

## Polímeros derivados del petróleo: los termoplásticos

Aunque parezca increíble, objetos tan diferentes como una jeringa descartable, un envase de yogur o la suela de una zapatilla tienen comportamientos comunes frente a diferentes condiciones externas. Por ejemplo, pueden ser reciclados por medios mecánicos, se funden y moldean cuantas veces sea necesario o tienen poca resistencia mecánica al aumento de la temperatura. Otras propiedades de los termoplásticos son variables a la temperatura ambiente: pueden ser blandos o duros, rígidos o flexibles. A continuación, figuran los más importantes.

- ◆ **Poliétileno de baja densidad (PEBD).** Se produce por la poliadición del etileno. Sus usos más comunes son: películas para bolsas y envases de alimentos, impermeabilizador de canales y depósitos de agua, artículos moldeados, aislamiento de cables, laminación de papel, cartón, hojas metálicas, etcétera.
- ◆ **Poliétileno de alta densidad (PEAD).** También se obtiene por la poliadición del etileno. Tiene alta resistencia al desgarramiento, al impacto, al agrietamiento y al desgaste. Algunas aplicaciones del PEAD son las bolsas, las películas para envolturas con baja permeabilidad y baja absorción de grasas, las tuberías de alta presión, los recipientes de gran capacidad (tambores, bidones), los rodamientos, etcétera.
- ◆ **Policloruro de vinilo (PVC).** Se sintetiza por la poliadición del cloruro de vinilo. Según el tipo de aditivo que se le agregue durante su conformación, se podrá obtener **PVC rígido** o **PVC flexible**. Con el primero se fabrican tuberías para agua y accesorios, botellas, separadores para batería. Con el segundo, mangueras, linóleos, sandalias y zapatillas, películas para envolturas, recubrimiento de cables eléctricos, cubreasientos.
- ◆ **Polipropileno (PP).** Se sintetiza por la poliadición del propileno. Es duro, y presenta buena resistencia a la tracción y al impacto, así como buenas propiedades eléctricas; resiste a los agentes químicos y disolventes a temperatura ambiente y soporta muy bien el calor.
- ◆ **Poliestireno.** Se sintetiza a partir del benceno y del etileno. Es duro, rígido y transparente, tiene buenas propiedades eléctricas, es inerte a muchas sustancias químicas y puede colorearse en tonalidades muy variadas. Las desventajas son su fragilidad y su baja temperatura de fusión. Principales aplicaciones: envases de alimentos y medicamentos, vasos, platos y bandejas descartables. Con la forma esponjosa, o poliestireno expandido, se fabrican hieleras, embalajes para electrodomésticos y también se utiliza como aislante en la industria de la construcción.
- ◆ **Poliámidas.** Se preparan por policondensación. Se presentan en escamas blancas, tienen buenas propiedades eléctricas y excelentes propiedades mecánicas. Resisten a la corrosión, son bastante flexibles y elásticas y toleran los efectos a la tracción.
- ◆ **Polimetacrilatos o acrílicos.** Se obtienen haciendo reaccionar la acetona con el ácido cianhídrico. Estos materiales dejan pasar muy bien la luz y son tres veces más livianos que el vidrio. Resisten muy bien los cambios de temperatura, presentan buenas propiedades mecánicas y soportan bien los impactos. Se rayan con facilidad y son fáciles de colorear. Se utilizan en la industria aeronáutica, cristales de seguridad, carteles luminosos, accesorios de baño, etcétera.
- ◆ **Fluorocarbonos.** Se preparan gracias a la acción del ácido fluorhídrico sobre el cloroformo. Pueden ser translúcidos, blancos o grisáceos, repelen la humedad y resisten sin alteraciones temperaturas desde  $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $327\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Son buenos aislantes de la electricidad y soportan ácidos, solventes y altas temperaturas.
- ◆ **Poliésteres.** Se obtienen por policondensación. Los más conocidos son el **poli-carbonato** y el **polietilentereftalato (PET)**. El policarbonato tiene gran resistencia al impacto, al calor y a la abrasión. Sus propiedades ópticas son semejantes a las del vidrio y los acrílicos. Se emplea en visores de cascos de seguridad, cerradío e informática. Los usos más comunes del PET son las botellas de gaseosa y las



El polipropileno se emplea en artículos sanitarios, en utensilios de cocina y menaje, en engranajes que no necesitan lubricación, en materiales descartables correspondientes a productos médicos, farmacéuticos y cosméticos, en envases diversos y en la industria del automóvil.



Las poliámidas resultan fáciles de manejar y se utilizan para cuerdas, hilos de pesca, medias y aislamiento de cables.



En el capítulo 1 se analizan las propiedades de los materiales en general.

## Los plásticos termoestables

Imagínense tratando de darle nueva forma, mediante algún proceso, a una tabla de surf o a un viejo teléfono de baquelita. ¡Es imposible! Los polímeros termoestables cambian su estructura por efecto del calor: cuando se los moldea adquieren su forma definitiva y no pueden adquirir otra al ser calentados de nuevo. En el proceso de calentamiento sufren una degradación molecular que no recuperan cuando se enfrían.

- ◆ **Resinas fenólicas.** Se forman por la reacción del fenol con el formaldehído y reciben el nombre vulgar de **baquelita**. Son de color oscuro. Cuando no se les agrega ningún aditivo, se utilizan en forma de capas para endurecer placas de papel, tejido o madera. También se fabrican con ellas martillos que al golpear no dañan los objetos. Son resistentes a los productos químicos, a la humedad y al calor. Si se usan mezcladas con cargas como la mica, el aserrín o las fibras textiles, mejoran sus propiedades y se obtienen piezas de buena resistencia mecánica, aislación eléctrica y estabilidad ante las variaciones de temperatura. Si bien han sido sustituidas por otros plásticos, todavía se emplean para fabricar botones, interruptores y conectores eléctricos, carcasas de motores, lapiceras, aparatos telefónicos.
- ◆ **Resinas ureicas.** Se obtienen por policondensación de la urea con el formaldehído. Son incoloras e inodoras, duras y tenaces, buenos aislantes eléctricos y no son fotosensibles. En solución acuosa, se usan para fabricar barnices, lacas, vasos, platos, para impregnar papel, como adhesivos para fabricar tableros contrachapados.
- ◆ **Resinas epoxi.** Se sintetizan a partir del acetileno y el bisfenol A. Se presentan en estado líquido o sólido, son de color amarillo oscuro, duras y flexibles. Resisten bien a los agentes atmosféricos, tienen buenas propiedades mecánicas y son buenos aislantes eléctricos. Se aplican en la fabricación de circuitos impresos para electrónica, adhesivos, revestimientos para superficies, artículos de deporte, piezas de avión, embarcaciones.
- ◆ **Resinas melamínicas.** Se producen por la reacción del formaldehído con la melamina. Resisten el calor y la humedad, son tenaces, difíciles de rayar y se colorean fácilmente. Con ellas se fabrican laminados decorativos (conocidos como *fórmica*) para mesas y alacenas, botones, adhesivos, vajillas, mangos de utensilios.
- ◆ **Resinas poliéster.** La denominación química de estas resinas es **resinas poliéster no saturadas** porque por lo menos uno de sus componentes contiene un doble enlace reactivo en su molécula. Son incoloras y transparentes, pero se pueden colorear con facilidad. Poseen buena rigidez, dureza y elevada estabilidad térmica. Reforzadas con fibra de vidrio, se utilizan en embarcaciones, carrocerías de automóviles, paneles para muros, estuches y bandejas.
- ◆ **Poliuretanos.** Se preparan por la poliadición de un poliéster y un derivado del benzol. De acuerdo con las proporciones de los reactivos, se pueden obtener tres tipos de poliuretanos: uno **rígido** y muy duro, que se utiliza para recubrimientos que deban resistir a los disolventes o como pegamentos; otro **blando** y elástico empleado para la fabricación de juntas de goma elásticas y un tercero **espumoso** (flexible o rígido), material con buenas características aislantes. Los poliuretanos también se usan para la fabricación de barnices de gran dureza vítrea.

Las espumas flexibles de poliuretano aíslan bien las vibraciones y se usan para fabricar colchones, relleno de tapizados, embalajes, soporte de alfombras. En cambio, las espumas rígidas son excelentes aislantes térmicos; se usan para mobiliario, embarcaciones ligeras, aislamientos de frigoríficos y edificios.



## Los elastómeros

El bloqueo económico que Inglaterra impuso a Alemania durante la Primera Guerra Mundial (1914-1918) obligó a esta última a invertir todos sus recursos en investigaciones tecnológicas dirigidas a obtener caucho sintético. Después de algunos intentos fallidos, el objetivo recién se logró en 1936 cuando en el Salón del Automóvil de Berlín se presentó el **Buna**, un caucho cuyo nombre proviene de **butadieno** y sodio (**natr**ium) metálico, que interviene como catalizador en la polimerización. A partir de ese momento se desarrollaron en el mercado diferentes tipos de cauchos sintéticos o elastómeros, entre los que se encuentran:

- ◆ **SBR (Buna S)**. Es el elastómero más importante. Se obtiene por **copolimerización** del 1,3-butadieno (75%) y el estireno (25%). Resiste muy bien al envejecimiento, el calor y la abrasión. Se utiliza para la fabricación de neumáticos.
- ◆ **Policloropreno o neopreno**. Se obtiene por polimerización del cloropreno. Es mucho más resistente al calor y a la acción de los aceites y las naftas. Se utiliza en mangueras para combustibles, como recubrimiento interno de los tanques de productos químicos y en trajes para buceo.
- ◆ **Polibutadieno (BR)**. Puede obtenerse la forma *cis*-1,4, de propiedades similares al caucho y que se mezcla con el caucho natural y el SBR para fabricar neumáticos. La forma *trans* reemplaza a la gutapercha y a la balata para el recubrimiento de pelotas de golf.
- ◆ **Caucho nitrilo (Buna N)**. Es un copolímero de dos partes de 1,3 butadieno y una parte de acrilonitrilo. Resiste muy bien a los disolventes, por eso se usa en el revestimiento de tanques de combustible y en mangueras para nafta o gasoil.
- ◆ **Caucho butílico**. Es un polímero del butileno. Es impermeable a los gases, por lo cual se lo usa en la fabricación de cámaras para neumáticos o en la parte interna de las cubiertas sin cámara.
- ◆ **Cauchos de polisulfuro**. El más común es el **tiocol FA**, obtenido a partir del cloruro de etileno. Se los usa como masilla para sellar las ventanas y las costuras de las cabinas de los aviones contra la presión.

## Las siliconas

Las **siliconas** son polímeros de condensación cuya cadena está formada por átomos de oxígeno y de silicio alternados y con un grupo orgánico unido al átomo de silicio. Estos polímeros, desarrollados durante la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), tienen algunas propiedades físicas similares a las de los aceites, las resinas y el caucho, pero resultan más estables frente al calor y a la oxidación. Esta característica hace que las siliconas sean materiales extremadamente útiles. En los sistemas hidráulicos de los aviones, por ejemplo, los aceites de siliconas son excelentes lubricantes ya que pueden soportar temperaturas muy altas sin descomponerse y son químicamente inertes a los metales y a la mayoría de los reactivos. También conservan la viscosidad a bajas temperaturas –que provocan el espesamiento de los aceites hidrocarburos ordinarios– y a altas temperaturas –que hacen que los aceites comunes se diluyan demasiado–.

Las resinas y los cauchos de siliconas son materiales aislantes y resistentes al calor. Su uso está ampliamente difundido. En Medicina, las siliconas se utilizan con frecuencia para la fabricación de prótesis e implantes, como por ejemplo válvulas cardíacas. Los equipos de diálisis y los respiradores artificiales tienen tubuladuras hechas también con estos polímeros.

En la industria, las siliconas se aplican como sustancias aislantes, selladoras e impermeabilizantes. Por ejemplo, en la producción de telas, papeles y cerámicos resistentes al agua. Los circuitos integrados empleados en Electrónica también requieren en su construcción partes de siliconas.



Los cauchos naturales y los elastómeros son los polímeros más elásticos que se conocen. Esta propiedad varía con el tiempo y la temperatura.



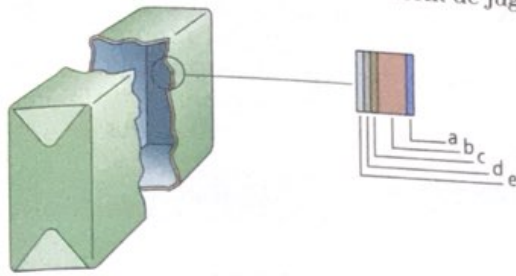
Prótesis de silicona.



**Copolimerización.** Reacción química mediante la cual se obtiene un polímero a partir de dos o más monómeros diferentes. Puede ser una poliadición (caucho SBR) o policondensación (policarbonato).

# Plásticos combinados, reforzados y mejorados

Analicen la estructura de un envase tetrabrik de jugo o de leche.



- a) Capa externa. Polietileno que protege el cartón de la humedad.
- b) Cartón. Proporciona estabilidad al envase.
- c) Polietileno. Es la unión entre el aluminio y el cartón.
- d) Papel de aluminio. Hace de pantalla contra la luz y el aire.
- e) Capa interna. Polietileno que protege el producto.

Podrán observar que la composición del envase no es homogénea. En su fabricación intervienen dos o más materiales –en este caso plástico, aluminio y cartón– dispuestos en capas. Se trata de un plástico combinado. Las capas de los diferentes materiales están superpuestas o soldadas de tal manera que el resultado sea otro material con mejores propiedades que sus componentes por separado.

A continuación se mencionan otros ejemplos de **plásticos combinados**:

- ◆ **Plástico-tejido.** Las fibras textiles están recubiertas por algún plástico que las protege y les confiere flexibilidad. Se emplea mucho en los cueros sintéticos que se utilizan en tapicería y marroquinería.
- ◆ **Plástico-metal.** Muchos productos de metal están recubiertos por una capa plástica, sobre todo para protegerlos de la oxidación. Tal es el caso de los artículos de metal instalados al aire libre o de las latas de conserva, en las que la hojalata se cubre con una película de resina epoxi o fenólica para evitar el contacto con los alimentos. Estos plásticos también se utilizan en la fabricación de ciertas partes de la carrocería de automóviles.
- ◆ **Plástico-plástico.** Es muy común el uso de **plásticos multicapa** en diferentes envases que contienen alimentos, cosméticos o bebidas. Un ejemplo interesante es el sachet de leche. En la parte interna tiene una capa plástica que no permite el paso de la luz y preserva los componentes fotodegradables de la leche; en el exterior, otra capa le otorga resistencia al envase.
- ◆ **Plástico-vidrio.** Ciertos plásticos se usan para proteger los recipientes de vidrio contra la rotura y, además, sirven como aislantes térmicos, tanto para el frío como para el calor.

En los **plásticos reforzados**, a diferencia de los combinados, el plástico y el material de refuerzo están mezclados formando una unidad.

Los materiales que se utilizan como refuerzo suelen ser fibras de vidrio, fibras orgánicas –madera, yute–, fibras de cuarzo, fibras de carbono, etc. Los productos obtenidos tienen propiedades muy superiores a cada uno de los empleados para su fabricación.

Por último, los **plásticos mejorados** son aquellos que combinan un plástico reforzado con otro material.



El material de refuerzo en los plásticos aumenta la resistencia a la tracción del plástico.



¿Qué otros productos de uso cotidiano se presentan en envases de tetrabrik?

## NOTICIAS SOBRE LA TECNOLOGÍA

### Etiquetas antirrobo

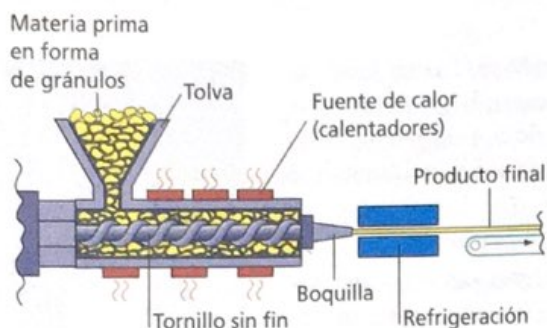
Sucedió en Florida, Estados Unidos, en julio de 1997...

Varios técnicos y diseñadores de envases informan acerca de las ventajas del uso de las etiquetas antirrobo colocadas en diversos artículos de consumo. Éstas son pequeñas etiquetas de plástico duro que poseen en su interior una banda magnética y un pequeño resonador y que están pegadas en el envase o introducidas dentro de él. Cuando pasan por el detector adecuado, en general dos barras instaladas en la puerta de los negocios protegidos contra robos, un transmisor ubicado en una de las barras emite una señal que hace vibrar el resonador. La vibración es captada por un receptor que se encuentra en la otra barra y comienza a sonar una alarma.

# Conformación de los plásticos

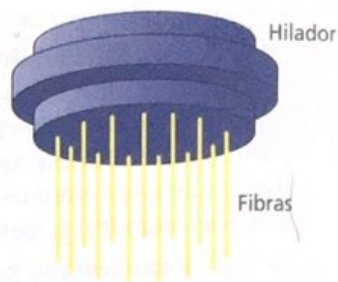
La industria del plástico se divide en tres sectores: el primero es aquel que fabrica polímeros a partir de las materias primas (petróleo, gas) proporcionando **productos semiacabados** (en forma de bolas, gránulos, polvo, placas, varillas, tubos, planchas, etc.) el segundo dispone de dichos polímeros para transformarlos en **productos acabados** y el tercero suministra la maquinaria necesaria para la fabricación y transformación de los plásticos. A continuación, se analizarán los métodos de fabricación más habituales en segundo de los sectores citados.

## Extrusión



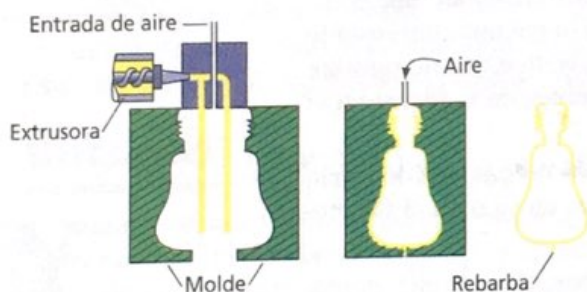
La extrusión consiste en hacer pasar por un cilindro caliente una masa de plástico reblandecida que es empujada mediante un tornillo sin fin hasta una boquilla que le confiere la forma deseada. Se aplica sobre todo para perfiles, tuberías, planchas, hojas, etcétera.

## Hilado



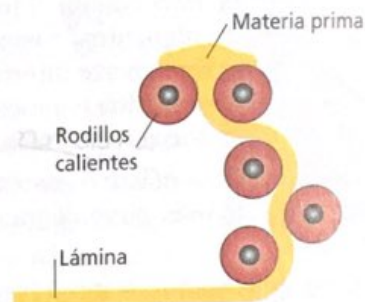
Esta técnica es una variante de la extrusión. Consiste en hacer pasar el polímero termoplástico a través de una boquilla cribada, denominada hilador. Se utiliza para obtener filamentos y fibras.

## Soplado



En este proceso, una extrusora coloca la materia prima en forma tubular entre las cubiertas de un molde; una vez cerrado el molde, se insufla aire por uno de los extremos para que la masa se adapte a las paredes. Se utiliza para fabricar cuerpos huecos en termoplásticos: botellas, regaderas, balones, bidones, etcétera.

## Calandrado



Se calienta la materia prima y se lamina entre varios rodillos hasta formar una lámina continua. La máquina que lo realiza se llama calandria. Este método se utiliza para fabricar planchas de PVC, carteras, carpetas, portadocumentos, toldos, láminas para la agricultura, etcétera.

## Inmersión

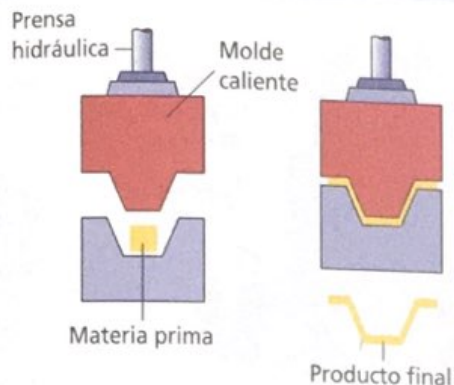


Esta técnica consiste en hacer pasar el objeto que se va a plastificar por un baño de solución plástica. Se usa para plastificar tejidos, papeles y cartulinas, así como para fabricar guantes o gorros, para lo cual se sumerge un molde en el baño de solución plástica.

## Moldeo

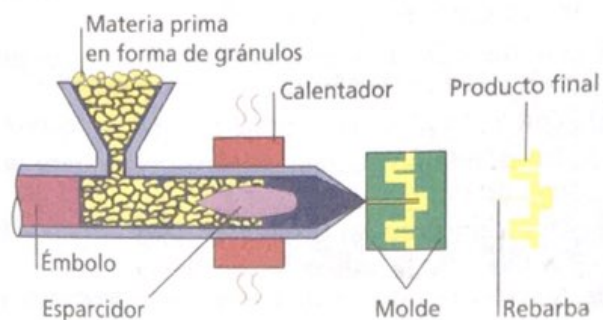
En este método, el molde se llena con la materia prima en estado líquido –el plástico– para que adopte la forma deseada. Hay diferentes tipos: por compresión, por inyección y por transferencia.

### Por compresión



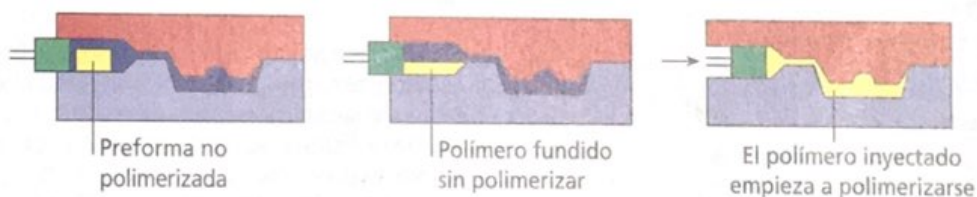
Se realiza con una prensa hidráulica cuyos platos disponen de un molde. Se vierte la materia prima en este último, se cierra, mediante presión y calor, se funde el plástico para que adopte la forma del objeto que se desee obtener. Se usa sobre todo para moldear plásticos termoestables, y se aplica en piezas pequeñas, como interruptores, enchufes, pulsadores, cubiertos, tapones de botellas, etcétera.

### Por inyección



Se efectúa con una máquina que consta de dos partes: una unidad de plastificación, que es una extrusora que impulsa la masa hacia el otro extremo, y una unidad de cierre, que abre y cierra un molde. Se emplea para los termoplásticos y se obtienen artículos de alta calidad, con formas complicadas. Por ejemplo, cajas para botellas, tazas, ruedas dentadas y carcasas.

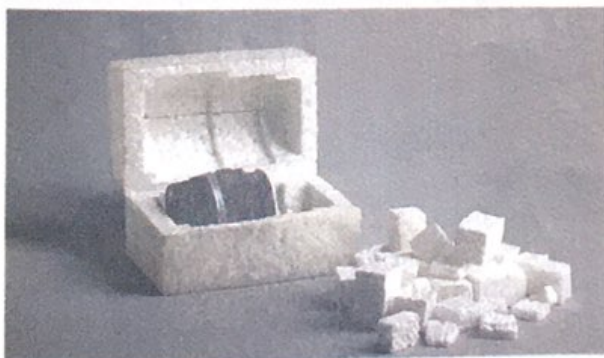
### Por transferencia



Esta técnica se diferencia de la de moldeo por compresión en que la fase de fluidificación tiene lugar en una cámara exterior a la de

moldeo, a la que luego se pasa para dar forma. Se usa, en general, para plásticos termoestables.

### Espumación



Consiste en introducir en el plástico burbujas de aire por agitación, por insuflado o bien añadiendo un agente espumante. Las burbujas se fijan a la masa cuando ésta solidifica, con lo cual disminuyen su densidad y su peso. Se emplea en la fabricación de esponjas, bolas, goma espuma, telgopor, envases para alimentos, etc. Los productos obtenidos mediante este método adquirieron gran importancia en los últimos años, pues es económico y se puede aplicar, cada vez más, a casi todos los plásticos.