

TEMA 5. LOS PLÁSTICOS

1. INTRODUCCIÓN HISTÓRICA

Existen algunos **polímeros naturales**, como la *celulosa*, el *caucho*, el *betún*, las *resinas* o el *látex*. Sin embargo, la mayoría de polímeros usados actualmente son sintéticos y son un producto bastante moderno. Seguramente, algunas personas mayores no los conocían cuando eran niños.

El plástico más antiguo conocido por el hombre es la **laca**, usada por los chinos en el siglo XIII a. C., que se extrae de la savia de un árbol. Los mayas y aztecas conocían el **caucho**, hacia el siglo XIII d. C., con el que impermeabilizaban objetos. También se extrae de la savia de un árbol. Allí fue conocido por los europeos, que llamaron **goma** a esta sustancia desconocida.

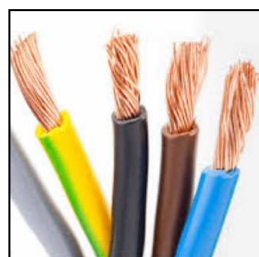
A mediados del siglo XIX se descubrió casualmente el **celuloide**, el primer plástico sintético, cuando se buscaba un material que sustituyera al marfil en la fabricación de bolas de billar.

A principios del siglo XX se fabricó la **baquelita**, que una vez endurecida no era posible volver a ablandar. Fue el primer plástico termoestable. A partir de entonces los descubrimientos se sucedieron con rapidez, sobre todo en EE.UU. a partir de la Segunda Guerra Mundial.

2. PROPIEDADES GENERALES DE LOS PLÁSTICOS

Las propiedades comunes a casi todos los plásticos, y que los hacen tan interesantes, son:

- Buen **aislante eléctrico**: conducen mal la electricidad. Por eso se usan en el recubrimiento de cables y herramientas eléctricas.



- Buen **aislante térmico**: transmiten el calor muy lentamente. Por ejemplo, la baquelita se utiliza para los mangos de sartenes, diversos tipos de espumas para aislar tuberías.



- Buena **resistencia mecánica** para lo poco que pesan. Así, se usan, en la fabricación de juguetes y, reforzados con fibras en sectores industriales como la aviación.



- Gran **flexibilidad**. Esto permite, por ejemplo, fabricar mangueras o botes estrujables.



- Muy **fáciles de moldear** con calor y presión ya que se ablandan sin llegar a fundirse. Esto permite la fabricación de piezas complicadas con facilidad.



- Gran **resistencia a productos químicos** de gran variedad. Podemos observar como productos bastante agresivos como los ácidos, lejías, detergentes, etc., se envasan en botes de plástico sin problemas, cuando si fueran de metal se corroerían.



- **Fácil reciclado**. Algunos de ellos simplemente calentándolos hasta fundirlos y darles nueva forma. Otros por descomposición química. Por último, pueden quemarse para obtener energía.

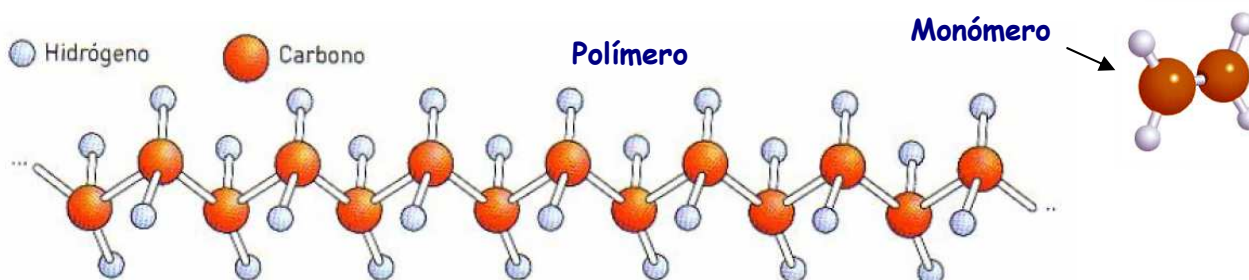


- **Económicos** en comparación con otros materiales como los metales.

3. ¿QUÉ ES UN PLÁSTICO?

Son materiales de origen orgánico que *se pueden moldear fácilmente con calor y presión*.

Los plásticos están constituidos por **polímeros**, que son moléculas de gran tamaño formadas a su vez por otras moléculas más pequeñas que se repiten constantemente llamadas **monómeros**.

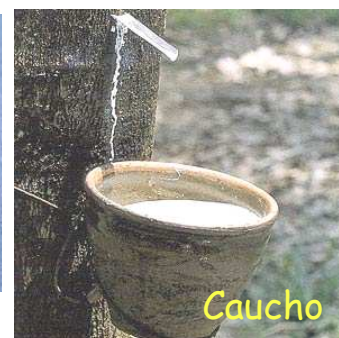


El proceso de unión de monómeros se llama **polimerización**. Se realiza en un *reactor* donde se mezclan los monómeros con otros productos: disolventes, catalizadores, pigmentos. También otros productos que mejoran el plástico (fibra de vidrio, fibra de carbono, fibras textiles, etc.).

4. TIPOS DE PLÁSTICOS

4.1.- Según su procedencia, los plásticos pueden ser naturales o sintéticos:

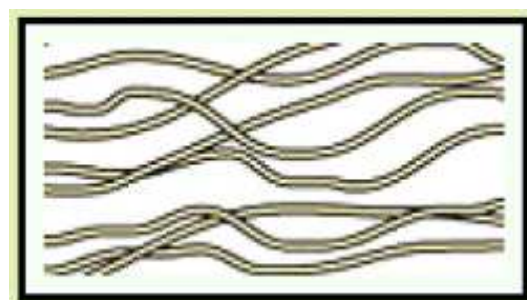
- Los **plásticos naturales** se obtienen de materias primas naturales, como la **celulosa**, procedente de la madera o del algodón, el **caucho natural** o **látex**, procedente de la corteza de un árbol tropical, o la **caseína**, proteína presente en la leche de vaca. Son plásticos naturales algunas **lacas**, la **viscosa** o el **celuloide** (obtenidos ambos de la celulosa).
- Los **plásticos sintéticos** se elaboran a partir de compuestos derivados del petróleo, el carbón o el gas natural. Los monómeros para la fabricación de plásticos sintéticos se obtienen de las **naftas**, que se obtienen a su vez del proceso llamado **destilación fraccionada del petróleo**.



4.2.- Según su composición se clasifican en termoplásticos, termoestables y elastómeros:

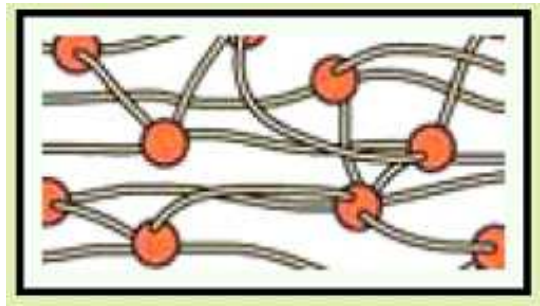
- Los **termoplásticos** se reblandecen con el calor y pueden adquirir fácilmente formas que se conservan al enfriarse. Se pueden reciclar con facilidad calentándolos de nuevo. Son termoplásticos el polietileno, el PVC, el metacrilato, el poliestireno rígido y el poliestireno expandido (porexpan), etc.

Sus moléculas no están entrelazadas, por lo que calentándolos se deforman fácilmente.



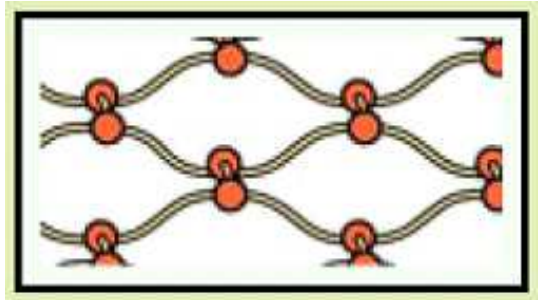
- Los **termoestables** sólo se deforman por calor una vez, adquiriendo su forma definitiva. No se deforman de nuevo aunque se les aplique calor. Su reciclaje suele ser más difícil, contaminante y caro, ya que requiere un proceso químico. Son termoestables la baquelita, la melamina, el poliéster, etc.

Sus moléculas están entrecruzadas y enlazadas entre ellas, lo que dificulta su deformación.



- Los **elastómeros** son plásticos sintéticos con propiedades similares a las del caucho, principalmente la elasticidad ya que son capaces de recobrar su forma original después de sufrir grandes deformaciones por estiramiento. Son elastómeros el caucho artificial, el neopreno, la silicona, etc.

Sus moléculas se ordenan en forma de red con pocos enlaces, lo que permite estiramientos y vuelta a la forma original.



5. PROPIEDADES Y APLICACIONES DE LOS TERMOPLÁSTICOS

5.1. Polietileno de alta densidad (HDPE)

Muy resistente a los esfuerzos. Rígido y resistente a la corrosión. Resiste a bajas temperaturas. Muy ligero, flota en agua. Se ablanda sobre 130 °C.



5.2. Polietileno de baja densidad (LDPE)

Es poco resistente pero muy flexible. También flota. Es muy económico. Se usa en láminas, bolsas, botellas estrujables, etc. Se ablanda a unos 85 °C.



5.3. Polipropileno (PP)

Más duro pero menos flexible que el polietileno. Puede doblarse muchas veces sin romperse (material bisagra). Bastante resistente al calor, se ablanda a unos 150 °C. Flota en agua. Se usa en recipientes, jeringuillas, precinto de cajas, cuerdas, tuberías, redes, etc.



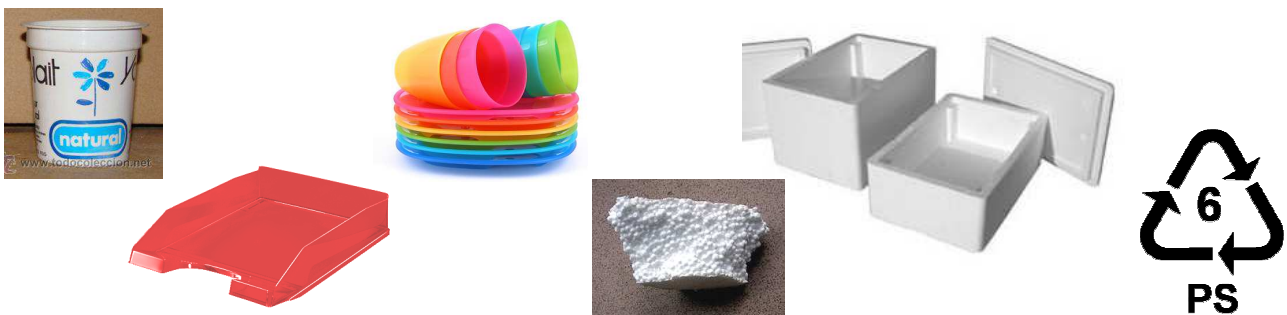
5.4. Policloruro de vinilo (PVC)

Gran resistencia química. Es impermeable. Muy duro. No flota en agua. Es muy resistente al fuego pues no arde por sí solo y se apaga al retirar la llama. Se usa en tuberías, canalones, marcos de puertas y ventanas, revestimiento de cables eléctricos, cinta aislante, mangueras de riego, cortinas de baño, telas impermeables, etc.



5.5. Poliestireno (PS)

Bastante rígido aunque algo frágil. Se colorea con facilidad. Se emplea en juguetes, carcasas de electrodomésticos, envases de yogur, etc. También se usa expandido (porexpan o corcho blanco) en envases de alimentos frescos, embalajes protectores, aislamiento de edificios, etc.



5.6. Polietileno tereftalato (PET)

Transparente e impermeable a componentes gaseosos como el anhídrido carbónico de los refrescos. No flota en agua. Bastante resistente a la corrosión. Se usa sobre todo en botellas de agua, refrescos, aceite y otros productos.



5.7. Policarbonato (PC)

Es muy transparente y 200 veces más resistente que el vidrio. No flota en agua. Es muy resistente a la corrosión. Se usa en la fabricación de CDs, visores para cascos protectores (y el propio casco), lentes ópticas, pilotos, láminas para techos, etc.



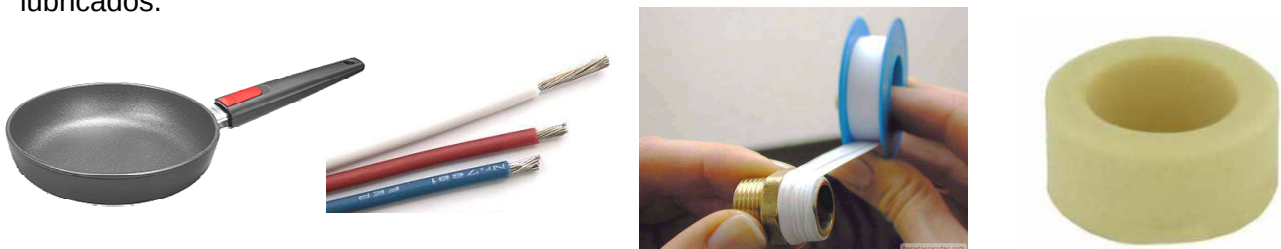
5.8. Metacrilato (PMMA)

Duro, rígido y transparente. Más resistente a los impactos que el vidrio. Se usa como sustituto del vidrio en faros de automóvil, letreros luminosos, vidrios de aviones y barcos, etc.



5.9. Politetrafluoretileno (PTFE)

Más conocido como **teflón**. Es antiadherente y resistente a productos químicos agresivos. También es impermeable (se usa en fontanería) y buen aislante térmico y eléctrico (cable flexible). Tiene un bajo coeficiente de rozamiento, por lo que se usa en cojinetes que no pueden ser lubricados.



5.10. Poliamidas (PA)

La más conocida es el **nailon**. Es muy resistente al desgaste y a los productos químicos. Su temperatura de fusión es alta (sobre 340 °C). Es más conocido su uso como fibra, pero se aplica también en rodillos, cojinetes, engranajes, tornillería, etc.



6. PROPIEDADES Y APLICACIONES DE LOS TERMOESTABLES

6.1. Fenoles (PF)

El más conocido es la **baquelita**. Es buen aislante eléctrico y aguanta bien el calor. Resistente a la corrosión. Es dura pero frágil. Se usa en mangos de utensilios de cocina, en aparatos de teléfono, dispositivos eléctricos, ceniceros, etc. También se emplea en laminados de tableros.



6.2. Aminas (MF)

Se usan como adhesivos, en recubrimientos de tableros (la más conocida es la **melamina**) de muebles y encimeras. También se usa en cascos de barcos. Es buen aislante térmico y resistente a los productos químicos.



6.3. Resinas de poliéster (UP)

Es una resina líquida que se solidifica al añadirle un producto endurecedor, volviéndose un plástico duro y rígido pero frágil. Se refuerza con fibra de vidrio para aumentar su resistencia. Se emplea en depósitos, piscinas, esquís, cañas de pescar, etc.



6.4. Resinas epoxi (EP)

Tiene muy buena adherencia, por lo que se utiliza como adhesivo en construcción (une hormigón con acero) y a nivel doméstico, en la fabricación de pinturas para suelos de garajes y naves industriales, como revestimiento de latas de alimentos, etc.



7. PROPIEDADES Y APLICACIONES DE LOS ELASTÓMEROS

7.1. Caucho (CA)

Es muy elástico, resistente al desgaste, buen aislante térmico y eléctrico y resistente a los agentes químicos. Mejora sus propiedades con el proceso de **vulcanizado**. Se emplea en neumáticos, tubos flexibles, suelas de zapatos, guantes, etc.



7.2. Neopreno (PCP)

Su nombre químico es *policloropreno*. Es muy resistente al calor y a productos químicos como aceite y petróleo. Se utiliza en trajes de buceo, cables, mangueras, cimientos de edificios y apoyo de vigas de puentes para protegerlos de los terremotos, correas de transmisión, etc.



7.3. Poliuretano (PUR)

Se usa sobre todo en forma de espumas (esponjas, almohadas, embalajes, aislantes, etc). También en pinturas de revestimiento de muros.



7.4. Siliconas (SI)

Es estable e inerte químicamente a altas temperaturas. Además es muy flexible. Se usa como lubricante, adhesivo, sellador, moldes de hornear, prótesis médicas, etc.



8. LAS FIBRAS TEXTILES SINTÉTICAS

Son más resistentes que las fibras naturales (lana, seda, algodón, lino,...).

8.1. Nailon

Es un termoplástico de la familia de las poliamidas. Es muy fuerte y flexible. Se usa en medias, cazadoras, cuerdas, *airbags*, tela de paracaídas, etc.



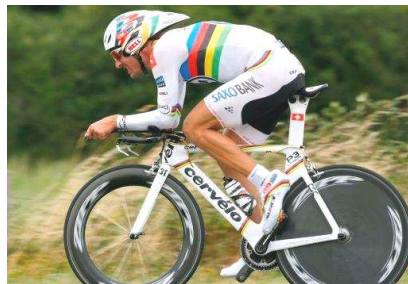
8.2. Poliéster

Es un termoestable. En forma de fibra se usa sola o combinada con algodón o lana, en prendas de vestir, bolsas de viaje, telas impermeables, etc. Es un tejido que absorbe mal el agua, por lo que se seca muy rápido.



8.3. Elastano

Es un elastómero, de la familia de los poliuretanos, conocido comercialmente como **lycra**. Combinado con otras fibras, se usa en medias, corsetería, bañadores y prendas ajustadas en general.



8.4.- El kevlar

El kevlar es una poliamida sintética ligera y excepcionalmente resistente a la rotura. Su resistencia a la tracción es más del doble que la del acero y tiene una tenacidad (capacidad para absorber energía antes de la rotura) unas 8 veces mayor que el acero.

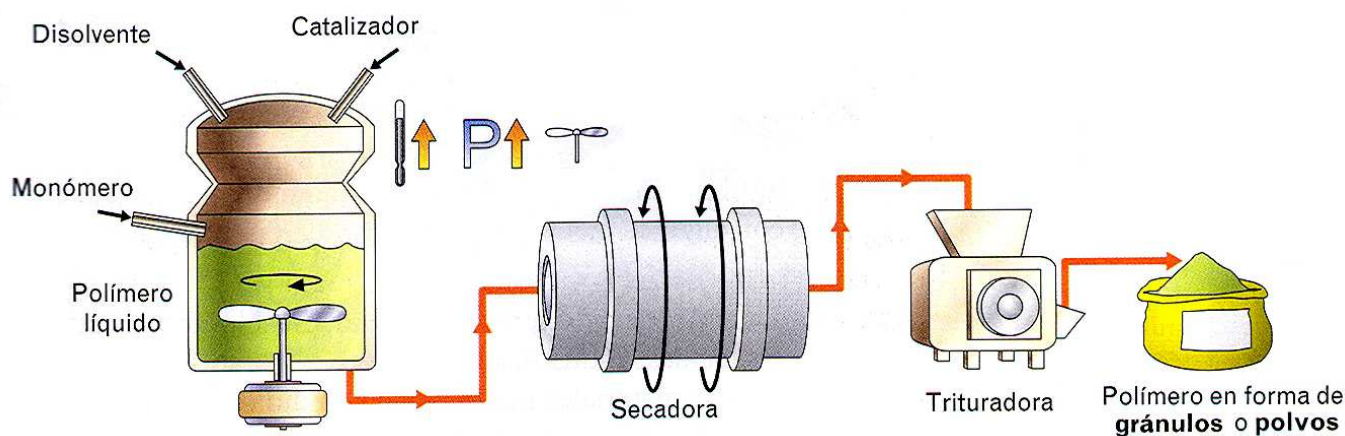
Entre sus aplicaciones se destacan: chaquetas, cuerdas, hilo de coser, guantes anticortes, chalecos antibalas, velas náuticas, cascos y equipamiento de motorista, botas antiperforación, etc.



9. FABRICACIÓN DE OBJETOS DE PLÁSTICO

El primer paso es obtener el polímero a partir del monómero. Este proceso se lleva a cabo en un **reactor**.

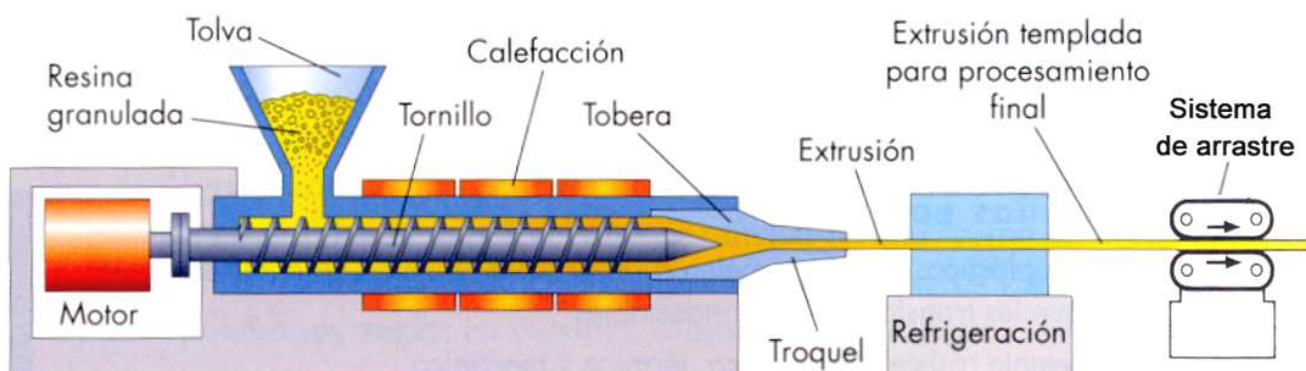
Se introduce el monómero, un **disolvente** y un **catalizador** (activador de la reacción química) y se somete a una temperatura y presión controladas, al tiempo que se agita. En la **secadora**, el polímero es separado del disolvente y se seca. Posteriormente, en la **trituradora**, el material se tritura y se obtiene el polímero en forma de granos (granza) o polvo. También se pueden añadir **colorantes** y otros materiales (**cargas**) para mejorar las propiedades del plástico base.



Una vez obtenido el material plástico en forma de polvo, gránulos o resinas, se le da forma por diversos procesos, dependiendo del tipo de plástico y de la forma que se quiera obtener.

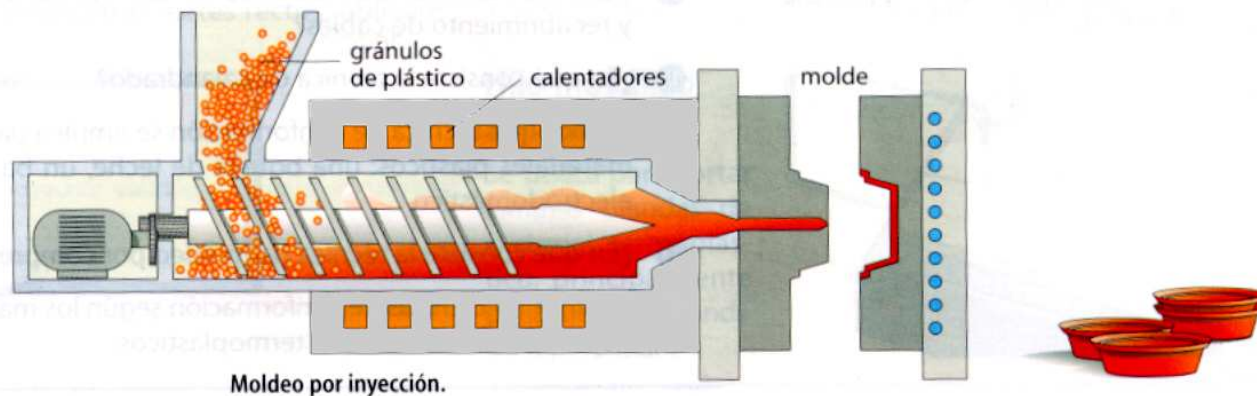
9.1. Extrusión

Se aplica a termoplásticos. El plástico granulado de la tolva pasa al cilindro precalentado obligado por el giro del tornillo sin fin. El material fundido sale por la boquilla o troquel que le da la forma. El material extruido se enfría lentamente mediante un sistema de refrigeración. El sistema de arrastre recoge el perfil obtenido. Se fabrican así tubos, varillas, perfiles, recubrimiento de cables, etc. Cuando se quiere cambiar la forma transversal del perfil basta con cambiar el troquel.



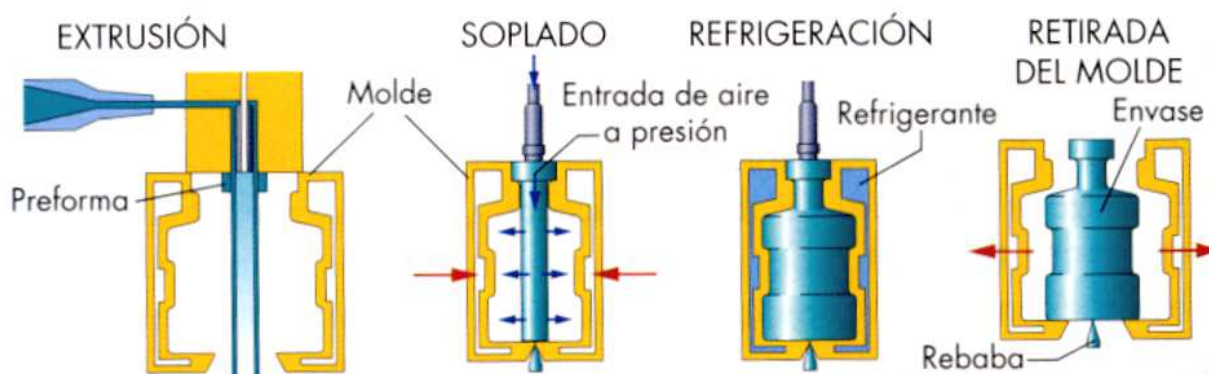
9.2. Inyección

Se aplica a termoplásticos. Mediante una máquina como la extrusora anterior, se introduce el material plástico fundido a presión en el interior del molde. Tras solidificarse el plástico por enfriamiento, se abre el molde y se extrae la pieza. Se pueden fabricar piezas complejas. Se usa para recipientes, cubiertos, carcasas de electrodomésticos, juguetes, etc.



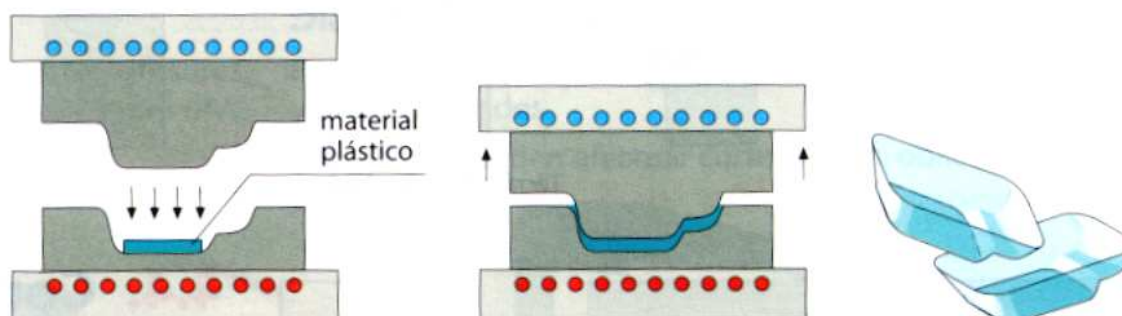
9.3. Moldeo por soplado

Se aplica a termoplásticos. Mediante un dosificador se introduce material plástico fundido procedente de una extrusora en un molde. A continuación se inyecta aire comprimido para empujar al plástico hacia las paredes del molde. Tras el enfriamiento, se abre el molde y se extrae el objeto. Se utiliza para fabricar objetos huecos, como botellas, balones, etc.



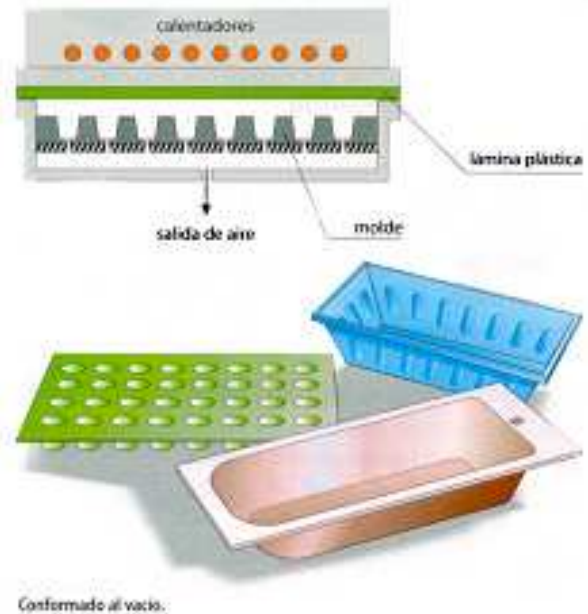
9.4. Moldeo por compresión

Se aplica a termoestables. Se introduce el material plástico en polvo o en grano en la parte hembra del molde. Se comprime con el contramolde macho y se calienta dando lugar a la reacción de polimerización. Pasado un tiempo, se enfría el molde y se extrae la pieza. Se usa para accesorios eléctricos, mangos de cazos, carcasas de electrodomésticos, tapas de inodoros, etc.



9.5. Moldeo al vacío

Se aplica a termoplásticos. Se parte de una lámina de poco grosor que se sujeta sobre un molde. Se calienta para ablandarla y, a continuación, se succiona el aire situado entre la lámina y el molde para hacer el vacío, de forma que la lámina se adhiere al molde y adopta su forma. Tras el enfriamiento, se extrae del molde. Se fabrican así envases de huevos o de dulces, vasos de plástico, salpicaderos de automóviles, letreros comerciales, etc.

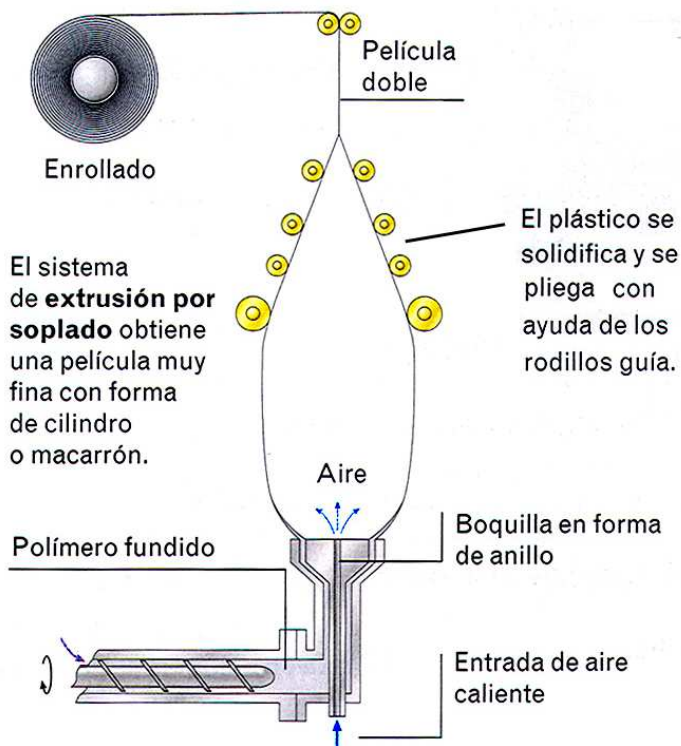


9.6. Laminado por calandrado

Se aplica a termoplásticos. Se hace pasar el material en estado pastoso por entre unos cilindros giratorios y calentados cada vez más juntos con el fin de obtener láminas de pequeño espesor. Se aplica a la fabricación de tejidos recubiertos de plástico, portafolios, láminas de encuadernar, etc.



9.7. Laminado por extrusión con soplado



Se aplica a termoplásticos.

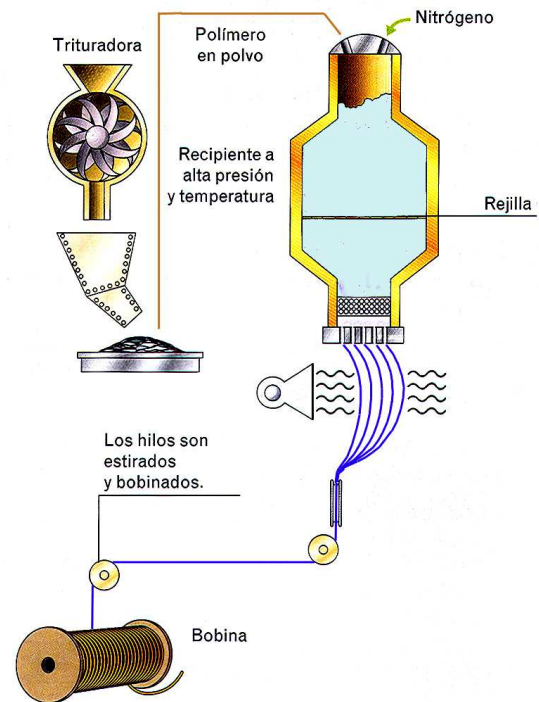
Se hace salir el material plástico fundido por una boquilla en forma de anillo y se insufla aire caliente para que las paredes del cilindro que se forma no se peguen entre sí. Una vez se enfría, el cilindro formado se recoge en forma de película doble.

Se usa este método para la fabricación de bolsas.

9.8. Hilado

Se usa este proceso para obtener fibras textiles sintéticas.

El polímero fundido es obligado a salir por una boquilla de múltiples agujeros (como una ducha). Los filamentos son enfriados con aire o agua. Por último, se estiran (para conseguir el grosor deseado) y se bobinan.



9.9. Espumación

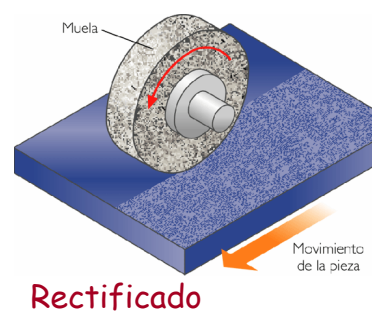
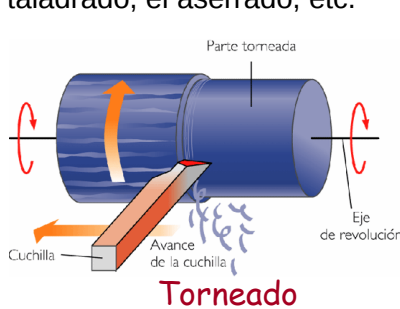
Consiste en introducir aire en forma de burbujas en el interior del plástico mediante agitación y añadiendo un producto espumante. Se consigue así un material muy ligero. Después se le da forma con los métodos vistos.



9.10. Mecanizado

Todas las técnicas típicas de mecanizado que se utilizan con los metales y la madera se pueden emplear con los plásticos, teniendo en cuenta la precaución de proporcionar a las herramientas una refrigeración eficaz (emulsión refrigerante, aire comprimido, etc.) que impida que el material, sobre todo si es termoplástico, alcance temperaturas que lo reblandezca y lo deforme.

De esta forma, se pueden realizar operaciones como el torneado, el fresado, el rectificado, el taladrado, el aserrado, etc.

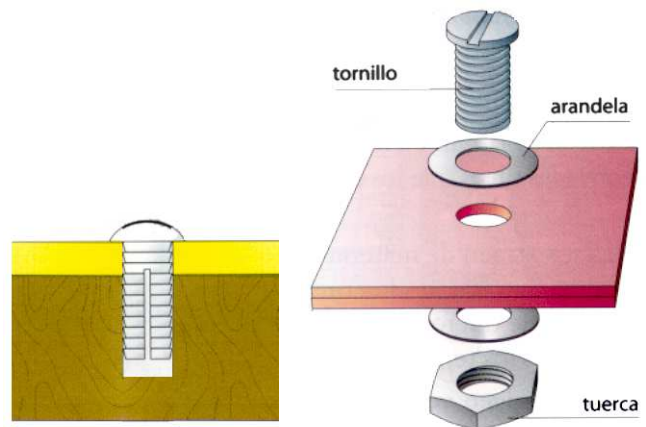


10. TÉCNICAS DE UNIÓN DE PLÁSTICOS

10.1. Uniones desmontables

Cuando ambas piezas son delgadas se utilizan **tornillos pasantes** con arandelas y tuercas. Las arandelas evitan la rotura del material o que se aflojen las uniones.

Cuando una de las piezas es gruesa se utiliza el **tornillo de unión**, el cual es pasante de la pieza fina y va roscado en un agujero roscado que se practica en la pieza gruesa.



Tornillo de unión

Tornillo pasante

10.2. Unión fija mediante adhesivos

Hay que destacar que no todos los plásticos se pueden unir por adhesivos, ni cualquier adhesivo es válido para cualquier plástico. Hay que atender a sus instrucciones de uso y manipulación.

La **resina epoxi** (como el **Araldit**) es uno de los adhesivos más fuertes, pudiendo unir tanto plásticos como metales. Se presenta en dos componentes (adhesivo y endurecedor) que se mezclan en el momento de realizar la unión. Su tiempo de secado es largo.

También son muy buenos los pegamentos de **cianocrilatos** (como el **súper glue-3** o el **superceys**) conocidos como *pegamentos instantáneos*, que pegan casi todo tipo de plásticos en muy poco tiempo (3 minutos). Un exceso de producto debilita la unión. Es muy importante evitar el contacto de este pegamento con los ojos o con los dedos.

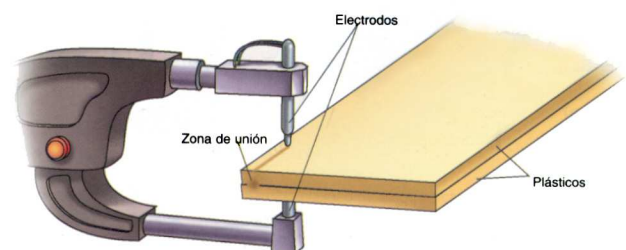
Se usan otros adhesivos, como la cola blanca, la cola de contacto o el pegamento termofusible.



Resina epoxi



Pegamentos instantáneos



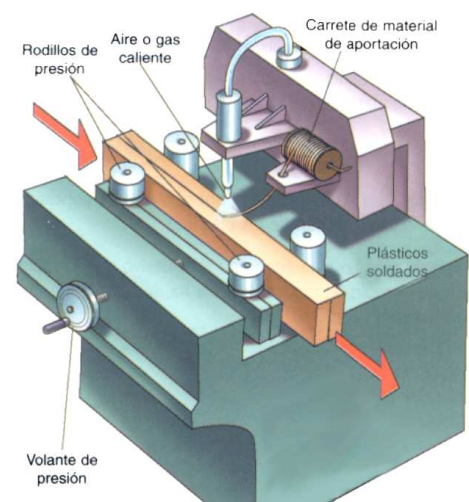
10.3. Unión por soldadura de alta frecuencia

Dos electrodos presionan los materiales a unir al tiempo que se hace pasar una corriente de alta frecuencia que calienta el material lo suficiente para producir la unión. Se usa para materiales termoplásticos.

10.4. Unión por soldadura con aire o gas caliente

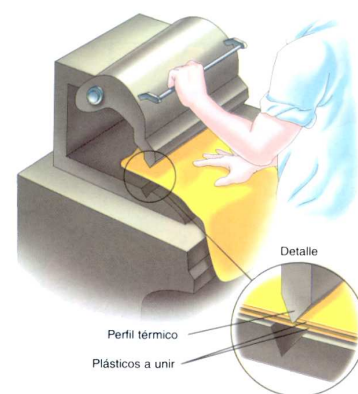
Consiste en dirigir un chorro de aire o gas caliente sobre la zona de contacto de los materiales a unir, al tiempo que se aplica presión.

Se suele requerir el empleo de material de aportación.



10.5. Pegado por perfil térmico

Se utiliza para unir láminas de poco espesor, como las bolsas en los supermercados. Un perfil basculante provisto de una resistencia eléctrica calienta las láminas cuando es presionado sobre ellas. Con el calor se funde el material y al solidificarse se produce la unión.



11. EL RECICLADO DE LOS PLÁSTICOS

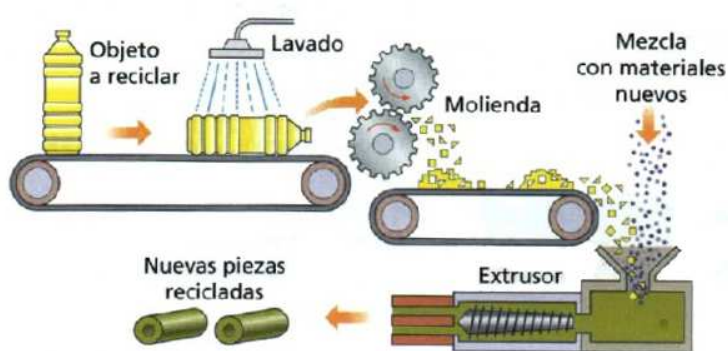
En las sociedades industrializadas el abuso de materiales plásticos desechables es elevado y está causando importantes problemas medioambientales. El plástico es un material poco biodegradable y sus residuos permanecen en el medio ambiente, terrestre o marino, durante mucho tiempo.

El reciclaje de los plásticos aminora tanto el problema del agotamiento de los recursos como el de la degradación del medio natural al reducir los residuos.

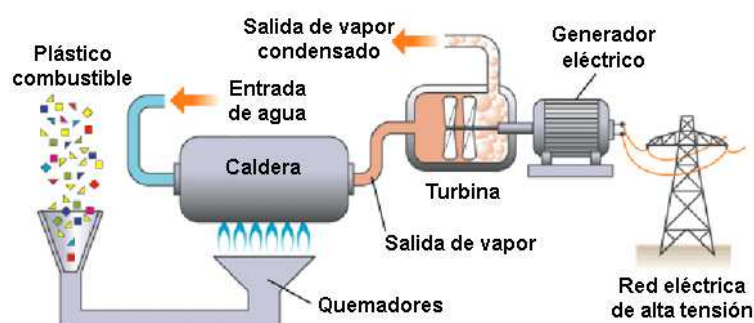
Una vez realizada la **separación** de los plásticos del resto de residuos (orgánicos, metales, vidrio, papel,...) se procede a su **clasificación por tipos**. Aunque existen muchísimos tipos de plásticos, sólo seis tipos (PET, HDPE, PVC, LDPE, PP y PS) constituyen el 90% de los desechos, por lo que la industria del reciclado se centra en ellos.



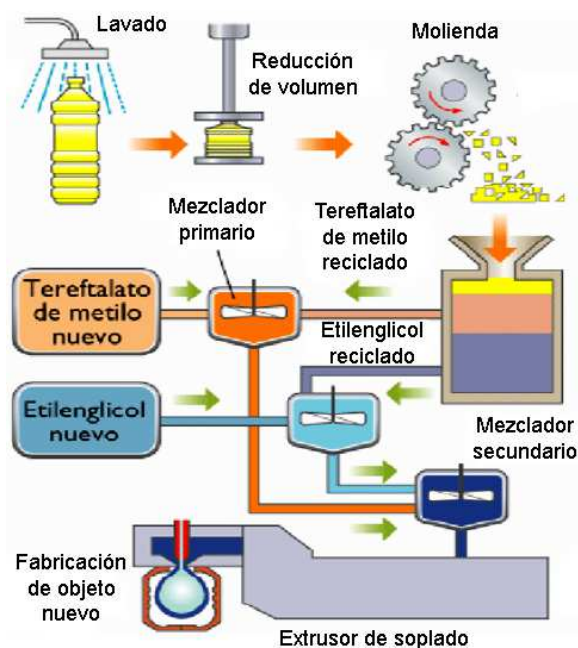
El reciclado propiamente dicho puede ser de tres tipos: **mecánico**, **químico** o **energético**.



Reciclado mecánico



Reciclado energético



Reciclado químico

12. NUEVOS MATERIALES

12.1. La fibra de carbono

La fibra de carbono es una fibra sintética formada por entre 1000 y 24000 finos filamentos de carbono de entre 5 a 10 micrómetros de diámetro.

Las principales **propiedades** de la fibra de carbono son: muy flexible, elevada resistencia mecánica, baja densidad, buen aislante térmico, resistencia a la corrosión y propiedades ignífugas.

La principal **aplicación** de la fibra de carbono es la fabricación de **materiales compuestos**, combinándola con polímeros, fundamentalmente resina epoxi. En esta forma se usa mucho en las estructuras de aviones, coches y barcos, en raquetas de tenis, esquís, bicicletas, cascos de motoristas, cañas de pesca, etc.



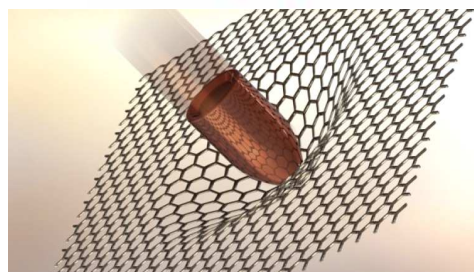
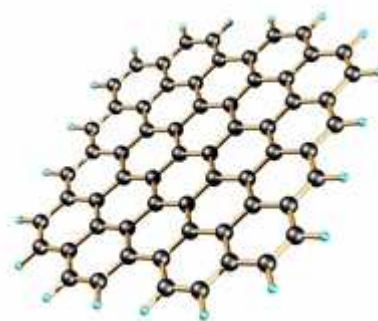
12.2. El grafeno

El grafeno es una sustancia compuesta por carbono. Es similar al grafito, pero sus átomos están organizados formando láminas extremadamente finas (de un átomo de espesor).

Propiedades: Es casi transparente. Tiene una dureza excepcional, supera al diamante y es unas 200 veces más resistente que el acero. Es unas cinco veces más ligero que el aluminio. Es muy flexible y elástico. Tiene una conductividad eléctrica y térmica muy altas. Soporta grandes fuerzas de flexión, es decir, puede doblarse sin que se rompa.

Los **campos de aplicación** actuales o que se prevén en un futuro próximo son: circuitos electrónicos ultraplano, etiquetas de seguridad inteligentes, circuitos integrados electrónicos de elevadísimas velocidades, pantallas táctiles flexibles, cámaras fotográficas supersensibles, baterías eléctricas de elevada duración, captación de luz solar (sustituyendo a los paneles fotovoltaicos), biosensores para detectar tumores, etc.

Se tienen altas expectativas con el grafeno, de hecho, se le conoce como el material del futuro. Actualmente, la dificultad esencial para su uso es su elevado coste.



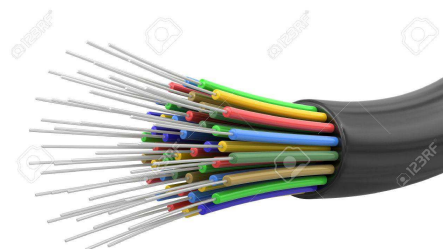
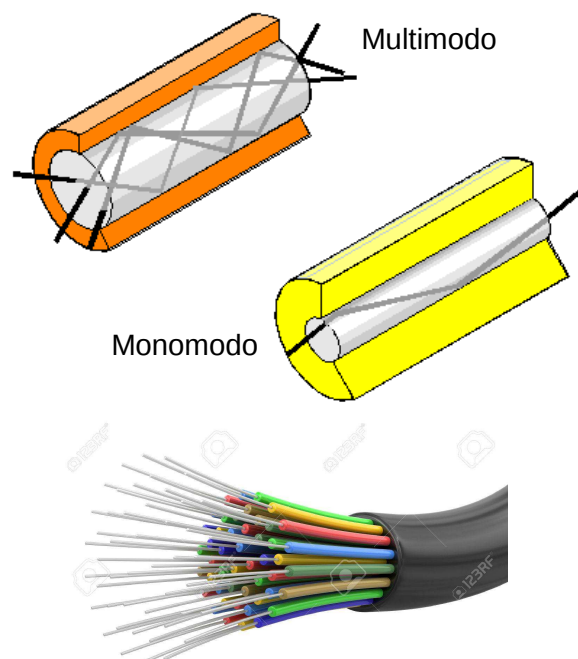
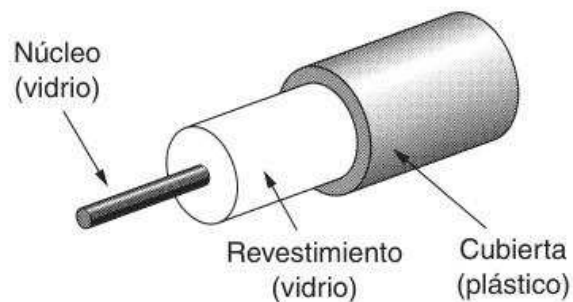
12.3. La fibra óptica

La fibra óptica es un hilo muy flexible y muy transparente hecho de vidrio o plástico y de un diámetro ligeramente superior al de un cabello humano. Las fibras atrapan los pulsos de luz que entran en ellas, emitidos por un LED o un láser, y los transmiten a grandes distancias a mucha mayor velocidad que la corriente eléctrica transmitida por los hilos de cobre. Además de ser más rápida, esta transmisión se realiza prácticamente sin pérdidas y sin interferencias eléctricas o electromagnéticas, por lo que es mucho más segura.

Las fibras pueden ser “*monomodo*”, que solo pueden transmitir una señal lumínica, o “*multimodo*”, que pueden transmitir varias señales en diferentes frecuencias.

Las principales **aplicaciones** de la fibra óptica son:

- En **telecomunicaciones**: permiten el envío de una enorme cantidad de datos a una gran distancia y a una gran velocidad. Se usan en Internet, televisión digital, telefonía, etc.
- En **medicina**: se usan para realizar exploraciones internas del cuerpo humano (endoscopias).
- En la **industria**: se utiliza como sensores de una gran variedad de magnitudes (deformaciones, temperatura, presión, humedad, vibraciones, campos eléctricos, etc).
- En **iluminación**: se pueden iluminar zonas de difícil acceso (arqueología), lugares con riesgos de incendio o explosión con sistemas convencionales, usos decorativos de diseño, etc.



12.4. Cristal líquido

El cristal líquido es una sustancia que comparte propiedades de los líquidos (como la fluidez) y propiedades ópticas de los cristales (como reflejar colores diferentes en función de los ángulos de incidencia de la luz). La alineación de sus moléculas puede controlarse mediante un campo eléctrico.

La principal aplicación actual son las **pantallas de cristal líquido (LCD)**. Mediante una fuente de luz trasera, una capa de cristal líquido, unos electrodos que aplican el campo eléctrico, dos filtros de polarización y tres filtros coloreados con los colores básicos (uno para cada uno de los tres subpíxeles que forman cada píxel), se puede conseguir que los píxeles puedan adoptar diferentes colores al permitir o impedir el paso de luz por cada subpíxel desde la fuente de luz situada detrás.

