

## MATERIALES 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 (*moléculas gigantes*) naturales o sintéticas de elevado peso molecular, cuyo principal componente es el carbono. Estas moléculas reciben el nombre de **polímeros**, de ahí que a los materiales plásticos se les conozca también por ese nombre.

Las moléculas de alto peso molecular que constituyen los materiales plásticos se construyen por la repetición sucesiva de unidades químicas pequeñas y simples, llamadas **monómeros**, que se unen mediante una reacción llamada **polimerización**.

Las moléculas que constituyen los polímeros se caracterizan por:

- ✓ Ser muy grandes (elevada masa molecular)
- ✓ Tener sus átomos unidos mediante enlaces covalentes
- ✓ Tener una estructura repetitiva

### Reacciones de polimerización

Como hemos dicho, los polímeros están constituidos por la repetición de una unidad simple llamada **monómero**, los cuales se unen mediante una reacción química de **polimerización**. Se forma así una macromolécula en forma de cadena cuyos eslabones son los monómeros.

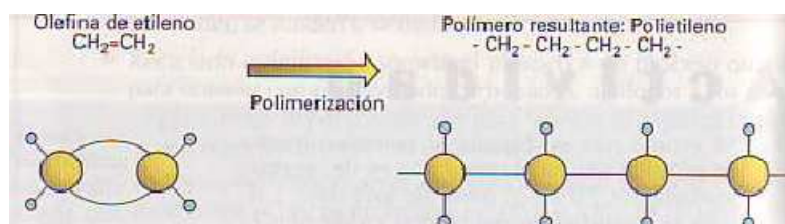
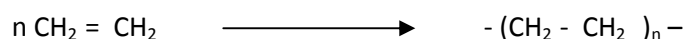
El número de unidades simples que se repiten en una misma molécula se conoce como **grado de polimerización (n)**.

Existen dos tipos fundamentales de polimerización, la polimerización por adición o **poliadición** y la polimerización por condensación o **policondensación**.

a) **Poliadición**: Consiste en la unión y repetición de un mismo monómero, de modo que la macromolécula final es múltiplo entero de la del monómero, no existiendo una liberación de subproductos.

Esquemáticamente podemos representarla así:  $nA \longrightarrow A_n$   
 donde *n* es el grado de polimerización

**Ejemplo:** El monómero etileno es  $CH_2 = CH_2$  el cual, bajo una reacción de poliadición, se convierte en polietileno (se produce la rotura de un doble enlace de la molécula)



Entre los polímeros de adición, además del polietileno, se encuentran el PP, PVC,...

b) **Policondensación:** Los monómeros que van a formar el polímero son diferentes además, en la polimerización se produce el polímero y una pequeña molécula, generalmente  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,... En este caso también existe una cadena con un grupo característico que se repite muchas veces, como es el caso de

- i. Poliamidas: - CO – NH
- ii. Poliuretano - O – CO – NH
- iii. Poliurea: - - NH – CO – NH –
- iv. Poliésteres: - CO- O –

Propiamente hablando, esta reacción no es una polimerización, puesto que además de la macromolécula resultante, 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.

Entre los polímeros de condensación se encuentran el nailon, poliuretanos y poliéster.

## Propiedades

Los polímeros poseen las siguientes propiedades en común:

- Bajo coste de producción
- Alta relación resistencia/densidad, es decir que aun siendo ligeros poseen una resistencia mecánica notable. Se usan junto a aleaciones metálicas para construir aviones
- Elevada resistencia al ataque químico.
- Alta resistencia eléctrica, lo que los hace excelentes aislantes eléctricos.
- Pequeña conductividad térmica, por lo tanto son buenos aislante térmicos.
- Combustibilidad, la mayoría arden con facilidad. El color de la llama y el olor del humo suele ser característico de cada tipo de plástico.
- Plasticidad, muchos se reblandecen con el calor y, sin llegar a fundir, son fácilmente moldeables. Permite la fabricación de piezas complicadas
- Facilidad de procesado y versatilidad, su elevada plasticidad hace que las técnicas de fabricación sean sencillas; permite fabricar piezas según necesidades
- Facilidad para combinarse con otros materiales, permiten crear materiales compuestos con mejores propiedades, como el poliéster reforzado con fibra de vidrio.

El principal inconveniente de los plásticos, es su bajo punto de fusión y reducida resistencia al calor, por lo que la mayoría no soporta altas temperaturas sin perder sus propiedades

## Clasificación de los polímeros

Según su origen:

- a) **Naturales:** Pueden encontrarse en la naturaleza, como el caucho. A partir de ellos se pueden fabricar otros polímeros de interés tecnológico.
- b) **Sintéticos:** Obtenidos de productos derivados del petróleo.

Según su constitución:

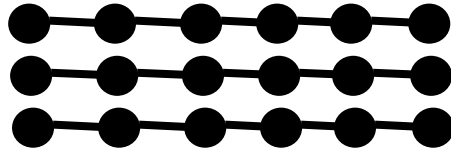
- a) **Homopolímeros:** El monómero que se repite a lo largo de la cadena siempre es el mismo.
- b) **Copolímeros:** La unidad que se repite está formada por dos tipos distintos de monómeros.

Según su comportamiento frente al calor

- a) **Termoplásticos**
- b) **Termoestables**
- c) **Elastómeros.**

### Termoplásticos

Estos polímeros están formados por moléculas que forman cadenas lineales.



Esta estructura interna hace que este tipo de plásticos tengan unas determinadas propiedades. La más relevante es que a temperaturas relativamente bajas, los débiles enlaces intermoleculares se rompen, con lo cual el plástico se reblandece y puede fundirse. Esta característica le permite cambiarlo de forma infinitas veces (en teoría) y moldearlos, lo que permite recuperarlos para reciclarlos.

Si se funden y se moldean varias veces, sus propiedades físicas cambian de forma gradual, de manera que generalmente éstas disminuyen.

Este tipo de plásticos se podría asemejar con la cera que, a temperatura ambiente, es sólida y que en cuanto se calienta, se ablanda y se puede moldear de nuevo.

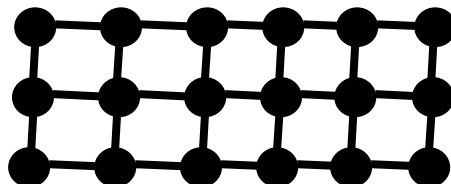
Son de origen sintético

La mayor parte de los polímeros de adición son termoplásticos.

*Ejemplos:* Polietileno (bolígrafos, botellas de productos de limpieza, envoltorios, envases de alimentos...) PVC (Cortinas de baño, impermeables, platos, juguetes, tuberías, recubrimiento de cables,...), nylon, poliestireno, metacrilato,...

### Termoestables

Estos polímeros se diferencian de los anteriores en que las cadenas moleculares se entrelazan entre sí formando una enorme estructura reticulada, es decir, una estructura tridimensional ordenada.



En este tipo de polímeros los enlaces intermoleculares son fuertes y al calentarse, el plástico no se reblandece, por lo que no puede volverse a moldearse otra vez por la acción del calor, por lo

tanto, no pueden reciclarse mediante calor. En todo caso el plástico se descompone y se degrada, carbonizándose.

Sufren un proceso de curado cuando se les da forma aplicando presión o calor; durante este proceso, las cadenas de polímeros se entrecruzan dando como resultado un plástico más rígido y resistente a las temperaturas, pero más frágil.

Estos plásticos se podrían asemejar a la arcilla que, una vez moldeada y horneada, ya no hay posibilidad de volver a moldearla.

Los termoestables son duros, aunque frágiles.

Son de origen natural o sintético.

La mayor parte de estos polímeros se obtiene por policondensación.

Ejemplos: Resinas de poliéster, resinas fenólicas (material eléctrico, piezas de maquinaria, pomos y mangos de utensilios de cocina), resinas de urea o de melanina,...

### Elastómero

Este tercer tipo de plástico también se puede englobar dentro de los anteriores

Están formados por grandes moléculas unidas por enlaces fuertes formando una red que puede contraerse o estirarse cuando los materiales son comprimidos o estirados, incluso pueden deslizarse unas cadenas sobre otras. Su característica común es que son plásticos muy elásticos (de ahí su nombre). Ello permite grandes deformaciones sin roturas, recobrando su forma inicial.

No soportan bien el calor y se degradan a temperaturas medias, lo que hace que el reciclado por calor no sea posible. Un ejemplo el caucho natural

### Aditivos

A nivel industrial, se considera propiamente plástico a aquel polímero al que se le ha añadido algún aditivo para mejorar alguna de las propiedades o características buscadas. Podemos encontrar

- *Colorantes:* Dan el color al polímero
- *Pigmentos:* Dan el color al polímero, pero lo vuelven opaco.
- *Plastificantes:* Aumentan la resistencia al impacto.
- *Estabilizantes:* Aumentan la estabilidad a la degradación de la luz.

### Identificación de los polímeros más utilizados

#### TERMOPLÁSTICOS

- **Polietileno (PE):** Es uno de los plásticos más utilizados. Hay dos variedades:

El polietileno de **baja densidad** (LDPE), cuyas cadenas moleculares son muy ramificadas. Se emplea en láminas y bolsas, tubos de tinta en bolígrafos,...

El polietileno de **alta densidad** (HDPE), cuyas cadenas moleculares son poco ramificadas. Se emplea en envases, juguetes, aislamientos eléctricos, envases para productos de limpieza

El polietileno tiene textura sedosa, es flexible, tenaz y ligero.

- **Teflón (PETFE: Politetrafluoroetileno):** Tiene la misma composición que el polietileno, pero con átomos de flúor, en lugar de hidrógeno. Tiene una gran estabilidad química, es muy resistente a los ataques químicos y resistente a temperaturas relativamente altas. Es un buen aislante eléctrico y es antiadherente.
- **Polipropileno (PP):** Es tenaz, ligero y barato. Se puede doblar muchas veces sin romperse. Se usa en cubos, carpetas, carcasas de electrodomésticos, botellas, resistentes, cañitas para beber,...
- **Cloruro de polivinilo (PVC):** Hay dos variedades, la flexible y la rígida. En la forma flexible se usa mucho para recubrir conductores eléctricos, mangueras de jardín,... y en la forma rígida, que tiene alta resistencia mecánica y dureza, su aplicación más conocida es en tuberías, canaletas, perfiles, marcos de puertas y ventanas, ...
- **Poliestireno (PS):** Es un plástico bastante frágil y ligero, pero muy resistente a los ataques químicos y a la humedad. Se usa para bandejas de comida, envases de yogurt, vasos y platos de plásticos,... La variedad más conocida es el poliestireno expandido(EPS) o porexpan (corcho blanco). El cual es muy ligero y excelente aislante térmico. Muy empleado para embalaje de objetos frágiles.
- **Poliamidas (PA):** El más conocido es el **nylon**. Plástico muy resistente a la tracción y tenaz. Se emplea para correas, engranajes, ...
- **Polimetacrilato (PMMA):** Conocido como metacrilato, es un plástico transparente que imita al vidrio, pero más tenaz, duro, rígido y transparente.
- **Policarbonato (PC):** Son plásticos de gran resistencia mecánica, térmica y química. Gran resistencia al impacto. Se emplea para cascos, viseras, armazones, ventanas de aviones, CD`s,...
- **Polietilentereftalato (PET):** Es transparente e impermeable a componentes gaseosos como el CO2 de las bebidas gaseosas, resistente a los ácidos y temperaturas extremas. Se usa para botellas de refrescos, envases para horno y congelador, cintas de video y audio, ropa de tergal,...

#### TERMOESTABLES

- **Fenoles (PF: Baquelita):** Excelente aislante eléctrico y térmico. Alta dureza y rigidez. Se encuentra en mangos de utensilios de cocina, placas de circuitos impresos electrónicos, mecanismos, ...
- **Aminas (MF: Melamina):** Muy resistentes al calor, la humedad y la luz. Se emplea para forrar tableros de madera principalmente, recubrimientos para papel,....
- **Resinas de poliéster:** Es un plástico con alta resistencia mecánica. Se emplea para cascos de barcos, tejados, depósitos, paneles de coches, cañas de pescar, esquís,...
- **Resinas Epoxi (EP):** Buena resistencia mecánica y química, buenos aislantes eléctricos. Se usa en revestimientos de latas de alimentos, adhesivos,...

#### ELASTÓMEROS

- **Siliconas:** Tienen como base el silicio. Son resistentes a los agentes químicos, la humedad, el calor, a la oxidación. Se utiliza para sellar juntas contra la humedad, prótesis, recubrimientos, ...
- **Caucho:** Se obtiene del árbol del caucho. Se mezcla con azufre para aumentar la dureza y su resistencia a la tracción y agentes químicos. Se emplea en neumáticos, juntas, suelas de zapatos,....
- **Neopreno:** Es un caucho sintético incombustible. Se emplea para trajes de buceo, correas industriales,...
- **Poliuretano:** Se emplea para colchones, asientos, prendas de vestir elásticas (lycra o elastán). Pueden presentar la forma de espumas (es la famosa gomaespuma).

## Métodos de conformado

Existen varias técnicas para dar forma a los plásticos. Algunas de las más comunes son:

- Extrusión
- Inyección
- Compresión
- Soplado
- Moldeado al vacío
- Calandrado (Laminado/Hilado)

### EXTRUSIÓN: (termoplásticos)

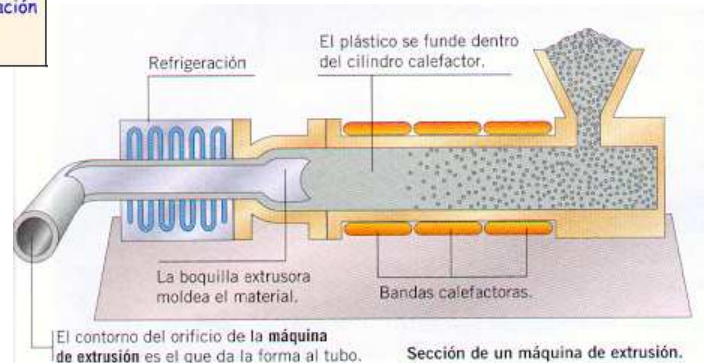
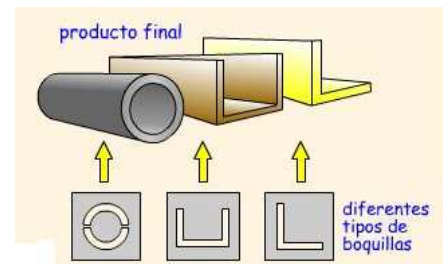
Se utiliza para hacer perfiles, tubos, mangueras, marcos de ventanas,... Tienen que ser objetos de sección constante de manera que ambos extremos estén a la vez abiertos o cerrados, pero nunca uno abierto y el otro cerrado.

Se introducen los gránulos de plástico, en la tolva y se funden dentro de la extrusora gracias a unos calentadores. A

continuación, un tornillo sin fin presiona el plástico contra la boquilla, haciendo pasar la masa de plástico fundido a través de ella. La forma de la boquilla determina el aspecto final. Se obtiene una pieza continua de gran longitud y poca sección que es enfriada mediante un chorro de aire o agua fría



Extrusora

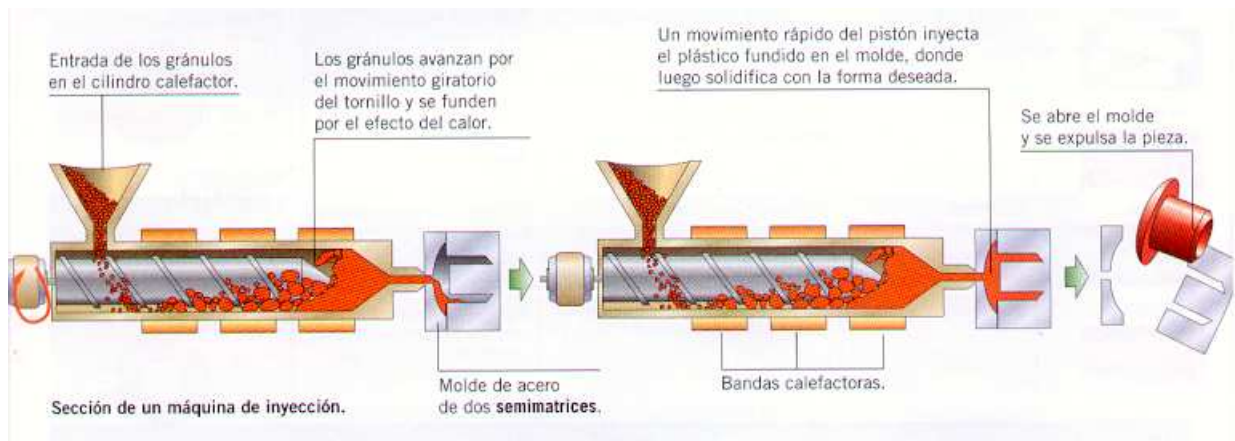


Extrusora

### INYECCIÓN: (termoestables)

Es una de las técnicas más utilizadas, ya que permite realizar formas complicadas con medidas muy diversas, como por ejemplo: vasos, platos, carcasas de móviles, cubos, engranajes de plásticos,...

El proceso es similar al de la extrusión. Se introducen los gránulos en la tolva de la extrusora, se funde gracias al calor suministrado por la resistencia situada en la parte externa del cilindro y el tornillo sin fin lo introduce a presión en el interior de un molde metálico donde fragua tomando la forma de éste. A continuación se enfría para que endurezca y luego se extrae el producto acabado del molde.

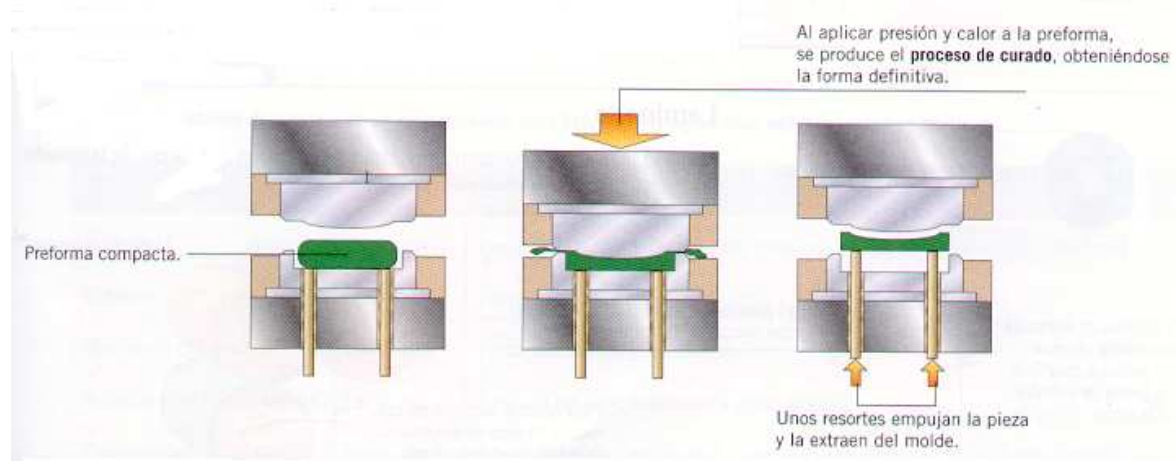


Inyectora

**COMPRESIÓN:** (termoestables)

Usado para piezas grandes pero no muy complicadas, como objetos huecos de gran tamaño y poco espesor, como salpicaderos de automóviles. También para piezas que deban soportar altas temperaturas, como mangos de sartenes, asas de calderos,... o piezas que deban ser aislantes eléctricos, como portalámparas, cajas de fusibles, o incluso pomos de puertas, pulseras,...

La pieza de plástico adquiere la forma cuando se aplica presión a una preforma de material plástico compactado. Para ello, colocamos el plástico en un molde de acero que se encuentra en una prensa hidráulica. Le aplicamos calor al plástico y a continuación le aplicamos presión con la prensa para que adquiera la forma del molde. El efecto de la presión y el calor une las partículas de plástico y produce un entrelazado de las cadenas del polímero. Esta es la reacción de curado, que permite formar un sólido uniforme, rígido y homogéneo. Después, la pieza es expulsada mecánicamente del molde.

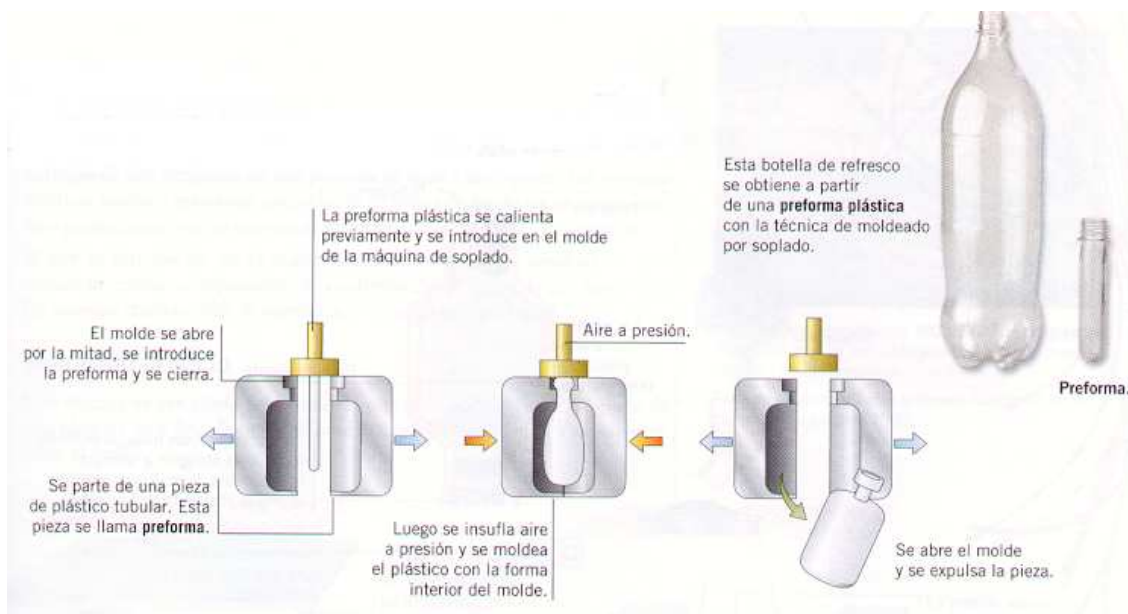


Método de compresión

**SOPLADO:** (termoplásticos)

Se utiliza para realizar todo tipo de envases y objetos huecos, como botellas de agua, detergente, ...

En primer lugar, se crea una preforma (objeto con forma de tubo) mediante extrusión. A continuación, se introduce la preforma en un molde abierto en dos partes. Al unir éstas partes, se insufla aire caliente en su interior hasta que se adapta a la forma de las paredes. El plástico se endurece al contacto con las paredes, se abre el molde y se extrae la pieza.

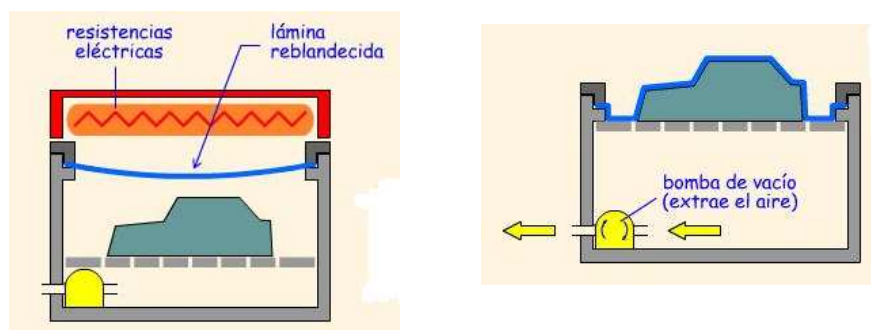


Método de soplado

### VACÍO:

Se usa para fabricar objetos con paredes muy finas como vasos, platos, envases para alimentos, máscaras, mapas en relieve, juguetes,...

Se coloca una lámina de plástico sobre el molde del objeto que se quiere fabricar. A continuación, se calienta la lámina usando unas resistencias eléctricas hasta que ésta se reblandece. Se ponen en contacto el molde y la lámina caliente y se extrae el aire que hay entre ellas para que el plástico se adapte a las paredes del molde.

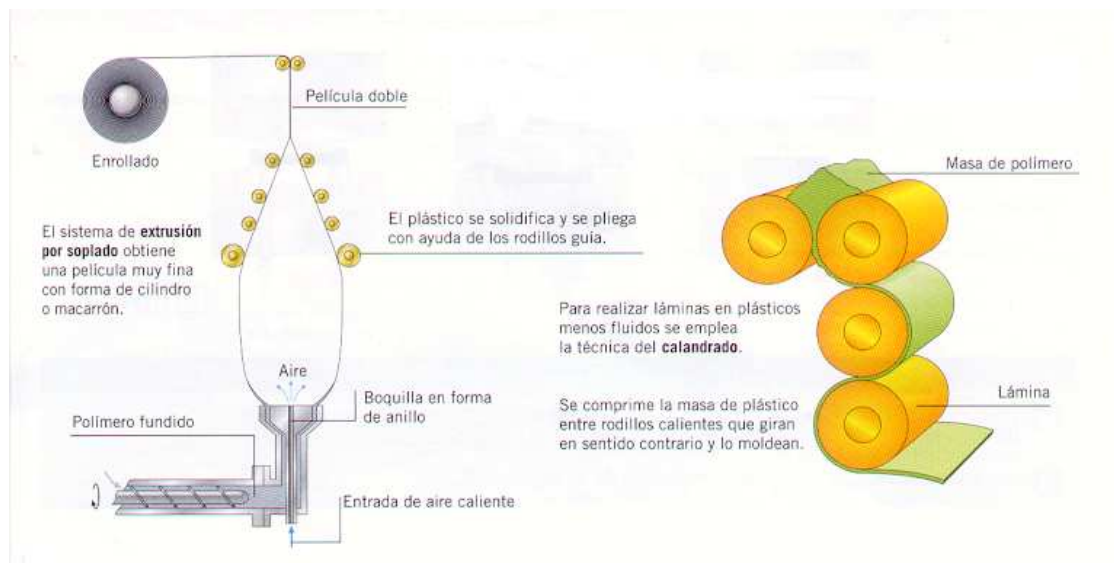


### CALANDRADO:

Este método se utiliza para fabricar placas de PVC, láminas para invernaderos, carpetas, manteles, fibras textiles,...



Se introduce el plástico fundido procedente de una tolva en el interior de la calandra, y se hace pasar éste entre unos rodillos que, poco a poco, le dan forma de lámina disminuyendo el grosor en función del número de veces que pase entre los rodillos.



También existen otros métodos, algunos variación de los mencionados hasta ahora, como **rotacional** (objetos de gran tamaño y huecos, como contenedores), **inmersión** (guantes, gorros de natación o recubrimientos de mangos de herramienta), **espumación** (se introduce aire en el plástico en forma de burbujas y luego se usan otros métodos como inyección,...),...