

MATERIA: TECNOLOGÍA INDUSTRIAL I.

BLOQUE III. MATERIALES.

TEMA 16. MATERIALES PLÁSTICOS.

ÍNDICE:

1. LOS PLÁSTICOS.
2. REACCIONES DE POLIMERIZACIÓN.
 - 2.1. Poliadicción.
 - 2.2. Policondensación.
3. FUERZAS DE ENLACE EN LOS POLÍMEROS.
4. TIPOS DE POLÍMEROS SEGÚN SU ESTRUCTURA.
 - 4.1. Termoplásticos.
 - 4.2. Termoestables.
 - 4.3. Elastómeros.
 - 4.4. Plastificación de polímeros.
5. POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS.
 - 5.1. Poliolefinas.
 - 5.2. Polímeros acrílicos y vinílicos.
 - 5.3. Fibras orgánicas.
 - 5.4. Termoplásticos especiales.
6. POLÍMEROS TERMOESTABLES.
 - 6.1. Polímeros de transición.
 - 6.2. Termoestables clásicos.
 - 6.3. Siliconas.
7. ELASTÓMEROS.
 - 7.1. Elastómeros de origen natural.
 - 7.2. Elastómeros de origen sintético.
8. PLÁSTICOS MEJORADOS.
9. LOS MATERIALES PLÁSTICOS Y EL MEDIO AMBIENTE.
10. ACTIVIDADES DE SÍNTESIS.
11. RECURSOS WEB.
12. BIBLIOGRAFÍA.



El descubrimiento en 1864 del celuloide, por parte del químico norteamericano John Wesley Hyatt, constituye el primero de una serie de hallazgos en el campo de los plásticos que han convertido a estos materiales en insustituibles para un gran número de aplicaciones, debido a las enormes ventajas que presentan: resistencia a la corrosión y a los impactos, buen aislamiento térmico y acústico, aspecto estético, etc.

En esta Tema consideraremos las propiedades de los materiales plásticos, su estructura y el motivo de su elección para distintas aplicaciones, tales como la ornamentación o la fabricación de tuberías o de carcasas.

1. LOS PLÁSTICOS.

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

Los polímeros naturales, como la celulosa o las proteínas, están presentes en la vida vegetal y en la animal, respectivamente. El desarrollo de la tecnología química ha permitido conocer y modificar la estructura de los polímeros naturales y fabricar otros totalmente sintéticos con mejores propiedades. Entre estos polímeros sintéticos, fabricados por lo general a partir de productos derivados del petróleo, destacan por su utilidad el polietileno, el poliestireno, el polipropileno, las resinas de urea y fenol, etc.

Las moléculas de alto peso molecular que constituyen los materiales plásticos se construyen por repetición sucesiva de unidades químicas pequeñas y simples, llamadas **monómeros**, que se unen mediante una reacción llamada de **polimerización**. El material obtenido se designa añadiendo el prefijo poli- al nombre del monómero (así, el poliestireno es un polímero formado a partir del monómero estireno).

Los polímeros poseen las siguientes propiedades en común:

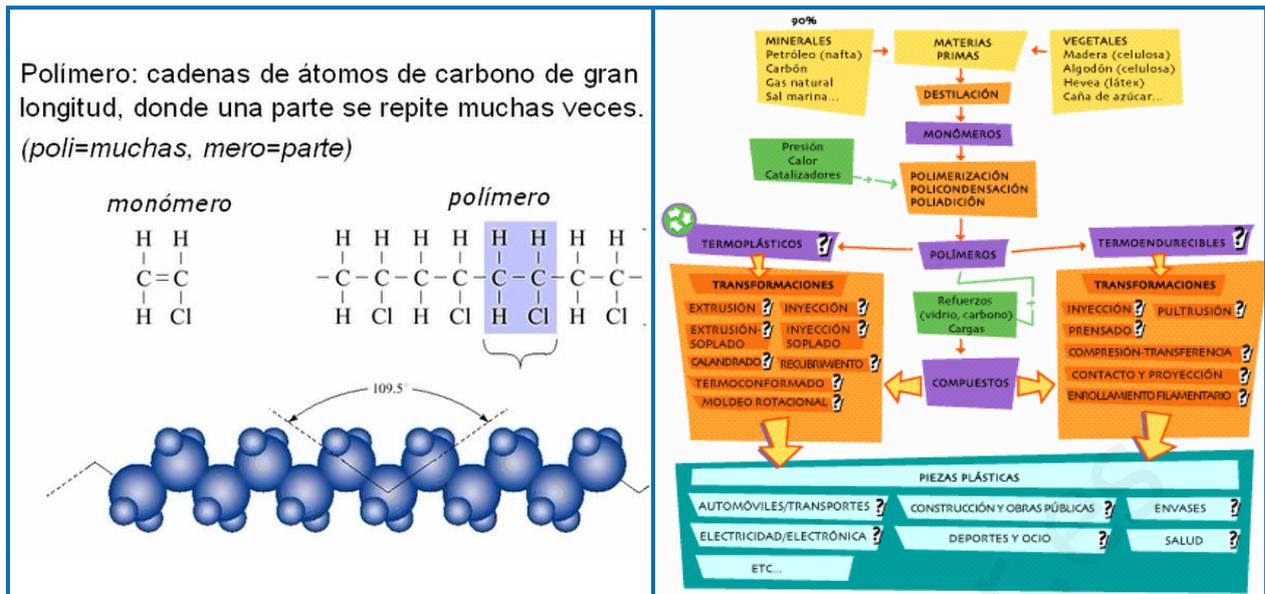
- Bajos costes de producción.
- Alta relación resistencia/densidad, que los hace competitivos en el mercado de piezas ligeras sustituyendo a las fabricadas con aleaciones metálicas.
- Elevada resistencia al ataque químico.
- Alta constante dieléctrica; se utilizan, por ello, como elementos aislantes y capacitivos.
- Pequeña conductividad calorífica; por lo tanto, son buenos aislantes térmicos.
- Su mayor inconveniente radica en su baja temperatura de fusión y en su reducida resistencia al calor; por lo tanto, no podrán utilizarse en aplicaciones que requieran altas temperaturas.

	<p style="text-align: center;">Importancia de los plásticos.</p> <p>La utilización de los polímeros experimentó un crecimiento vertiginoso entre los años 1950 y 1970, durante los cuales su producción se multiplicó por 20, mientras que en el mismo período metales en auge, como el aluminio o el acero, solo multiplicaron su producción por 7 y 3, respectivamente.</p> <p>A partir del año 1974, con la crisis energética, la producción de los polímeros se vio muy afectada (el petróleo es la materia prima fundamental en la fabricación de materiales plásticos); sin embargo, su crecimiento anual se mantuvo en el 10 %, mientras que el de los metales no superó el 2 %.</p>
<p>Los materiales plásticos pueden sustituir a piezas metálicas.</p>	

2. REACCIONES DE POLIMERIZACIÓN.

Los polímeros están constituidos por macromoléculas que se obtienen por la repetición de una unidad simple (**unidad recurrente**), que proviene de una molécula sencilla llamada **monómero** mediante una reacción de **polimerización**. Para que un monómero se polimerice debe contener dos o más grupos reactivos, que permitan su unión con otras moléculas de monómero. Estos grupos reactivos suelen ser:

- Hidroxilo (-OH).
- Ácido o carboxilo (-C-OH).
- Amino (-NH₂).



Las moléculas con un doble enlace entre átomos de carbono ($>C = C<$) también son susceptibles de polimerización. Por regla general, el monómero debe poseer un elevado grado de pureza, puesto que las posibles impurezas presentes suelen influir en el proceso bloqueando el crecimiento de las cadenas del polímero y conduciendo a productos de propiedades distintas a las deseadas.

El número de unidades simples (monómeros) que se repiten en una misma molécula de polímero se conoce como **grado de polimerización**.

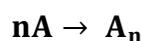
Existen dos tipos fundamentales de reacciones de polimerización:

- Polimerización por adición o **poliadición**.
- Polimerización por condensación o **policondensación**.

2.1. Poliadición.

Consiste en la yuxtaposición de las unidades de un mismo monómero; es decir, cuando a partir de las moléculas sencillas se obtiene un polímero cuya masa molecular es múltiplo entero de la del monómero, no existiendo, además, liberación de moléculas sencillas como agua, amoníaco, alcohol, etcétera.

Ésta es la verdadera polimerización, y esquemáticamente podemos representarla así:



Ejemplos

El etileno (monómero: $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$) a la presión de 1000 atm y en presencia de oxígeno como catalizador se polimeriza a polietileno, cuya unidad recurrente es $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$:

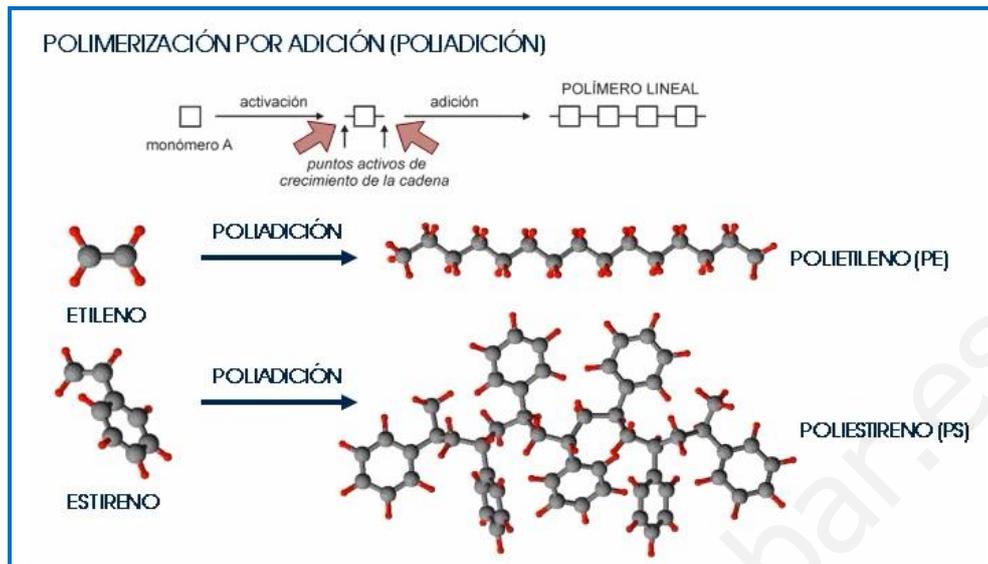


Si se polimerizan conjuntamente dos monómeros distintos, el proceso se denomina copolimerización y la macromolécula que se obtiene, copolímero.

Ejemplos

El cloruro de vinilo (monómero: $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$) se une al acetato de vinilo (monómero: $\text{CH}_3-\text{COO}-\text{CH} = \text{CH}_2$) para originar los copolímeros llamados *resinas vinílicas*.

Al ser la polimerización una auténtica reacción química, la formación de las cadenas de los polímeros exige la previa activación de las moléculas del monómero, lo que se consigue por medio de energía (luz, calor...) o mediante catalizadores.



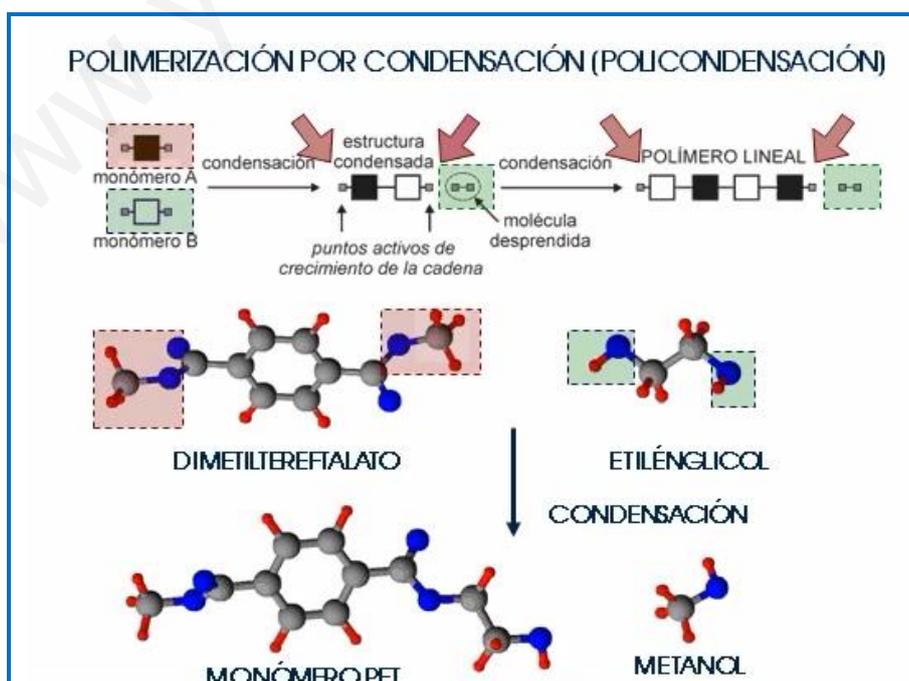
2.2. Policondensación.

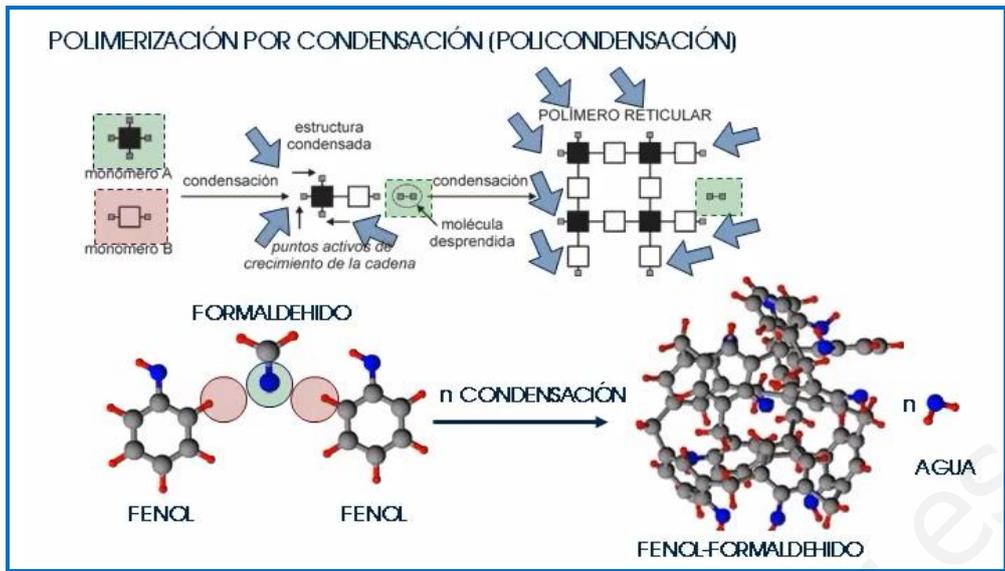
En este tipo de polimerización se produce una reacción que, a la vez que une un monómero a una cadena de ellos, genera pequeñas moléculas de subproductos (agua, alcohol, amoníaco...).

En la cadena resultante aparece siempre un grupo característico que se repite muchas veces como resultado de la reacción de unión de los extremos de la cadena y que da nombre al polímero final:

- -CO-NH- en las poliamidas.
- -O-CO-NH- en el poliuretano.
- -NH-CO-NH- en la poliurea.
- -CO-O- en los poliésteres.

Propiamente no es una verdadera polimerización, puesto que, además de la macromolécula, se forman productos secundarios, de tal forma que la masa molecular del polímero, aunque sea elevada, no es un múltiplo exacto de la masa molecular del monómero.





ACTIVIDADES:

1. Define correctamente los siguientes conceptos: a) monómero; b) polímero; c) copolímero; d) macromolécula; e) grupo reactivo.
2. ¿Qué son reacciones de polimerización? ¿De qué tipos pueden ser? ¿Qué diferencias fundamentales existen entre ellas?
3. ¿Por qué en una reacción de policondensación la masa molecular del polímero no es múltiplo de la del monómero que lo forma?

3. FUERZAS DE ENLACE EN LOS POLÍMEROS.

La simple consideración de las reacciones de polimerización que dan lugar a un material plástico permite deducir que su peso molecular no es siempre el mismo, aunque aumenta a medida que transcurre el proceso de polimerización. Por lo tanto, dentro del mismo material existirá una distribución de pesos moleculares alrededor de su peso molecular medio (\bar{M}), y también habrá cierta variación en torno al valor medio del grado de polimerización (\bar{GP}).

El valor medio del peso molecular es un dato importante, pues cuanto mayor sea éste mayores serán la resistencia a la tracción y la temperatura de fusión del producto fabricado. Los polímeros solo manifiestan una cierta resistencia mecánica cuando sus cadenas están constituidas por más de 200 monómeros; moléculas más pequeñas originan líquidos o sólidos del tipo de la parafina.

Dentro de un polímero existen dos tipos de fuerzas de enlace:

- Las **intramoleculares**, es decir, las que unen los átomos constituyentes de la molécula.
- Las **intermoleculares**, es decir, las que mantienen unidas a las moléculas entre sí. Son más débiles que las anteriores.

<p>En base a los tipos de enlace entre las cadenas poliméricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enlace covalente o enlace primario: fuerte <p><i>Caucho</i></p> <p style="text-align: right;">Enlace covalente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enlace de van der Waals o secundario: débil <p><i>PVC</i></p> <p style="text-align: right;">Enlace por puentes de hidrógeno, secundario o de v.d.W.</p> <p><i>También puede haber entrelazamiento mecánico entre las cadenas (modelo de spaghetti)</i></p>	<p>En base a la localización de enlaces primarios y secundarios:</p> <p>Polímero lineal: una cadena principal sencilla, con pocas ramificaciones.</p> <p>Polímero ramificado: una cadena principal sencilla con muchas ramificaciones pero que no se unen con otras cadenas</p> <p>Polímero entrecruzado: las cadenas poliméricas están unidas por enlaces covalentes en algunos puntos</p> <p>Polímero reticulados: se forma una red tridimensional de grupos enlazados por enlaces covalentes.</p> <p><i>No obstante, pueden haber polímeros con estructuras intermedias.</i></p>
<p>Estructura molecular de los plásticos según los tipos de enlace.</p>	

4. TIPOS DE POLÍMEROS SEGÚN SU ESTRUCTURA.

Atendiendo a los enlaces existentes entre sus cadenas, los polímeros se pueden clasificar en tres tipos diferentes:

- **Termoplásticos** (polímeros de estructuras lineales).
- **Termoestables** (polímeros de estructuras reticulares o estructuras tridimensionales).
- **Elastómeros** (polímeros entrecruzados).

El comportamiento de los materiales poliméricos está muy ligado a su ESTRUCTURA

POLÍMEROS LINEALES

- Cadenas lineales: Posibilidad de DESLIZAMIENTO entre cadenas
- Materiales con posibilidad de DEFORMACIÓN ELÁSTICA Y PLÁSTICA
- Funden con la aplicación de CALOR

POLÍMEROS RETICULARES

- Estructura de RED TRIDIMENSIONAL muy tupida: No hay deslizamiento de cadenas
- Materiales altamente FRÁGILES

POLÍMEROS ENTRECruzADOS

- Polímeros LINEALES con pobres propiedades mecánicas que deben RETICULARSE (VULCANIZARSE) para mejorar sus prestaciones
- Redes TRIDIMENSIONALES poco tupidas: POSIBILIDAD DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA

Fabricación de objetos de plástico.

Los objetos de plástico se fabrican por moldeo. Si se trata de resinas termoplásticas se utilizan el moldeo por extrusión, por soplado y al vacío, mientras que para las resinas termoestables se emplean las técnicas de moldeo por compresión y por inyección. En temas posteriores se estudiarán detalladamente los procesos de conformación por moldeo.

La vulcanización.

El proceso de vulcanización fue descubierto en 1839 de un modo casual por el estadounidense Charles Goodyear (1800 - 1860), cuando buscaba aditivos para eliminar la adherencia en el caucho. Un trozo de caucho, al que anteriormente había añadido azufre, se cayó por accidente en un recipiente que se encontraba calentando al fuego. El caucho se inflamó y Goodyear rápidamente lo arrojó a la calle, pero a la mañana siguiente se dio cuenta de que el trozo de caucho había resistido tanto el calor como el frío de la calle y, además, se mantenía elástico y su adherencia había desaparecido.

Actualmente el proceso de vulcanizado se lleva a cabo mezclando caucho (natural o sintético) con azufre en una proporción mínima de 0,15%, y calentando la mezcla hasta los 110 °C (temperatura de fusión del azufre) para que el azufre se disuelva en el caucho. Con porcentajes bajos de azufre (menos del 10%) se obtiene un caucho vulcanizado blando, que se mantiene flexible y elástico entre -30 °C y 100 °C; pero si el porcentaje se hace mayor (25% - 40%) el producto obtenido es la ebonita, un material duro y resistente pero muy poco elástico.

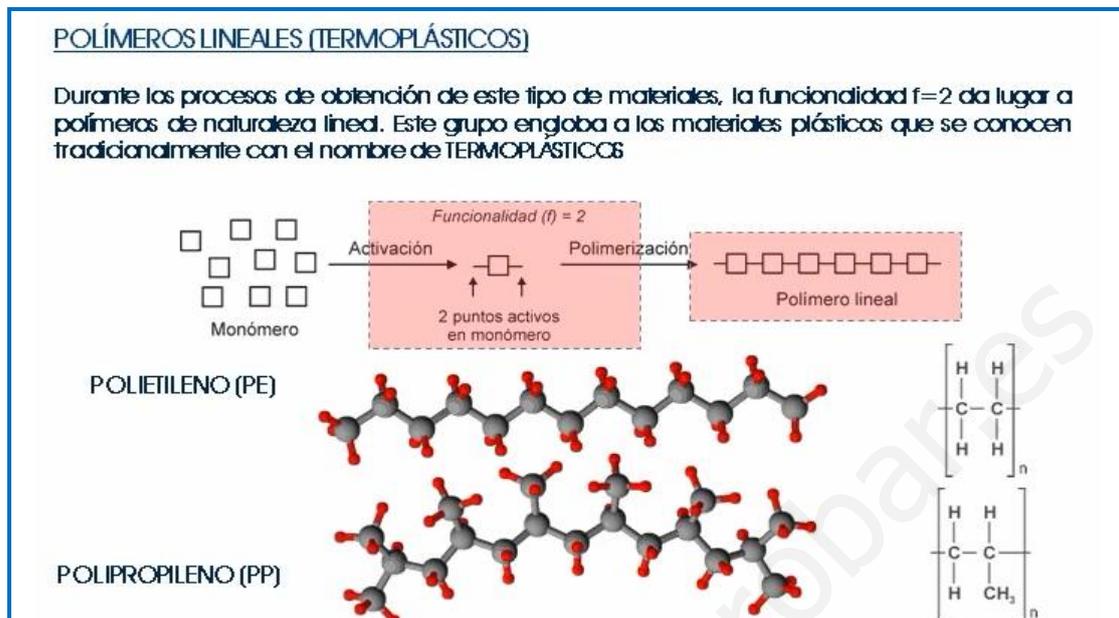
4.1. Termoplásticos.

Son polímeros lineales; es decir, las moléculas solamente crecen en una dirección y su estructura puede ser sencilla o ramificada, uniéndose las moléculas entre sí por enlaces de tipo secundario (intermoleculares).

Cuando se calientan a temperaturas relativamente bajas, los débiles enlaces intermoleculares se rompen y se posibilita el deslizamiento entre las cadenas componentes del polímero, poniéndose de manifiesto un progresivo ablandamiento hasta que se convierten en líquidos (100 - 130 °C). Esta característica facilita el conformado de los polímeros termoplásticos por medio de moldeo, proceso que en teoría se puede repetir múltiples veces, lo que permite recuperar los materiales plásticos de este tipo. Sin embargo, pre-

sentan el inconveniente de que solo se pueden utilizar en ambientes y situaciones de temperatura moderada.

La mayor parte de los polímeros de adición son termoplásticos.



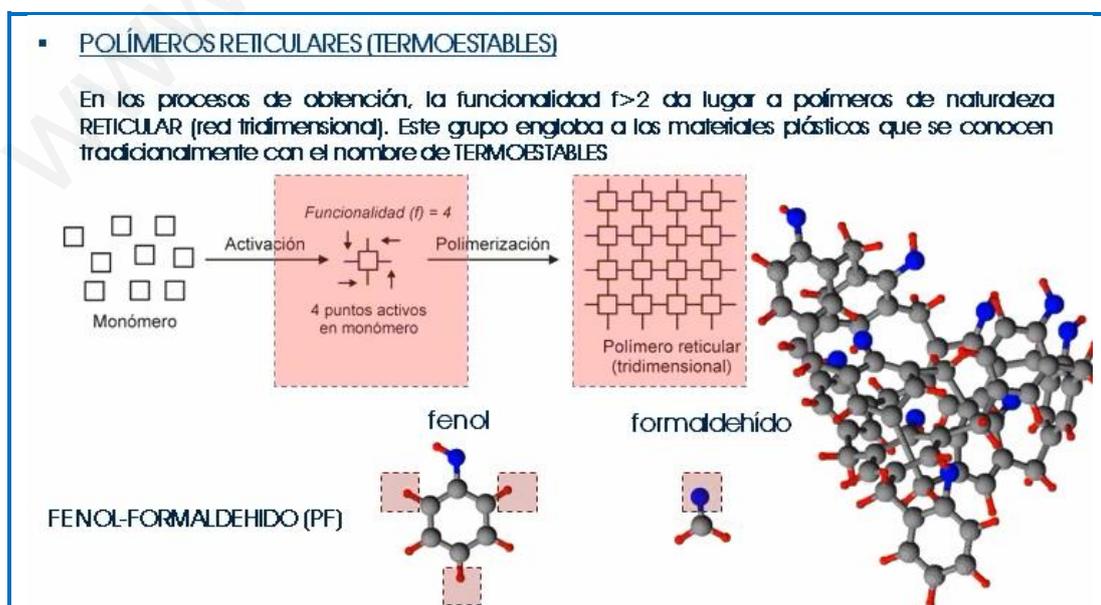
4.2. Termoestables.

Este tipo de polímeros se caracteriza por presentar enlaces covalentes entre sus moléculas, de forma que se obtiene una gigantesca estructura reticulada. Para que esto sea posible, el monómero ha de poseer al menos tres grupos funcionales.

Cuando se calienta un polímero de este tipo, sus moléculas -a diferencia de los termoplásticos- no deslizan, a causa de sus fuertes enlaces intermoleculares. Por lo tanto, después de terminados no pueden ablandarse ni moldearse de nuevo por la acción del calor. Son plásticos obtenidos por condensación, que se moldean antes de que la reacción entre los monómeros haya llegado a su fin (fraguado).

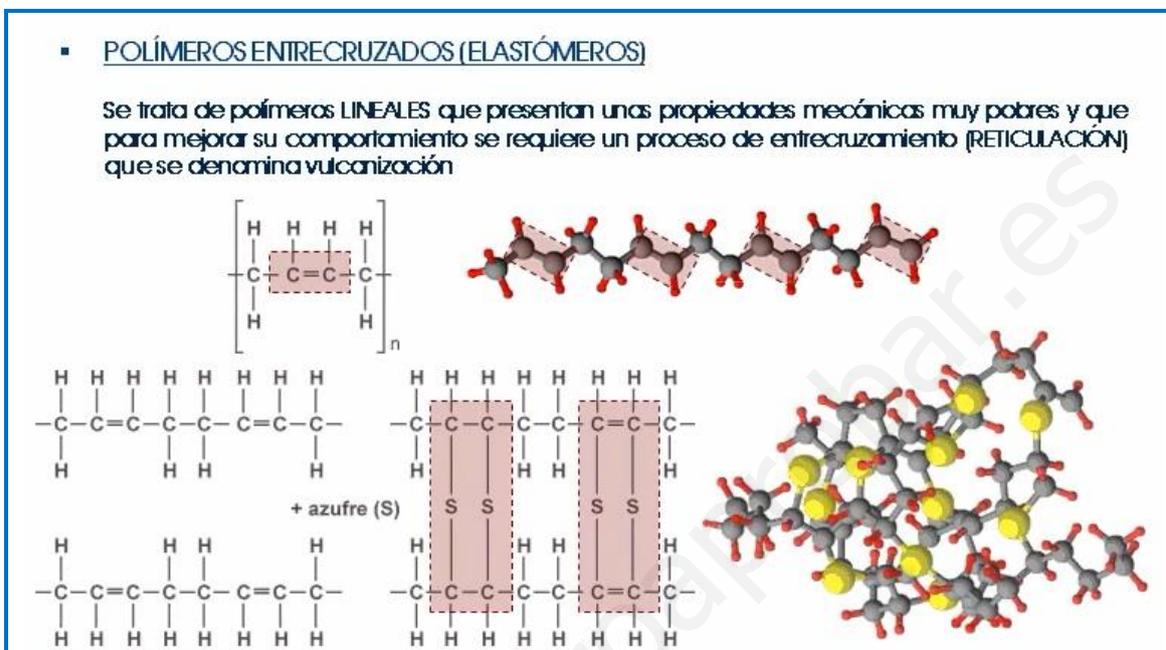
Son insolubles en la mayor parte de los disolventes orgánicos y se descomponen a elevadas temperaturas (cuando la energía térmica aportada sea la suficiente para romper los enlaces covalentes).

Un ejemplo de polímero termoestable es la **baquelita**, que estudiaremos en el apartado 6.2.1.



4.3. Elastómeros.

Son polímeros formados por largas moléculas, unidas de un modo muy disperso por enlaces fuertes. El ejemplo más típico de estos polímeros es la goma natural o **poliisopreno**. El monómero **isopreno** (metil-1,3-butadieno) posee dos enlaces dobles, de los que solo emplea uno en polimerizarse de forma lineal. Cuando se añade una cantidad baja de azufre (para que la unión entre moléculas sea dispersa) se produce el proceso denominado vulcanización, en el que las moléculas se unen (desaparecen algunos enlaces dobles) actuando el azufre como puente entre ellas (C-S-C).



Los elastómeros son materiales muy elásticos; al aplicar una tensión, las cadenas de polímero -que en estado de reposo se encuentran enrolladas aleatoriamente- se estiran, alcanzando longitudes superiores a la primitiva sin romperse. Este comportamiento elástico de los elastómeros se pierde si en el proceso de vulcanización se añade una cantidad elevada de azufre, ya que en ese caso aumentaría el número de enlaces intermoleculares y se obtendría un polímero termoestable.

4.4. Plastificación de polímeros.

Un polímero se puede ablandar y hacer muy flexible añadiéndole unos materiales orgánicos de bajo peso molecular, denominados **plastificantes**. Mediante esta operación disminuyen las fuerzas intermoleculares en los polímeros, ya que los plastificantes se disponen entre sus moléculas y favorecen el deslizamiento de unas respecto a otras.

Si se añade una cantidad elevada de plastificante, las fuerzas intermoleculares en el polímero se hacen muy pequeñas y éste se vuelve líquido (pinturas plásticas). Cuando el plastificante se evapora, la pintura se seca y adquiere consistencia.

Ejemplos.

Adicionando plastificantes al cloruro de polivinilo (PVC, $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$), éste adquiere plasticidad. Los plastificantes utilizados son sustancias de elevado punto de ebullición, tales como los ftalatos de dibutilo, dinonilo y butilbencilo, adipato de dioctilo, fosfatos de tricresilo y trioctilo y muchos polímeros, tales como el adipato de polipropenilglicol. En presencia de una gran cantidad de plastificante el producto puede ser plástico incluso a temperatura ambiente.

ACTIVIDADES:

1. Analiza con un mínimo de detalle las diferencias existentes entre termoplásticos, termoestables y elastómeros, de acuerdo con la estructura que presentan.
2. ¿En qué consiste la vulcanización del caucho? ¿Qué ventajas ofrece en el aspecto práctico?

5. POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS.

Los polímeros termoplásticos se pueden dividir en cuatro grandes grupos:

- Poliolefinas.
- Polímeros vinílicos y acrílicos.
- Fibras orgánicas.
- Termoplásticos especiales.

5.1. Poliolefinas.

Las poliolefinas más importantes son el **polietileno** y el **polipropileno**. Éstas se forman, respectivamente, a partir de los monómeros etileno ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) y propileno ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$), que se obtienen en abundancia en los procesos de refinado del petróleo y del gas natural.

5.1.1. Polietileno (PE).

Es uno de los polímeros más estables e inertes a los agentes químicos. Al igual que el cloruro de polivinilo, presenta una excelente combinación de propiedades mecánicas y eléctricas, que lo hacen apto para múltiples usos industriales, aunque tiene el inconveniente de ser bastante blando.

Con películas de polietileno se construyen invernaderos y túneles de cultivo, que ofrecen la posibilidad de un mejor y más eficaz rendimiento agrícola. Su uso, con este fin, está extendiéndose ampliamente en España.

Otras características importantes de este polímero son su transparencia y baja densidad. Existen dos clases de polietileno:

- **Polietileno de baja densidad** (PEBD). Conocido también como polietileno ramificado, a causa de que sus cadenas presentan múltiples ramificaciones. Debido a ello, su grado de cristalización es bajo (60-70%) y su densidad menor que la del otro tipo de polietileno más cristalino. Presenta un punto de fusión bastante bajo, y su flexibilidad (alargamiento) es elevada. Es uno de los polímeros más estables e inertes a los agentes químicos. Más de la mitad de su producción se utiliza en forma de láminas muy flexibles (bolsas, sacos, papel de envolver, etc.), aunque también se utiliza como recubrimiento de cables y en la fabricación de elementos obtenidos por inyección en moldes.

- **Polietileno de alta densidad** (PEAD). En su estructura apenas existen ramificaciones, por lo que su grado de cristalización es alto (80-95%) y, como consecuencia, su densidad, resistencia mecánica, rigidez y punto de fusión son mayores que en la variedad de polietileno anterior. Se utiliza en la fabricación de botellas, envases, depósitos y recipientes, y se puede moldear de forma sencilla para la construcción de una amplia gama de utensilios domésticos.



El polietileno en la agricultura.

5.1.2. Polipropileno (PP).

El grado de cristalización del **polipropileno** industrial está comprendido entre el 60 y el 75% pero, debido a que sus cadenas poseen grupos laterales metilo (-CH₃), es un producto más rígido y con mayor punto de fusión que el polietileno. Es el plástico industrial de menor densidad (0,9 g/cm³). Su principal limitación reside en su fragilidad a bajas temperaturas, lo que se evita utilizando copolímeros polipropileno-polietileno. Su resistencia al envejecimiento es menor que la del polietileno.

Es un material incoloro o de coloración clara, resistente a la tracción y al choque y con buenas propiedades eléctricas. Se caracteriza por poder doblarse miles de veces sin romperse.

Sus aplicaciones son semejantes a las del polietileno. Se emplea en la fabricación de utensilios de cocina, engranajes que deben funcionar sin lubricación y como aislante eléctrico. También tiene utilidad para piezas de fontanería, cubiertos, cascos de seguridad, tacos a presión, etc.

5.2. Polímeros acrílicos y vinílicos.

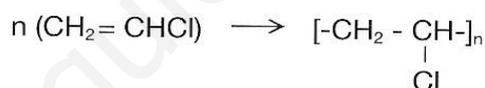
Son polímeros derivados de monómeros en los que figura el radical vinilo (CH₂ = CH-). Expondremos las principales características de algunos de ellos.

5.2.1. Cloruro de polivinilo (PVC).

Es un material vítreo a temperatura ambiente, muy resistente y rígido, aunque su tenacidad es baja. Es difícil de trabajar por su alta viscosidad, incluso a temperaturas elevadas. Es relativamente inestable a la luz y al calor.

No es atacado por los ácidos más comunes y por este motivo se utiliza en la fabricación de tuberías, canalizaciones, cubiertas de tejados, etc.

Se obtiene por polimerización del cloruro de vinilo (cloroetano: CH₂=CHCl):



Existe una variedad flexible del PVC, obtenida mediante la adición de plastificantes, que separan las cadenas de polímeros, haciendo que se atraigan con menor fuerza; así, se logra disminuir su resistencia e incrementar su ductilidad. El PVC flexible se emplea en forma de láminas para la fabricación de bolsas de mano, impermeabilización de tejidos, cubrimiento de suelos, tapizados, revestimiento de cables, etc.

5.2.2. Poliestireno (PS).

Fue durante mucho tiempo el material plástico por excelencia, ya que por su alta fluidez en estado fundido permite fabricar objetos de formas complicadas por inyección en moldes.

Es un material amorfo, resistente, rígido, muy frágil y poco resistente al calor. Se utiliza en la fabricación de accesorios domésticos, juguetes, equipos electrónicos, etc.

Con la adición de pequeñas cantidades de goma se obtiene el poliestireno de alto impacto (HIPS), material de alta tenacidad y buena resistencia mecánica, aunque su resistencia al calor sigue siendo baja.

Si en el proceso de polimerización se añaden algunas sustancias que posteriormente se volatilizan con el calor, se obtiene el llamado **poliestireno expandido** (corcho blanco), **EPS**, que se utiliza en embalajes, paneles aislantes térmicos y acústicos, etc.

Debido a su naturaleza esponjosa amortigua muy bien los golpes.

5.2.3. Resina ABS.

Es un derivado del estireno más tenaz y con mayor resistencia al calor. Al igual que el HIPS, su estructura consta de una matriz vítrea de polímero con inclusiones de elastómero (generalmente polibutadieno). Se emplea en la fabricación de cascos de protección, carcasas de teléfonos y televisiones, máquinas fotográficas, maletas, etc.

5.2.4. Polimetacrilato de metilo (PMMA).

Es un polímero vítreo a temperatura ambiente, que se comercializa con el nombre de **plexiglás** (entre otras).

Se trata de un sólido transparente, incoloro y fácilmente moldeable en caliente. Debido a su transparencia se le llama también vidrio orgánico, puesto que en muchas ocasiones sustituye al vidrio ordinario (en la fabricación de intermitentes de automóvil, lentillas, filtros, farolas, etc.).



5.3. Fibras orgánicas.

Pertencen a este grupo los polímeros que, tras un proceso de hilado, se utilizan en forma de fibras en la industria textil.

Aunque muchos de estos polímeros serán objeto de estudio en Tema siguiente, analizaremos en éste sus características fundamentales.

5.3.1. Poliamidas.

La poliamida más utilizada se conoce comercialmente con el nombre de **nailon**. Su gran elasticidad, alta resistencia a la tracción ($5-8 \text{ kg/cm}^2$) y posibilidad de hilarlo en finísimos hilos, hacen de este polímero una de las principales fibras sintéticas. Se obtiene mediante una reacción de policondensación entre el ácido adípico (que es un ácido dicarboxílico, con dos grupos $-\text{COOH}$) y la hexametildiamina (que posee dos grupos $-\text{NH}_2$); y, con eliminación de agua, se forma una cadena de polímero en la que aparece el grupo repetitivo amido ($-\text{CO-NH}-$).

Las poliamidas son polímeros cristalinos que se utilizan como fibras textiles.

El nailon, además, se emplea como sustitutivo de los metales no féreos en engranajes, soportes, ventiladores, bombas, etc.

5.3.2. Poliésteres.

Se obtienen en la policondensación de un ácido dicarboxílico (normalmente ácidos ftálicos) y un dialcohol (dos grupos $-\text{OH}$; por lo general el etilenglicol), formándose una cadena en la que aparece repetidas veces el grupo éster ($-\text{CO-O}-$). Estos grupos, al igual que en las poliamidas, poseen un fuerte carácter polar que posibilita la formación de enlaces intermoleculares bastante intensos.

Una de las fibras de poliéster más utilizadas es el terileno, que ofrece una gran resistencia a la tracción y con el que se preparan tejidos prácticamente inarrugables. En el comercio se presenta con nombres muy variados: terileno, tergal, enkalene... Los poliésteres, además de ser utilizados como fibras textiles, tam-

bién se emplean como material sustitutivo de las aleaciones no férreas en multitud de aplicaciones.

<p>FÓRMULAS</p> <ul style="list-style-type: none">• Ácido adípico $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$• Hexametildiamina: $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$	 <p>Muchas fibras textiles están fabricadas con poliéster.</p>	 <p>Los policarbonatos se emplean en la fabricación de ventiladores.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.3.3. Derivados de la celulosa.

La celulosa es el polímero natural más abundante, ya que constituye el 50% de la madera. Como resultado de las fuerzas intermoleculares por puente de hidrógeno, su estructura tiene un alto grado de cristalización (70%-80%) y un buen comportamiento mecánico.

Se utiliza en forma de láminas muy finas, transparentes y flexibles (**celofán**) como papel para envolver y empaquetar.

El **celuloide** se obtiene haciendo reaccionar la celulosa con ácido nítrico y añadiendo, a la nitrocelulosa obtenida, plastificantes tales como alcanfor. Fue el termoplástico industrial más antiguo. Debido a su alta inflamabilidad y que al cabo de cierto tiempo se vuelve frágil y quebradizo, los **acetatos de celulosa** han desplazado al celuloide en sus aplicaciones típicas (películas cinematográficas y fotográficas).

5.4. Termoplásticos especiales.

Se trata de un grupo de polímeros con un volumen de producción pequeño, pero que, debido a su resistencia al calor y a sus especiales características mecánicas, se consideran insustituibles en determinadas aplicaciones.

5.4.1. Policarbonatos (PC).

Son termoplásticos cristalinos que se obtienen a partir del ácido carbónico. Se utilizan en la fabricación de carcasas, maquinaria de oficina, engranajes, hélices de barcos, ventiladores, cristales irrompibles para aviones y trenes de velocidad alta, etc.

5.4.2. Poliacetales.

Su unidad repetitiva $-\text{CH}_2-\text{O}-$ forma una estructura lineal y regular que cristaliza de forma notable (75-80%). Posee un punto de fusión alto (180 °C).

Sus propiedades mecánicas son altas; son resistentes a la abrasión y a la corrosión, y no se disuelven en los disolventes comunes.

Están reemplazando a las fundiciones férreas, aleaciones de cinc y latones en pequeñas piezas de automóviles (carcasas, interiores de puertas, paneles de instrumentación), tuberías, etc.

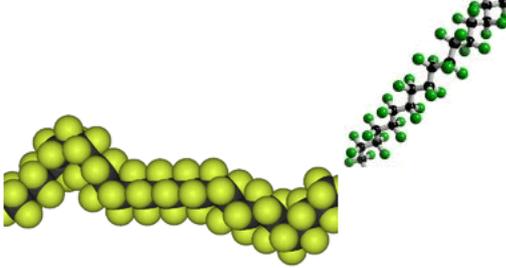
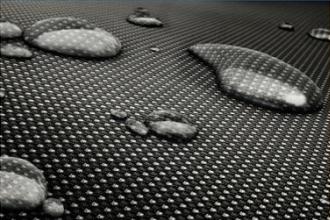
5.4.3. Fluoroplásticos.

Se obtienen a partir del acetileno. Poseen una gran estabilidad térmica y gran tenacidad a temperaturas muy bajas. El más importante de todos ellos es el **politetrafluoroetileno** (PTFE), conocido comercialmente como **teflón**, cuya unidad repetitiva es $-\text{CF}_2-$. Presenta una densidad alta ($2,2 \text{ g/cm}^3$), un elevado grado de cristalización (93% - 95%) y la temperatura de fusión más elevada de todos los plásticos ($T_F = 327 \text{ °C}$).

El teflón es uno de los polímeros más importantes utilizados en la actualidad y sus propiedades más significativas son:

- Resistente a la acción de los ácidos y de los disolventes, incluso en caliente.
- Muy pequeño coeficiente de fricción frente a la mayoría de los materiales.
- Buenas propiedades eléctricas.
- Resistente a la abrasión.
- Soporta altas temperaturas manteniendo su estabilidad (250 °C).
- Es un excelente aislante.

Debido a sus propiedades, el teflón se utiliza en la fabricación de rodamientos, piezas para motores, engranajes, tuberías, material de laboratorio, equipamientos químicos, artículos de cocina (sartenes, cazuelas), como aislante eléctrico en instalaciones de alta tensión, etc.

<p style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ \text{R}-\text{C}-\text{C}-\text{R} \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$ </p> <p>Fórmula del polímero de Politetrafluoretileno.</p>  <p style="text-align: center;">Representación de la molécula de Politetrafluoretileno.</p> <p style="text-align: center;"> $\left(\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ \text{---C---C---} \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array} \right)_n \quad \left(\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ \text{---C---C---} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array} \right)_m$ </p> <p>Fórmula del PFA (perfluoroalcóxido)</p> <p style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array} \xrightarrow[\text{free radical}]{\text{high pressure}} \left(\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ \text{---C---C---} \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array} \right)_n$ </p>		
		
<p style="text-align: center;">Distintas aplicaciones del teflón: tratamientos antiadherentes, aceites lubricantes, fabricación de piezas industriales...</p>		

ACTIVIDAD:

1. Efectúa una clasificación, lo más completa posible, de los polímeros termoplásticos considerados en este apartado, indicando la utilización práctica de cada uno de ellos.

6. POLÍMEROS TERMOESTABLES.

Son polímeros con estructuras tridimensionales; por ello, son productos siempre resistentes y frágiles. Se caracterizan por su gran resistencia al flujo viscoso, incluso a temperaturas elevadas.

6.1. Polímeros de transición.

Forman un grupo de transición entre los polímeros termoplásticos y los termoestables, por lo que presentan propiedades intermedias entre ambos tipos.

6.1.1. Poliésteres no saturados.

Son poliésteres formados a partir de monómeros en los que existe algún doble enlace que, posteriormente, permitirá formar enlaces intermoleculares.

Se obtienen materiales con altas características mecánicas y buena resistencia térmica, utilizados en la fabricación de reforzados de fibra de vidrio.

Se emplean en la construcción de embarcaciones, carrocerías de automóviles, cabinas de camiones, tuberías, etc.

6.1.2. Resinas epoxi.

Su nombre se debe a la existencia de grupos epoxi antes de que se realice el entrelazado molecular.

Son venenosas en estado líquido y sus vapores irritan la piel, pero una vez que se han endurecido se vuelven inodoras, insípidas e inoñas. Resisten muy bien a los agentes químicos y al calor hasta 120-150 °C, y son buenos aislantes eléctricos. Asimismo, son fáciles de trabajar por arranque de viruta y poseen unas buenas características mecánicas y resistencia al desgaste.

Aparte de su utilización como material estructural por sus altas características mecánicas, también se emplean como recubrimiento de conductores eléctricos y como adhesivo, pues se fijan muy fácilmente a los metales.

Al disolverlas en acetona, originan lacas y barnices que endurecen al calentarse; son los llamados barnices al fuego, muy resistentes a los arañazos.

6.1.3. Resinas de poliuretano.

Surgen como resultado de la polimerización de isocianatos y alcoholes. Su grupo característico repetitivo (-NH-CO-O-) permite el establecimiento de enlaces intermoleculares por puentes de hidrógeno.

Se utilizan habitualmente en forma de espumas plásticas de muy baja densidad para la fabricación de paneles aislantes, rellenos de almohadas y colchones, ruedas de fricción, juntas de goma elásticas, pegamentos, barnices, prefabricados para la construcción, etc.

6.2. Termoestables clásicos.

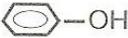
Son resinas que experimentan un cambio físico-químico irreversible, por calentamiento, pasando de ser un material soluble y fácilmente fusible a convertirse en infusibles e insolubles, como resultado de la formación de una estructura tridimensional con fuertes enlaces intermoleculares.

Por ello, los residuos producidos al trabajar estos materiales no pueden volver a fundirse y emplearse de nuevo. Por regla general, arden mal y se sueldan con dificultad.

6.2.1. Resinas fenólicas.

Después de la nitrocelulosa, son los plásticos comerciales más antiguos. Se obtienen por policondensación del fenol y del formaldehído, y se conocen comercialmente con el nombre de **baquelita**, llamada así en honor del químico belga Leo Hendrik Baekeland, que la fabricó por vez primera en 1909.

FÓRMULAS

- Fenol:  -OH
- Formaldehído: H-CHO

Se suelen preparar con materiales de refuerzo que mejoran sus propiedades y abaratan el producto final.

Poseen una buena resistencia al calor y resistencia mecánica. Por sus propiedades dieléctricas se utilizan para fabricar componentes electrónicos.

Resisten brevemente temperaturas muy altas, pues las resinas se carbonizan y mantienen una barrera térmicamente protectora, a diferencia de los metales -que se evaporan- o de los materiales cerámicos, que se funden.

Debido a su baja conductividad térmica, las baquelitas se utilizan para fabricar mangos y asas de utensilios de cocina. Asimismo, se emplean en forma de estratificados, impregnando y dando consistencia a sucesivas capas de papel, madera, contrachapados e incluso circuitos impresos. También se utilizan en recubrimientos protectores y en la fabricación de muelas abrasivas y moldes de fundición (con arena).

6.2.2. Aminorresinas

Existen dos familias de aminorresinas:

- Productos de la policondensación de la urea con el formaldehído.
- Productos de la policondensación de la melamina con el formaldehído (**formica**).

Sus propiedades son muy parecidas a las de las resinas fenólicas. Se utilizan en la fabricación de paneles decorativos, y como adhesivos. También se emplean en la formación de materiales compuestos; así, el principal uso de las resinas de melamina con refuerzos de celulosa es la fabricación de vajillas de alta calidad. Asimismo, debido a sus propiedades refractarias encuentran aplicación para las superficies de las encimeras de las cocinas.

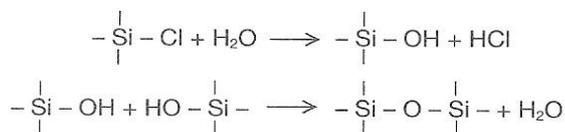


6.3. Siliconas.

La posición del silicio en el Sistema Periódico permite suponer que este elemento pueda formar compuestos análogos a los del carbono. Sin embargo, la energía del enlace Si-Si es la mitad de la del enlace C-C y, por eso, solo resultan estables cadenas con un pequeño número de átomos de silicio (menor de 6).

En cambio, el enlace Si-O es mucho más estable (energía mayor que la del C-C), y es precisamente el que constituye las estructuras de **silicona**.

El silicio no puede formar dobles ni triples enlaces, de modo que solo se pueden conseguir estructuras de polímeros por condensación. Los polímeros de silicona se obtienen por reacciones de condensación de los hidroxisilanos:



La estructura final de un polímero de silicona puede ser termoplástico, termoestable o elastómero, dependiendo del monómero de partida.

Los elastómeros de silicona tienen una gran flexibilidad a temperaturas muy bajas y muestran alta resistencia al envejecimiento y al calor. Se emplean en aislamientos de cables, sellado de juntas, etc. Las resinas de silicona, en cambio, son rígidas y duras y se utilizan como revestimientos aislantes y en pinturas industriales.

ACTIVIDAD:

1. ¿Qué polímeros termoestables conoces? ¿Cómo los podrías clasificar? ¿Qué utilidad poseen?

7. ELASTÓMEROS.

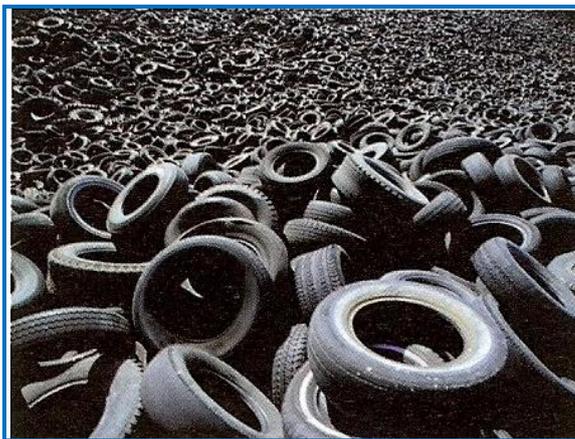
Aproximadamente el 68% de la producción de elastómeros o gomas se emplea en la fabricación de neumáticos.

Todos los elastómeros poseen estructuras lineales con cadenas muy largas y enrolladas, unidas mediante enlaces dispersos. La extraordinaria elasticidad de estos materiales se consigue tras un proceso de vulcanización que, además, dificulta el movimiento de las macromoléculas y con ello la cristalización, que es la causa del endurecimiento y pérdida de elasticidad de las gomas al ser sometidas a temperaturas bajas.

Son materiales típicamente amorfos y extraordinariamente blandos (tienen el menor módulo elástico entre todos los materiales sólidos); además, permiten enormes deformaciones elásticas (500 - 1.000%).

El monómero constitutivo de la goma natural es el isopreno (metil-1, 3-butadieno) que posee dos dobles enlaces, de los cuales emplea uno en la polimerización y el otro lo mantiene. Este segundo enlace doble se utiliza de forma dispersa en algunos monómeros para unir las cadenas de polímero entre sí, empleando el azufre como puente de unión. Por lo tanto, aún restan en la cadena una gran cantidad de dobles enlaces.

El oxígeno, la luz o el calor actúan lentamente rompiendo estos dobles enlaces y formando más puntos de unión intermoleculares, con lo que se produce un descenso en la elasticidad y un aumento en la rigidez del material. Este fenómeno se conoce con el nombre de **envejecimiento** de las gomas.



Las deformaciones elásticas de los elastómeros hacen que sean materia prima de los neumáticos.



El caucho vulcanizado con alto contenido en azufre sirve para realizar peines.

7.1. Elastómeros de origen natural.

El elastómero natural por excelencia es el **caucho**, constituido por repetición del monómero isopreno. Su nombre deriva de dos palabras usadas por los indios sudamericanos: *caa* «lágrimas» y *o-chu* «madera»; es decir, «lágrimas de madera» o, mejor, «madera que llora», ya que el caucho natural es el producto de la coagulación del exudado lechoso (látex) del «árbol de la goma» (*Hevea brasiliensis*).

El látex es una dispersión coloidal de aspecto lechoso, que se obtiene haciendo incisiones acanaladas -en forma de V- en la corteza del árbol, exudando éste unos 900-1.000 g de goma por año.

El látex, una vez coagulado (por calentamiento, por humo o mediante ácidos), se lava y amasa por medio de rodillos, dando origen a una sustancia pegajosa de color amarillento (caucho crepé), o amarillo oscuro, cuya propiedad más característica es su elasticidad. Por otra parte, es blando, adhesivo, se deforma con facilidad, se oxida al aire y, con el tiempo, se hace quebradizo.

Para mejorar sus propiedades, el caucho se somete a un proceso de vulcanización en el que se le añade una cantidad de azufre no superior al 8%.

En la tabla de la página siguiente pueden comprobarse las diferencias entre el caucho natural y el vulcanizado.

Caucho virgen (caucho natural)	Caucho vulcanizado
Elástico.	Elástico.
No se retrae con facilidad a su longitud primitiva.	Recupera fácilmente su forma primitiva.
Se ablanda fácilmente con el calor.	No se ablanda con el calor.
Es adhesivo.	No es adhesivo.
Escasa resistencia a la abrasión.	Muy resistente a la abrasión.
Soluble en disolventes orgánicos.	Insoluble en disolventes orgánicos.

En la fabricación de artículos de caucho se suelen añadir partículas reforzantes como el negro de humo (diminutas partículas de grafito), con el fin de que se adhieran a las cadenas de polímero para acrecentar su resistencia mecánica y mejorar el comportamiento frente al envejecimiento, al no permitir la entrada de la luz solar al interior del material.

Cuando se vulcaniza la goma natural con un contenido alto de azufre se forma una estructura tridimensional totalmente enlazada; a este material se le denomina **ebonita** o **goma dura**, y es un producto rígido utilizado en la fabricación de baterías de automóvil, peines o correas, por ejemplo.

7.2. Elastómeros de origen sintético.

Entre los elastómeros de origen sintético se pueden citar los siguientes:

- **Poliisopreno.** Producto derivado del petróleo, y con estructura similar a la de la goma natural. Constituye el 3,5% del mercado de elastómeros.

- **Cauchos sintéticos.** La escasez de caucho natural durante las dos guerras mundiales obligó a la investigación de otros polímeros de características muy similares. Durante la Primera Guerra Mundial fue Alemania, a causa del bloqueo, la que se vio forzada al desarrollo de estos materiales; mientras que en la Segunda Guerra Mundial fueron los Estados Unidos los que los desarrollaron, al perder el suministro de caucho del Extremo Oriente, bajo el dominio de los japoneses. Entre los cauchos sintéticos más importantes se pueden mencionar:

- **GR-S** (Government Rubber Styrene), también llamado **Buna-S** en Alemania. Es un copolímero formado a partir del 1,3-butadieno ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$) y del estireno. Resiste bien el envejecimiento, el calor y la abrasión. Este tipo de caucho representa el 50% de la producción de elastómeros.

- **GR-A** (Government Rubber Acrilnitrilo). Es un copolímero butadieno-nitrilo acrílico. Por su resistencia a los disolventes se emplea en la fabricación de mangueras para gasolina, correas que deben funcionar contaminadas con aceite, etc. Representa el 2,5% del mercado.

- **GR-I** (Government Rubber Isobutileno), denominado **caucho butilo**. Es un copolímero del isobutileno, con un pequeño porcentaje de isopreno para posibilitar la vulcanización. Por tratarse de un copolímero, no cristaliza, es muy elástico y posee una gran impermeabilidad para los gases. Resulta muy resistente al envejecimiento, pues todos sus dobles enlaces (aportados por el isopreno) se consumen en el proceso de vulcanización. Por su elasticidad e impermeabilidad se utiliza para la fabricación de cámaras para neumáticos, bolsas de agua o aire, mangueras, etc. Representa el 3,5% del mercado.

- **Neopreno.** Polímero derivado del cloropreno. Presenta un buen comportamiento frente al envejecimiento; por ello, se utiliza como revestimiento de cables eléctricos, donde las temperaturas de servicio harían envejecer rápidamente a otras gomas. Sus características mecánicas son análogas a las del caucho natural. Se emplea también para la fabricación de correas.

¿Sabías que...?

Una bolsa de plástico abandonada tiene una duración de 10 a 20 años; y una prenda de nailon, de 30 a 40 años.

ACTIVIDAD:

1. Buscando la bibliografía adecuada, realiza un breve trabajo de redacción acerca de la obtención, propiedades y aplicaciones de los elastómeros de origen sintético.

8. PLÁSTICOS MEJORADOS.

Hoy día, para mejorar algunas propiedades de los plásticos se utilizan:

- **Plásticos reforzados**, formados por dos o más tipos de materiales: uno, plástico; y otro, llamado material de refuerzo, que le confiere resistencia a la tracción. Se utilizan en la fabricación de equipos deportivos, carrocerías de automóviles, camiones y barcos, raquetas de tenis, cañas de pescar, parachoque de coches, alas y fuselajes de aviones, esquís, maletas, cascos, etcétera.

La fabricación de estos materiales se lleva a cabo introduciendo el material de refuerzo, en forma de fibras, en el interior del plástico.

En la actualidad el material más resistente de este tipo es el **kevlar**, empleado en la fabricación de neumáticos, chalecos antibalas, partes de aviones, satélites de comunicaciones, etc.

- **Plásticos laminados**, constituidos por una capa de plástico adosada a otra de un material diferente. Pueden ser:

- *Plástico/papel o cartón*, que resisten la humedad (envases de bebidas, como los tetrabricks...). El plástico utilizado suele ser polietileno de baja densidad.

- *Plástico/vidrio*, que resisten choques y presiones (vidrios de seguridad o antirrobo, envases para bebidas frías o calientes...). El plástico que se emplea suele ser polietileno.

- *Plástico/metal* (latas de conserva, envases de café, etc.). El plástico, que puede ser una resina epoxi o fenólica, evita la oxidación del metal y la posible alteración de los alimentos.

- *Plástico/tejidos*, de gran utilidad en la fabricación de cueros sintéticos, envases de tipo cojín, etc.

- *Plástico/plástico*, para envases de productos alimenticios, bebidas, cosméticos, etc.



Algunas partes de los aviones se construyen con kevlar.

9. LOS MATERIALES PLÁSTICOS Y EL MEDIO AMBIENTE.

La gran dependencia de la humanidad respecto de los materiales plásticos constituye en la actualidad un serio motivo de preocupación en todos los países del planeta. Como la mayor parte de los plásticos son el resultado de una serie de procesos llevados a cabo en la industria, la naturaleza, por lo general, no dispone de medios para deshacerse de ellos. Aunque en los últimos años se han realizado enormes progresos en la investigación de "plásticos biodegradables», no se debe olvidar que la mayor parte de los que se utilizan en la actualidad no gozan de esta característica.

Por otra parte, si bien es cierto que todos los materiales plásticos son combustibles, no siempre es posible recurrir a la incineración a causa de la enorme contaminación que produciría en la atmósfera.

Conviene, por lo tanto, concienciar a la opinión pública acerca de la necesidad de un uso controlado de los materiales plásticos, para evitar -en lo posible- la degradación de nuestro planeta, en el que se acumulan cada vez más residuos, algunos de ellos de una duración extraordinariamente larga.

10. ACTIVIDADES DE SÍNTESIS.

1. Sabiendo que la poliamida (grupo repetitivo $-\text{CO}-\text{NH}-$) se forma por policondensación a partir de un ácido dicarboxílico ($\text{HO}-\text{CO}-\text{R}-\text{CO}-\text{OH}$) y una diamina ($\text{H}_2\text{N}-\text{R}'-\text{NH}_2$), ¿sabrías decir cómo se producirá esta reacción?
2. Explica razonadamente por qué el etileno ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) puede experimentar una reacción de polimerización por adición y, por el contrario, el alcohol etílico ($\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$) no.
3. Un polímero se ha formado a partir de un monómero de masa molecular 50 g/mol mediante una reacción por poliadición. ¿Cuál es la masa molecular del polímero si el grado de polimerización es 10.000? (Supón que no se utiliza ningún tipo de iniciador). Si la reacción de polimerización fuera por condensación, ¿se podría determinar en ese caso la masa molecular del polímero?
4. Razona si las siguientes afirmaciones son ciertas o falsas:
 - a) El etileno ($\text{CH}_2 = \text{CH}_2$) mediante poliadición, da lugar a un polímero termoplástico cuya estructura es, a veces, sencilla y en otros casos, ramificada.
 - b) Un copolímero tridimensional se puede formar a partir de dos tipos de monómeros: uno bifuncional y otro trifuncional.
 - c) Mediante el proceso de vulcanización un polímero termoplástico se convierte en termoestable.
 - d) Las propiedades mecánicas de un polímero con un 50% de grado de cristalización permanecerán constantes, siempre que dicho polímero se mantenga por debajo de su temperatura de fusión.
5. ¿De qué manera la síntesis de elastómeros se vio influenciada por razones políticas? Realiza un breve trabajo de redacción al respecto.
6. Haz una relación de materiales plásticos utilizados en tu casa. ¿Son todos ellos eliminables? ¿Son reciclables? ¿Son biodegradables?
7. ¿Qué son los polímeros termoplásticos? ¿Cómo se clasifican? Cita algunos de ellos, mencionando sus aplicaciones prácticas.
8. Haz una relación de los objetos de plástico utilizados en tu casa. Intenta clasificarlos de acuerdo con los criterios estudiados en este Tema, y enumera sus aplicaciones. Recoge los datos obtenidos en un cuadro como el siguiente.

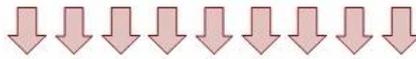
Objeto	Tipo de plástico	Aplicaciones

9. ¿Qué material plástico se utiliza para la fabricación de los siguientes objetos?

- Baterías de automóvil.
- Carcasas de teléfonos.
- Papel de envolver.
- Mangueras para gasolina.
- Intermitentes de automóvil.
- Recubrimiento de cables.
- Cámaras para neumáticos.
- Botellas.
- Tapizados.
- Ventiladores.
- Películas fotográficas.
- Engranajes sin lubricación.
- Correas.
- Paneles de instrumentación de automóviles.
- Barnices al fuego.
- Sartenes.
- Rellenos de colchones.
- Paneles aislantes térmicos y acústicos.
- Vajillas de alta calidad.

ANEXO: NATURALEZA DE LOS PLÁSTICOS (POLÍMEROS).

- Materiales con estructuras basadas en el carbono
- Elevada ligereza
- Amplio rango de propiedades mecánicas
- Buenas propiedades ópticas
- Excelente comportamiento eléctrico
- Buena resistencia a los agentes químicos
- Versatilidad en cuanto a procesos de transformación



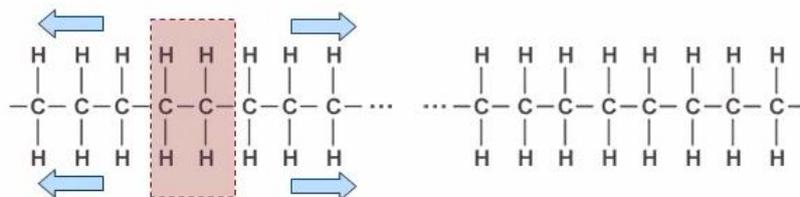
MATERIALES DE GRAN INTERÉS EN LA INGENIERÍA

Plásticos o polímeros.

	Nombre	Fórmula	Peso Molecular [g mol ⁻¹]	Densidad [g cm ⁻³]	Punto de fusión [°C]	Punto de ebullición [°C]
GAS	Metano	CH ₄	16	0,00066	-182	-161
	Etano	C ₂ H ₆	30	0,00128	-183	-89
	Propano	C ₃ H ₈	44	0,0018	-190	-44
	Butano	C ₄ H ₁₀	58	0,0024	-138	-1
LÍQUIDO	Pentano	C ₅ H ₁₂	72	0,628	-130	36
	Hexano	C ₆ H ₁₄	86	0,659	-95	69
	Heptano	C ₇ H ₁₆	100	0,684	-91	98
	Octano	C ₈ H ₁₈	114	0,702	-57	126
	Nonano	C ₉ H ₂₀	128	0,719	-54	151
CERA	Eicosano	C ₂₀ H ₄₂	282	0,780	37	-
	Triacontano	C ₃₀ H ₆₂	422	0,780	66	-
	Heptacontano	C ₇₀ H ₁₄₂	982	0,78	105	-
	Polietileno	C _{60.000} H _{100.002}	700.002	0,955	120	-

Naturaleza de los plásticos o polímeros.

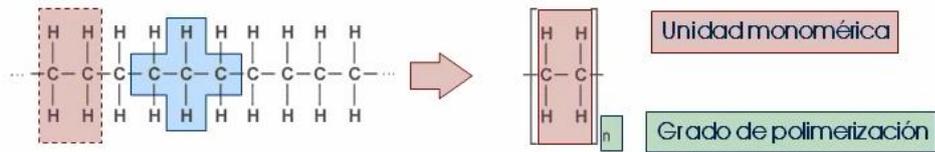
- Los materiales poliméricos son materiales cuya estructura se basa en la formación de moléculas que se caracterizan por la repetición de una unidad básica (monómero)



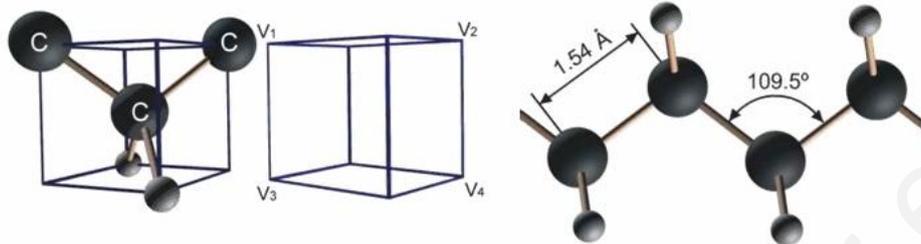
- En su mayoría se trata de materiales sintéticos obtenidos a partir de derivados del petróleo, pero en los últimos años se ha intensificado la investigación en la obtención de polímeros a partir de productos naturales

Bases de la Estructura de Materiales Poliméricos.

- Representación 2D de materiales poliméricos

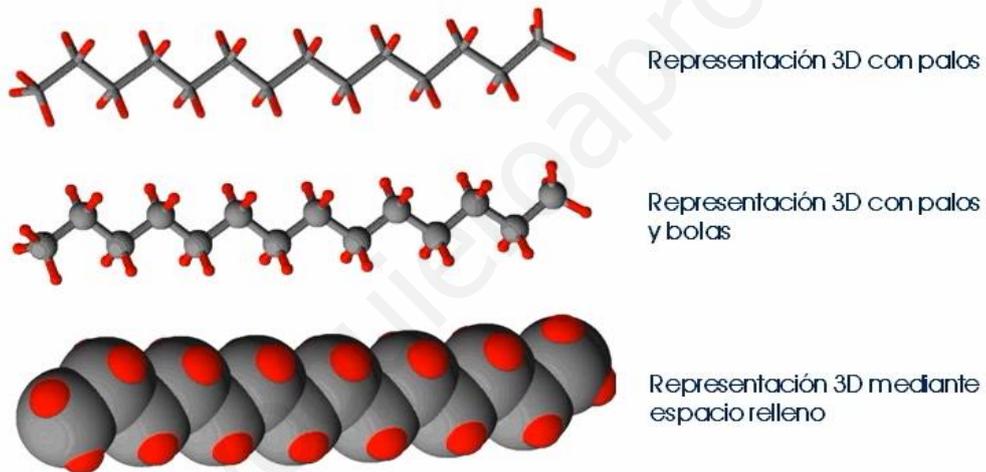


- Representación 3D de materiales poliméricos



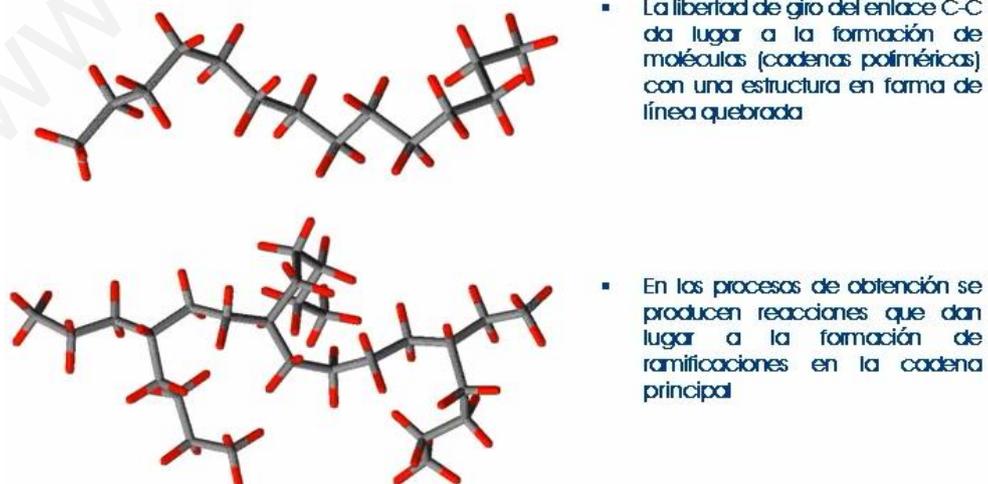
Representación de Estructuras Poliméricas.

- Representación 3D de materiales poliméricos



Representación de Estructuras Poliméricas.

- Representación 3D de materiales poliméricos



Representación de Estructuras Poliméricas.

- Los Materiales Poliméricos ofrecen un AMPLIO RANGO DE PROPIEDADES capaces de satisfacer los requerimientos de muchas aplicaciones de INGENIERÍA
- Estructuras ORGÁNICAS basadas en el carbono (C)
- Su naturaleza de material sólido de aplicaciones en ingeniería se basa en que a medida que aumenta la longitud (peso molecular) de las MOLÉCULAS ORGÁNICAS aumenta su NATURALEZA SÓLIDA
- Generalmente se trata de estructuras formadas por la repetición de una UNIDAD BÁSICA o MONÓMERO

Consideraciones finales.

www.yoquieroaprobar.es