

UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA
"JOSE SIMEON CAÑAS", UCA
Departamento de Mecánica Estructural, Apartado Postal (01)168, Autopista Sur, San Salvador, El Salvador, América Central

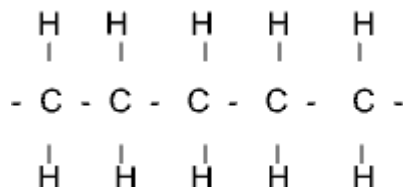
Materia: MATERIALES DE CONSTRUCCION
GUIA DE CLASES No. 13
MATERIALES DE CONSTRUCCION

7.3. Materiales poliméricos

<http://www.monografias.com/trabajos14/polimeros/polimeros.shtml#queson>
(junio 2006)

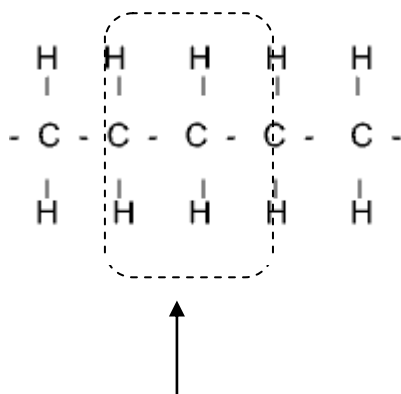
Los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de las formas más diversas. Algunas parecen fideos, otras tienen ramificaciones. Algunas más se asemejan a las escaleras de mano y otras son como redes tridimensionales.

Los polímeros son materiales que poseen moléculas largas y flexibles. Por ejemplo, una molécula de polietileno tiene la siguiente configuración:



Los átomos que forman la molécula están unidos por enlaces covalentes, las moléculas están unidas entre sí por enlaces débiles. Normalmente las moléculas se entrelazan formando "nudos". La rigidez del material está dada por que tan entrelazadas o "hechas nudo" estén las moléculas entre sí.

Las moléculas de los materiales polímeros se representan a partir de la estructura que se repite.



Se repite a lo largo de toda la cadena. Se llama unidad mer

Existen polímeros naturales como el algodón, formado por fibras de celulosas. La celulosa se encuentra en la madera y en los tallos de muchas plantas, y se emplean para hacer telas y papel. La seda y la lana son otros ejemplos. El hule de los árboles de hevea y de los arbustos de Guayule, son también polímeros naturales importantes.

Sin embargo, la mayor parte de los polímeros que usamos en nuestra vida diaria son materiales sintéticos obtenidos de la industria petroquímica, con propiedades y aplicaciones variadas. Lo que distingue a los polímeros de los materiales constituidos por moléculas de tamaño normal son sus propiedades mecánicas. En general, los polímeros tienen una excelente resistencia mecánica debido a que las grandes cadenas poliméricas se atraen. Las fuerzas de atracción intermoleculares dependen de la composición química del polímero y pueden ser de varias clases.

A los materiales poliméricos se les reconoce también por el término "plásticos". Dicho término, en su significación más general, se aplica a las sustancias de distintas estructuras y naturalezas que carecen de un punto fijo de ebullición y poseen durante un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones.

Sin embargo, en sentido restringido, denota ciertos tipos de materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación artificial de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales.

La definición enciclopédica de plásticos reza lo siguiente: Materiales poliméricos orgánicos (los compuestos por moléculas orgánicas gigantes) que son plásticos, es decir, que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo o hilado. Las moléculas pueden ser de origen natural, por ejemplo la celulosa, la cera y el caucho (hule) natural, o sintéticas, como el polietileno y el nylon. Los materiales empleados en su fabricación son resinas en forma de bolitas o polvo o en disolución. Con estos materiales se fabrican los plásticos terminados.

Origen del Plástico

El primer plástico se origina como resultado de un concurso realizado en 1860, cuando el fabricante estadounidense de bolas de billar Phelan and Collander ofreció una recompensa de 10.000 dólares a quien consiguiera un sustituto aceptable del marfil natural, destinado a la fabricación de bolas de billar. Una de las personas que compitieron fue el inventor norteamericano Wesley Hyatt, quien desarrolló un método de procesamiento a presión de la piroxilina, un nitrato de celulosa de baja nitración tratado previamente con alcanfor y una cantidad mínima de disolvente de alcohol. Si bien Hyatt no ganó el premio, su producto, patentado con el nombre de celuloide, se utilizó para fabricar diferentes objetos detallados a continuación. El

celuloide tuvo un notable éxito comercial a pesar de ser inflamable y de su deterioro al exponerlo a la luz.

El celuloide se fabricaba disolviendo celulosa, un hidrato de carbono obtenido de las plantas, en una solución de alcanfor y etanol. Con él se empezaron a fabricar distintos objetos como mangos de cuchillo, armazones de lentes y película cinematográfica. Sin éste, no hubiera podido iniciarse la industria cinematográfica a fines del siglo XIX. Puede ser ablandado repetidamente y moldeado de nuevo mediante calor, por lo que recibe el calificativo de termoplástico.

En 1909 el químico norteamericano de origen belga Leo Hendrik Baekeland (1863-1944) sintetizó un polímero de interés comercial, a partir de moléculas de fenol y formaldehído. Este producto podía moldearse a medida que se formaba y resultaba duro al solidificar. No conducía la electricidad, era resistente al agua y los disolventes, pero fácilmente mecanizable. Se lo bautizó con el nombre de baquelita (o bakelita), el primer plástico totalmente sintético de la historia. Baekeland nunca supo que, en realidad, lo que había sintetizado era lo que hoy conocemos con el nombre de copolímero. A diferencia de los homopolímeros, que están formados por unidades monoméricas idénticas (por ejemplo, el polietileno), los copolímeros están constituidos, al menos, por dos monómeros diferentes.

Otra cosa que Baekeland desconocía es que el alto grado de entrecruzamiento de la estructura molecular de la baquelita le confiere la propiedad de ser un plástico termoestable, es decir que puede moldearse apenas concluida su preparación. En otras palabras, una vez que se enfría la baquelita no puede volver a ablandarse. Esto la diferencia de los polímeros termoplásticos, que pueden fundirse y moldearse varias veces, debido a que las cadenas pueden ser lineales o ramificadas pero no presentan entrecruzamiento.

Características Generales de los Plásticos

Los plásticos se caracterizan por una relación resistencia/densidad alta, unas propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes. Las enormes moléculas de las que están compuestos pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, dependiendo del tipo de plástico. Las moléculas lineales y ramificadas son termoplásticas (se ablandan con el calor), mientras que las entrecruzadas son termoendurecibles (se endurecen con el calor).

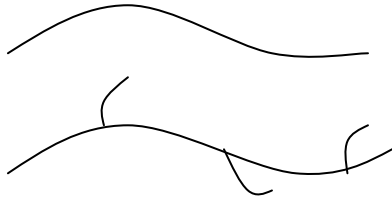
Los polímeros generalmente son amorfos o semicristalinos. Existen polímeros cristalinos, pero generalmente son raros. Un polímero cristalino tiene mayor densidad que un semicristalino, y éste mayor densidad que el amorfo.

7.3.1. Tipos y usos

Los polímeros se clasifican de la siguiente manera:

Termoplásticos

Poseen cadenas lineales y flexibles. Las cadenas pueden tener ramificaciones.

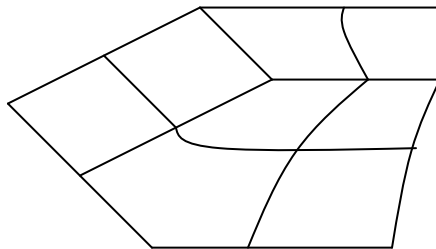


Propiedades:

Son materiales fáciles de deformar y dúctiles.
Pueden fluir al ser calentados.
Se pueden reciclar.

Termoestables o termoendurecibles (o termofijos)

Sus cadenas forman una red tridimensional, parecida a una malla.

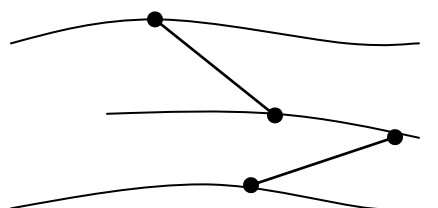


Propiedades:

Son más resistentes y más frágiles que los termoplásticos.
Tienen una temperatura de fusión fija.
Son difíciles de reprocesar una vez se han formado los enlaces.

Elastómeros

Sus cadenas son lineales, pero poseen enlaces entrelazados entre ellas.



Su estructura es intermedia entre los termoplásticos y los termoestables.
Propiedades.

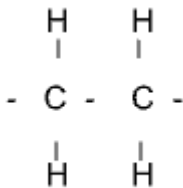
Tienen capacidad de sufrir grandes cantidades de deformación elástica sin cambiar su forma permanente.

POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS

Los termoplásticos son polímeros de cadenas largas que cuando se calientan se reblandecen y pueden moldearse a presión. Representan el 78-80% de consumo total. Los principales son:

- Polietileno: este es el termoplástico más usado en nuestra sociedad. Los productos hechos de polietileno van desde materiales de construcción y aislantes eléctricos hasta material de empaque. Es barato y puede moldearse a casi cualquier forma, extruírse para hacer fibras o soplarse para formar películas delgadas. Según la tecnología que se emplee se pueden obtener tres tipos de polietileno: Polietileno de Baja Densidad, Polietileno de alta densidad (HDPE) y el polietileno en fibras.

Polietileno (PE):



- Polipropileno: se produce desde hace más de veinte años, pero su aplicación data de los últimos diez, debido a la falta de producción directa pues siempre fue un subproducto de las refinerías o de la desintegración del etano o etileno. Posee una alta cristalinidad, por lo que sus cadenas quedan bien empaçadas y producen resinas de alta calidad.

Polipropileno (PP):

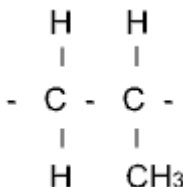




Fig No1. Encofrado de polipropileno para una piscina

- Cloruro de polivinilo (PVC): este polímero se obtiene polimerizando el cloruro de vinilo. Existen dos tipos de cloruro de polivinilo, el flexible y el rígido. Ambos tienen alta resistencia a la abrasión y a los productos químicos. Pueden estirarse hasta 4 veces y se suele copolimerizar con otros monómeros para modificar y mejorar la calidad de la resina. Las resinas de PVC casi nunca se usan solas, sino que se mezclan con diferentes aditivos.

Cloruro de polivinilo (PVC):

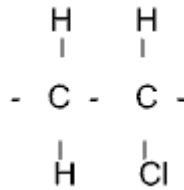
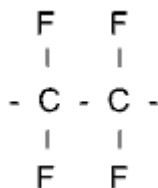


Fig No 2. Tubería de PVC

- Politetrafluoroetileno (teflón):



- Poliestireno (PS): el poliestireno (ps) es el tercer termoplástico de mayor uso debido a sus propiedades y a la facilidad de su fabricación. Posee baja densidad, estabilidad térmica y bajo costo. El hecho de ser rígido y quebradizo lo desfavorecen. Estas desventajas pueden remediarse copolimerizándolo con el acrilonitrilo (más resistencia a la tensión).

Poliestireno (PS):

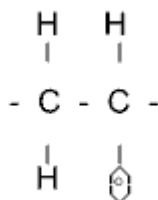
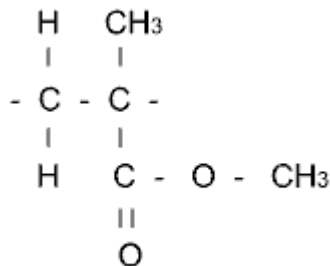


Fig No 3 Placa de poliestireno como aislante térmico de una pared

- Estireno-acrilonitrilo (SAN): este copolímero tiene mejor resistencia química y térmica, así como mayor rigidez que el poliestireno. Sin embargo no es transparente por lo que se usa en artículos que no requieren claridad óptica. Algunas de sus aplicaciones son la fabricación de artículos para el hogar.
- Copolímero acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS): estos polímeros son plásticos duros con alta resistencia mecánica, de los pocos termoplásticos que combinan la resistencia con la dureza. Se pueden usar en aleaciones con otros plásticos. Así por ejemplo, el ABS con el PVC nos da un plástico de alta resistencia a la flama que le permite encontrar amplio uso

en la construcción de televisores. Sus cualidades son una baja temperatura de ablandamiento, baja resistencia ambiental y baja resistencia a los agentes químicos

- Metacrilato de polimetilo (PMMA):
(acrílico)



POLIMEROS TERMOESTABLES (RESINAS TERMOFIJAS)

Estos materiales se caracterizan por tener cadenas poliméricas entrecruzadas, formando una resina con una estructura tridimensional que no se funde. Polimerizan irreversiblemente bajo calor o presión formando una masa rígida y dura. Las uniones cruzadas se pueden obtener mediante agentes que las provoquen, como en el caso de la producción de las resinas epóxicas.

Los polímeros termofijos pueden reforzarse para aumentar su calidad, dureza y resistencia a la corrosión. El material de refuerzo más usado es la fibra de vidrio (la proporción varían entre 20-30%) El 90% de las resinas reforzadas son de poliéster.

Cuando se hace reaccionar un glicol y un isocianato con más de dos grupos funcionales, se forma un polímero termofijo

- Poliuretanos: los poliuretanos pueden ser de dos tipos, flexibles o rígidos, dependiendo del polirol usado. Los flexibles se obtienen cuando el diisocianato se hace reaccionar con diglicol, triglicol, poliglicol, o una mezcla de éstos; Los poliuretanos rígidos se consiguen utilizando trioles obtenidos a partir del glicerol y el óxido de propileno. El uso más importante del poliuretano flexible son el relleno de colchones.
- Urea, resinas y melamina: la urea se produce con amoníaco y bióxido de carbono; La melamina está constituida por tres moléculas de urea. Tanto la urea como la melamina tienen propiedades generales muy similares, aunque existe mucha diferencia en sus aplicaciones. A ambas resinas se les conoce como aminorresinas. Estos artículos son claros como el agua, fuertes y duros, pero se pueden romper. Tienen buenas propiedades eléctricas. Se usan principalmente como adhesivos para hacer madera aglomerada, gabinetes para radio y botones. Las resinas melamina-formaldehído se emplean en la fabricación de vajillas y productos laminados que sirven para cubrir muebles de cocina, mesas y escritorios.

- Resinas fenólicas: la reacción entre el fenol y el formaldehído tiene como resultado las resinas fenólicas o fenoplast. Existen dos tipos de resinas fenólicas, los resols y el novolac. Los resols se obtienen cuando se usa un catalizador básico en la polimerización. El producto tiene uniones cruzadas entre las cadenas que permiten redes tridimensionales Termofijas. El novolac se hace usando catalizadores ácidos. Aquí las cadenas no tienen uniones cruzadas por lo que el producto es permanentemente soluble y fundible. Las propiedades más importantes de los termofijos fenólicos son su dureza, su rigidez y su resistencia a los ácidos. Tienen excelentes propiedades aislantes y se pueden usar continuamente hasta temperaturas de 150°C. Se usan para producir controles, manijas, aparatos, pegamentos, adhesivos, material aislante., laminados para edificios, muebles, tableros y partes de automóviles. Estas resinas son las más baratas y las más fáciles de moldear. Pueden reforzarse con aserrín de madera, aceites y fibra de vidrio. Las tuberías de fibra de vidrio con resinas fenólicas pueden operar a 150°C y presiones de 10 kg/cm².
- Resinas epóxicas: casi todas las resinas epóxicas comerciales se hacen a partir del bisfenol A (obtenido a partir del fenol y la acetona), y la epiclorhidrina (producida a partir del alcohol alílico). Sus propiedades más importantes son: alta resistencia a temperaturas hasta de 500°C, elevada adherencia a superficies metálicas y excelente resistencia a los productos químicos. Se usan principalmente en recubrimientos de latas, tambores, superficies de acabado de aparatos y como adhesivo.
- Resinas poliéster: estas resinas se hacen principalmente a partir de los anhídridos maleico y ftálico con propilenglicol y uniones cruzadas con estireno. El uso de estas resinas con refuerzo de fibra de vidrio ha reemplazado a materiales como los termoplásticos de alta resistencia, madera, acero al carbón, vidrio y acrílico, lámina, cemento, yeso, etc. Las industrias que mas la utilizan son la automotriz, marina y la construcción. Las resinas de poliéster saturado se usan en las lacas para barcos, en pinturas para aviones y en las suelas de zapatos.

POLIMEROS ELASTOMEROS.

Un elastómero posee un alto grado de elasticidad que es característico del caucho: puede ser deformado considerablemente, para, sin embargo, volver a su forma original. Como en el caso de las fibras sus moléculas son alargadas y delgadas, y se alinean cuando se estira el material. La gran diferencia es esta: cuando se elimina la fuerza de estiramiento las moléculas de un elastómero no permanecen extendidas y alineadas; vuelven a sus conformaciones desordenadas originales favorecidas por la entropía. No permanecen alineadas, porque las fuerzas intermoleculares necesarias para sujetarlas en este ordenamiento son más débiles que la de las fibras.

las cadenas largas de un elastómero se conectan entre si por enlaces cruzados ocasionales: deben ser suficientes para evitar el deslizamiento de las moléculas,

pero no privar a las cadenas de la flexibilidad necesaria para extenderse con facilidad y volver nuevamente al desorden.

El caucho natural ilustra estos requisitos estructurales de un elastómero; cadenas largas y flexibles; fuerzas intermoleculares débiles y enlaces intermoleculares ocasionales.

De los elastómeros sintéticos el más importante es el SBR un copolímero del butadieno (75%) y estireno (25%) que se produce por medio de radicales libres; compite con el caucho en el uso mayor de los elastómeros, o sea, la manufactura de neumáticos para automóviles.

TIPOS DE ELASTOMEROS





HOMOPOLÍMEROS Y COPOLÍMEROS

Los materiales como el polietileno, el PVC, el polipropileno, y otros que contienen una sola unidad estructural, se llaman homopolímeros. Los homopolímeros, a demás, contienen cantidades menores de irregularidades en los extremos de la cadena o en ramificaciones.

Por otro lado los copolímeros contienen varias unidades estructurales, como es el caso de algunos muy importantes en los que participa el estireno.

Estas combinaciones de monómeros se realizan para modificar las propiedades de los polímeros y lograr nuevas aplicaciones. Lo que se busca es que cada monómero imparta una de sus propiedades al material final; así, por ejemplo, en el ABS, el acrilonitrilo aporta su resistencia química, el butadieno su flexibilidad y el estireno imparte al material la rigidez que requiera la aplicación particular.

Evidentemente al variar las proporciones de los monómeros, las propiedades de los copolímeros van variando también, de manera que el proceso de copolimerización permite hasta cierto punto fabricar polímeros a la medida.

No solo cambian las propiedades al variar las proporciones de los monómeros, sino también al variar su posición dentro de las cadenas. Así, existen los siguientes tipos de copolímeros.

Las mezclas físicas de polímeros, que no llevan uniones permanentes entre ellos, también constituyen a la enorme versatilidad de los materiales poliméricos. Son el equivalente a las aleaciones metálicas.

En ocasiones se mezclan para mejorar alguna propiedad, aunque generalmente a expensas de otra. Por ejemplo, el óxido de polifenilo tiene excelente resistencia térmica pero es muy difícil procesarlo. El poliestireno tiene justamente las propiedades contrarias, de manera que al mezclarlos se gana en facilidad de procedimiento, aunque resulte un material que no resistirá temperaturas muy altas.. Sin embargo en este caso hay un efecto sinérgico, en el sentido en que la resistencia mecánica es mejor en algunos aspectos que a la de cualquiera de los dos polímeros. Esto no es frecuente, porque puede ocurrir únicamente cuando existe perfecta compatibilidad ente los dos polímeros y por regla general no la hay, así que en la mayoría de los casos debe agregarse un tercer ingrediente para compatibilizar la mezcla. Lo que se emplea casi siempre es un copolímero injertado, o uno de bloque que contenga unidades estructurales de los dos polímeros. Otras veces se mezcla simplemente para reducir el costo de material.

En otros casos, pequeñas cantidades de un polímero de alta calidad puede mejorar la del otro, al grado de permitir una nueva aplicación.

Copolímeros estireno-butadieno

Los copolímeros de estireno-butadieno con mayor contenido de batadieno, se usan para hacer pinturas y recubrimientos. Para mejorar la adhesividad, en ocasiones se incorpora el ácido acrílico o los ésteres acrílicos, que elevan la polaridad de los copolímeros.

POLÍMEROS ISÓMEROS

Los polímeros isómeros son polímeros que tienen esencialmente la misma composición de porcentaje, pero difieren en la colocación de los átomos o grupos de átomos en las moléculas. Los polímeros isómeros del tipo vinilo pueden diferenciarse en las orientaciones relativas de los segmentos consecutivos (Monómeros).

Los Lubricantes y los Polímeros

Los lubricantes mejoran la procesabilidad de los polímeros, realizando varias importantes funciones.

Reducen la fricción entre las partículas del material, minimizando el calentamiento por fricción y retrasando la fusión hasta el punto óptimo.

Reducen la viscosidad del fundido promoviendo el buen flujo del material. Evitan que el polímero caliente se pegue a las superficies del equipo de procesamiento.

A los lubricantes se los clasifican en:

Externos: Reducen la fricción entre las moléculas del polímero y disminuyen la adherencia polímero metal.

Ceras parafínicas: con pesos moleculares entre 300 y 1500, y temperaturas de fusión entre 65 a 75 °C. Las lineales son más rígidas, por su mayor cristalinidad. En las ramificadas, la cristalinidad es menor y los cristales más pequeños.

Ceras de polietileno: son polietilenos de muy bajo peso molecular, ligeramente ramificadas, con temperaturas de fusión de 100 a 130 °C. Son más efectivas que las parafinas.

Ceras tipo éster: obtenidos de cebsos. Contienen ácidos grasos con 16 a 18 átomos de carbono. El más importante es el triesterato.

7.3.2. Propiedades mecánicas www.ubbi.com.ar (junio 2006)

Fuente: Odian, George; Principios de Polimerización, 1991

Jang, B. Z.; Composicion Avanzada de Polímeros, 1994

Un polímero contiene muchas cadenas de diferentes tamaños entrelazadas ("hechas nudo") entre sí.

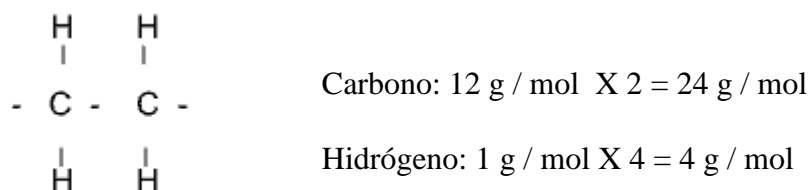
Si la mayoría de cadenas que forman el material son cortas, éstas no se enredan entre sí muy bien. Como consecuencia el polímero se deforma con facilidad. (es suave).

Si la mayoría de las cadenas que forman al material son largas, éstas se enredan entre sí con mucha facilidad y es muy difícil separarlas. Como consecuencia el polímero es difícil de deformar (es duro).

A partir de lo anterior se tiene que la dureza del polímero (y en general sus propiedades mecánicas) dependen de la longitud de las cadenas que lo forman.

La longitud de las cadenas "se mide" con el peso molecular del material.

Tomemos por ejemplo el polietileno.



1 mol de "mers" de polietileno pesa 28g

Si una cadena tiene 3 mers, su peso molecular es $28 \times 3 = 84 \text{ g / mol}$

Si una cadena tiene 5 mers. Su peso molecular es $28 \times 5 = 140 \text{ g / mol}$

De lo anterior se concluye que entre más larga es la cadena, mayor es su peso molecular.

En los materiales polímeros no es posible que todas las cadenas tengan exactamente el mismo tamaño, sino más bien el material está formado por muchas cadenas con diversos tamaños. Para caracterizar el peso molecular del polímero, se utiliza el promedio de los pesos moleculares de todas las cadenas que lo forman. Existen dos opciones para definir al peso molecular:

Peso molecular número promedio. Se obtiene dividiendo las cadenas en una serie de rangos de tamaño y luego determinando la fracción en número de cadenas a partir de cada rango. El peso molecular número promedio se calcula así:

$$\bar{M}_n = \sum x_i M_i$$

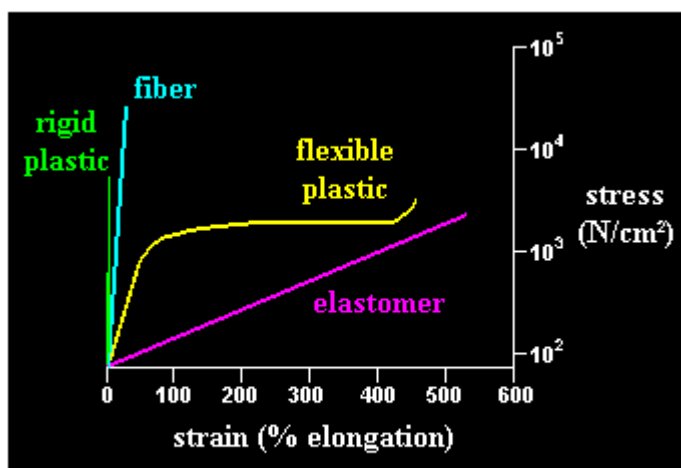
Mi representa el peso molecular promedio (a la mitad) del rango i, y xi es la fracción del número total de cadenas que se encuentran dentro del rango i.

Peso molecular peso promedio. Se basa en la fracción en peso de los rangos de tamaño definidos. El peso molecular peso promedio se calcula así:

$$\bar{M}_w = \sum w_i M_i$$

Mi es el peso molecular promedio dentro del rango de tamaño y wi es la fracción en peso de las moléculas que corresponden a dicho rango.

El gráfico anexo compara curvas típicas tensión-estiramiento para diferentes clases de polímeros. Puede verse en la curva verde, que plásticos rígidos como el polietileno, el poli(metil metacrilato o los policarbonatos pueden soportar una gran tensión, pero no demasiada elongación antes de su ruptura. No hay una gran área bajo la curva.



After Odian, George; *Principles of Polymerization*, 3rd ed., J. Wiley, New York, 1991, p.34.

Decimos entonces que estos materiales son resistentes, pero no muy duros. Además, la pendiente de la recta es muy pronunciada, lo que significa que debe

ejercerse una considerable fuerza para deformar un plástico rígido. De modo que resulta sencillo comprobar que los plásticos rígidos tienen módulos elevados.

Resumiendo, los plásticos rígidos tienden a ser resistentes, soportan la deformación, pero no suelen ser duros, es decir, son quebradizos.

Los plásticos flexibles como el polietileno y el polipropileno difieren de los plásticos rígidos en el sentido que no soportan tan bien la deformación, pero tampoco tienden a la ruptura. El módulo inicial es elevado, o sea que resisten por un tiempo la deformación, pero si se ejerce demasiada tensión sobre un plástico flexible, finalmente se deformará. Usted puede comprobar esto en su casa con una bolsa plástica. Si la estira, será difícil al comienzo, pero una vez que la ha estirado lo suficiente, lo hará cada vez con mayor facilidad. Como conclusión, podemos decir que los plásticos flexibles pueden no ser tan resistentes como los rígidos, pero son mucho más duros.

Es posible alterar el comportamiento tensión-estiramiento de un plástico con aditivos denominados plastificantes. Un plastificante es una molécula pequeña que hace más flexible al plástico. Por ejemplo, sin plastificantes, el poli(cloruro de vinilo), o PVC, es un plástico rígido, que se usa tal cual para cañerías de agua. Pero con plastificantes, el PVC puede ser lo suficientemente flexible como para fabricar juguetes inflables para piletas de natación.

Las fibras como el KevlarTM, la fibra de carbono y el nylon tienden a exhibir curvas tensión estiramiento como la de color celeste que se ve en el gráfico de arriba. Al igual que los plásticos rígidos, son más resistentes que duras, y no se deforman demasiado bajo tensión. Pero cuando es resistencia lo que se requiere, las fibras tienen mucho que ofrecer. Son mucho más resistentes que los plásticos, aún los rígidos, y algunas fibras poliméricas como el KevlarTM, la fibra de carbono y el polietileno de peso molecular ultra-alto poseen mejor resistencia ténsil que el acero.

Los elastómeros como el poliisopreno, el polibutadieno y el poliisobutileno muestran un comportamiento mecánico completamente diferente al de los otros tipos de materiales. Al observar la curva de color rosa en el gráfico de arriba apreciamos que los elastómeros tienen módulos muy bajos, puede verse en la suave pendiente de la recta. Si los elastómeros no tuvieran módulos bajos, no serían buenos elastómeros. Para que un polímero sea un elastómero, le hace falta algo más que tener módulo bajo. El hecho de ser fácilmente estirado no le da demasiada utilidad, a menos que el material pueda volver a su tamaño y forma original una vez que el estiramiento ha terminado. Las banditas de goma no servirían de nada si sólo se estiraran y no recobraran su forma original. Obviamente, los elastómeros recobran su forma y eso los hace tan sorprendentes. No poseen sólo una elevada elongación, sino una alta elongación reversible.

Más Allá de las Propiedades ténsiles

Cuando tratamos con otras propiedades, como las de compresión o flexión, las cosas pueden ser totalmente distintas. Por ejemplo, las fibras poseen alta resistencia ténsil y también buena resistencia a la flexión, pero por lo general

exhiben una desastrosa resistencia a la compresión. Además tienen buena resistencia ténsil sólo en la dirección de las fibras.

Combinando Cualidades

Uno puede sacrificar la resistencia en favor de la dureza, por ejemplo. Pero a veces podemos combinar dos polímeros con diferentes propiedades para obtener un nuevo material con las propiedades de ambos por separado. Existen tres formas de hacer esto, que son la copolimerización, el mezclado, y la obtención de compósitos.

El Spandex es un ejemplo de un copolímero que combina las propiedades de dos materiales. Es un copolímero que contiene bloques de polioxietileno elastómero y bloques de un poliuretano, precursor de fibras rígidas. El resultado es una fibra que se estira. El Spandex es empleado para la confección de ropa de gimnasia, como los pantalones para ciclismo.

El polietileno de alto-impacto, es una mezcla que combina las propiedades de dos polímeros, el etileno y el polibutadieno. El polietileno es un plástico rígido. Cuando se lo agrega a un elastómero, como el polibutadieno, forma una mezcla de fases separadas, que tiene la resistencia del polietileno y la dureza aportada por el polibutadieno. Por esta razón es mucho menos quebradizo que el polietileno puro.

En el caso de un material compuesto, generalmente empleamos una fibra para reforzar un termorrígido. Los termorrígidos son materiales entrecruzados cuyo comportamiento tensión-estiramiento es a menudo similar al de los plásticos. La fibra incrementa la resistencia ténsil del compuesto, en tanto que el termorrígido le confiere dureza y resistencia a la compresión.

7.4. Asfalto

<http://dei.uca.edu.sv/mecanica/Facilitadores/PM%20Alfabetico2.htm>
(junio 2006)

La norma ASTM D8 define los asfaltos como: "Materiales aglomerantes sólidos o semisólidos de color que varía de negro a pardo oscuro y que se licuan gradualmente al calentarse, cuyos constituyentes predominantes son betunes que se dan en la naturaleza en forma sólida o semisólida o se obtienen de la destilación del petróleo crudo; o combinaciones de éstos entre sí o con productos derivados de estas combinaciones".

Es un aglomerante resistente, muy adhesivo, altamente impermeable y duradero, es una sustancia plástica que ofrece flexibilidad controlable a las mezclas de áridos con las que usualmente se combina.

Origen del asfalto

Comenzó a usarse por el hombre aproximadamente 3800 años antes de Cristo. Fueron empleados como cementos para mantener juntas las piedras de mampostería y como impermeabilizantes en piscinas y baños, también, al ser mezclado con arena, se usaron para pavimentar calles y pisos de palacios.

Los egipcios lo usaron como proceso de momificación y material de construcción. Los griegos y los romanos también el asfalto ardiente como arma militar.

El asfalto natural se origina a partir de depósitos superficiales de asfaltos, cuando el petróleo crudo sube a la superficie terrestre y forma charcos; o a partir de rocas asfálticas, cuando el asfalto está impregnado en rocas porosas. También existe una forma llamada gilsonite que es el asfalto relativamente puro, duro y quebradizo que puede extraerse económicamente de la tierra para fines comerciales.

CLASIFICACION	DESCRIPCION
<u>ASFALTOS REBAJADOS O BETUNES FLUIDIFICANTES</u>	El asfalto rebajado se produce disolviendo el betún en un solvente. Los solventes se llaman a veces destilados diluentes. El solvente se evapora después de completarse la construcción, dejando al cemento asfáltico para que lleve su función.
BETUNES DE DESTILACION O CEMENTOS ASFALTICOS	Son ligantes básicos en la construcción de <u>pavimentos flexibles</u> . Es el último residuo de la destilación del petróleo, a temperatura ambiente son sólidos o semisólidos de color café oscuro. Para mezclarse con materiales pétreos, debe calentarse a 140 °C.
<u>EMULSIONES ASFALTICAS</u>	Sistema de dos líquidos inmiscibles en el que uno se dispersa en el otro en forma de gotas diminutas, la primera fase se llama dispersa y la segunda continua. La emulsión asfáltica es una emulsión de betún asfáltico en agua que contiene pequeñas cantidades de agentes emulsificantes; es un sistema heterogéneo que contiene dos fases normalmente inmiscibles (asfalto y <u>agua</u>).

Los usos del asfalto dentro de la industria de la construcción son:

- **Para construcción de pavimentos flexibles**, que es un tipo de superficie de rodamiento construidas sobre bases adecuadas, con agregados pétreos y productos asfálticos.

El pavimento flexible es una alternativa para la protección de la superficie de rodamiento de caminos, debido a que están sujetos a fuerzas destructivas por la acción del tránsito, dado que la velocidad de los vehículos provoca un vacío parcial que succiona el material fino de la superficie, dando lugar a polvaredas detrás del vehículo, también la fricción de las ruedas de los automotores produce abrasión, desgaste y desintegración de las partículas.

Un pavimento flexible debe cumplir con ciertas características físicas, a continuación se mencionan algunas características deseables en pavimentos flexibles:

- Estabilidad: considerada como la resistencia del pavimento a deformaciones provocadas por el tránsito.
- Durabilidad: considerada como la resistencia del pavimento al deterioro, tanto por intemperismo como por el tránsito, es imprescindible que un pavimento flexible pueda conservar sus condiciones iniciales por largo tiempo.
- Flexibilidad: debe ser lo suficientemente flexible para resistir, sin agrietarse, las deformaciones normales de la base y sub-base.

- **Como impermeabilizante:** sustancia que provee protección a los elementos estructurales o no estructurales con porosidades, que ofrecen resguardo contra la intemperie y que son permeables a líquidos y vapores, especialmente al agua.

Los materiales bituminosos son sustancias en las cuales el betún está presente o del cual pueden ser derivados. Los impermeabilizantes bituminosos más utilizados son los asfaltos, el Alquitrán (sustancia viscosa y negra, producto de la condensación de los gases que se desprenden de la destilación seca de materias hidrocarbúricas, principalmente de hulla y madera) y la Brea (sub producto del alquitrán)

- **Como material estabilizante** por impermeabilización para fabricación de bloque de adobe estabilizado y para material selecto, en general como elemento de estabilización para suelos.