crece rápidamente, formando vástagos anuales de 1,5m en condiciones favorables y llega a alcanzar una altura de 30m. La madera es fuerte, rojoanaranjada, resinosa y se emplea en la construcción y en la carpintería. Es una madera blanda y liviana, con un peso específico de 0.46. De color amarillo castaño, con veteado pronunciadas y frecuente presencia de nudos mas oscuros. Es una madera estable de múltiples aplicaciones, como ser trinarías, revestimientos, construcciones de hormigón, aglomerados, celulosa, etc. No soporta intemperie.



madera **pino elliotti**
tipo **cultivo**
módulo de elasticidad
resistencia a la tensión
elongación
densidad

PINO TAEDA

con una altura de hasta 39 m y con una tendencia muy útil a podarse por si solo, de manera que queda el tronco despejado y largo y produce una hermosa madera blanda, beige cremosa, bastante resinosa, con aplicaciones similares a las del pino rígido, pero de una cantidad mucho menor.



madera **pino taeda**
tipo **cultivo**
módulo de elasticidad
resistencia a la tensión
elongación
densidad

EUCALIPTUS

la albura es de color marrón muy palido, poco diferenciada del duramen de color marrón palido, con matriz grisáceo. Olor y sabor característicos a eucalipto. Brillo mediano, grano recto a ligero entrecruzado, textura mediana y veteado en líneas verticales, satinado y poco pronunciado.

es difícl de secar al aire libre, presentando deformaciones y agrietamientos. Ess moderadamente difícil de aserrar y trabajar en las diferentes máquinas debido al tipo de grano que posee, lo que hace que despues del aserramiento tiende a agrietarse en los extremos. Se comporta bien al cepillado, torneado y taladrado, y regular al moldurado. No sujeta bien clavos.



madera **eucaliptus**
tipo **cultivo**
módulo de elasticidad
resistencia a la tensión
resistente a hongos **si**
elongación
densidad

PARAISO

es un árbol mediano de copa globosa, con gran cantidad de flores y frutos color verde de cierta toxicidad, que al madurar toman un color mas amarillo.

Produce una madera medianamente blanda, con un peso específico de 0.5. De color castaño - rojizo, con vetas mas oscuras bien demarcadas. De buena calidad y estabilidad aceptable, los aserraderos muchas veces la usan como sustituto del Cedro debido a su parecido y costo considerablemente mas bajo. De múltiples aplicaciones, es usada para enchapados, revestimientos, terciados, muebles, puertas



madera **paraiso**
tipo **cultivo / exótica**
módulo de elasticidad
resistencia a la tensión
elongación
densidad

