

Plan de competitividad  
de la Empresa Valenciana  
**2009**

# INYECCIÓN

## Informe de Vigilancia Tecnológica



**INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA: INYECCIÓN**  
Plan de Competitividad de la Empresa Valenciana PCEV-2009

---

© AVEP Asociación Valenciana de Empresas de Plástico  
© AIMPLAS Instituto Tecnológico del Plástico.  
**Diciembre 2009**

Autores:  
Enrique Benavent Fernández.  
AIMPLAS Departamento Diseño e Inyección

Jesús Latorre Zacarés  
AIMPLAS. Departamento de Información técnica

---

Edita: AVEP Asociación Valenciana de Empresas de Plástico  
Avenida Barón de Cárcer, 38-2ª pta.  
46001 Valencia | ESPAÑA  
Tel.: (+34) 963516159  
Fax: (+34) 963943042  
Web: <http://www.avep.es>  
Correo-e: [avep@avep.es](mailto:avep@avep.es)

Prohibida su venta. Informe financiado por la Generalitat Valenciana a través del IMPIVA.

---



El presente informe es el resultado del proyecto financiado por IMPIVA a través de los Planes de Competitividad de la Empresa Valenciana para el año 2009.

---

	<u>Pág</u>
Índice de ilustraciones, tablas y gráficos	03
1. Introducción	04
2. Aspectos generales de la tecnología de Inyección.	06
3. Caracterización económica del sector	16
4. Catálogo de tecnologías emergentes	24

# Índice de Figuras, tablas y gráficos

## **Figuras**

Fig. 1: Proceso de dosificación	6
Fig. 2: Proceso de llenado	6
Fig. 3: Proceso de compactación	7
Fig. 4: Proceso de enfriamiento	7
Fig. 5: Proceso de expulsión.	8
Fig. 6: Máquina de inyección.	8
Fig. 7: Unidad de inyección.	11
Fig. 8: Máquina de inyección compounder de Krauss Maffei	26
Fig. 9: Esquema de la máquina de inyección compounder de Krauss Maffei	27
Fig. 10: Etapas del proceso de inyección sándwich	31
Fig. 11: Ciclo de Heat & Cool.	34
Fig. 12: Comparación estética de una misma pieza hecha por inyección convencional y por heat & cool	35
Fig. 13: Etapas de la técnica de moldeo por inyección asistida por gas	39
Fig. 14: Ciclo de inyección con agua	43
Fig. 15: Diferentes métodos de inyección con agua	44

## **Tablas**

Tabla 1: Ciclo de inyección	8
Tabla 2: Distribución por sectores de aplicación. Comunidad Valenciana (Producción anual)	20
Tabla 3. Principales países del comercio exterior de la Comunitat Valenciana. Fuente: ESTACOM	21
Tabla 4: Principales empresas inyectoras por volumen de facturación en la Comunitat valenciana	23

## **Gráficos**

Gráfico 1: Métodos de inyección multicomponente	15
Gráfico 2: Análisis DAFO	16
Gráfico 3: Número de empresas del sector transformador en España. Distribución porcentual por CC.AA	17
Gráfico 4: Tasa de variación anual del Índice de Producción Industrial del sector transformador de plástico	17
Gráfico 5: Destino de la inversión de las empresas del sector transformador. Año 2008	18
Gráfico 6: Evolución del número de empresas del sector transformación de plásticos en la Comunitat Valenciana	19
Gráfico 7: Evolución del peso del sector transformador de plástico en el total de la industria en la Comunitat Valenciana	19
Gráfico 8: Distribución de empresas por rango de empleados en la Comunitat Valenciana	20
Gráfico 9: Balanza comercial de productos plásticos transformados de la Comunitat Valenciana con el resto del mundo	21
Gráfico 10: Balanza comercial de productos plásticos transformados de la Comunitat Valenciana con China	22
Gráfico 11: Distribución porcentual por rango de empleados. Año 2008	22
Gráfico 12: Distribución porcentual por rango de facturación. Año 2008	23
Gráfico 13: Porcentaje de empresas que actúan en mercados internacionales. Año 2008	23

## 1

## INTRODUCCIÓN

---

La Innovación en las empresas se produce generalmente cuando el ciclo de vida de un producto comercializado ha llegado a su fin. La empresa ve peligrar su competitividad (en definitiva su supervivencia) y recurre a la búsqueda de novedades (en producto, diseño, proceso, etc.) que garanticen su cuota de mercado o la amplíen. Pocas empresas del sector plástico tienen sistematizado este proceso de "recambio" de productos, diseños, etc debido a factores que van desde los culturales hasta técnicos pasando por el propio tamaño de las empresas.

Porter (1983) considera que la innovación tecnológica es quizás la más importante fuente de cambios fundamentales en la cuota de mercado entre firmas competidoras y, probablemente, el factor más frecuente en la desaparición de las posiciones consolidadas.

Entre las razones por las que constituye un elemento fundamental podemos citar:

- La mayor competencia existente motivada por una mayor apertura al exterior.
- El vertiginoso ritmo con el que nuevos productos y procesos productivos son desarrollados e introducidos en los mercados.
- El cambio de las condiciones sociales, que implican trabajadores con mayores niveles de formación y que, por tanto, pueden atender maquinaria con mayor complejidad tecnológica.
- La mayor preocupación por la ecología, lo cual lleva a las empresas a innovar no sólo en el sentido de ofrecer nuevos productos o reducir costes, sino también en el sentido de reducir el impacto ambiental de sus actividades.

En el contexto actual es impensable que una empresa sea tecnológicamente autosuficiente. Para realizar esto de forma eficaz se hace necesaria la vigilancia tecnológica (VT) definidas como un sistema organizado de observación y análisis del entorno seguido de una transmisión precisa de los conocimientos útiles a los órganos encargados de tomar decisiones.

Actualmente ese escenario, para las empresas en general y las PYME en particular, es muy complejo y se caracteriza entre otros por:

- La saturación de información. "Infoxicación" ("information overload", Alvin Toffler)
- Dificultad de estar en contacto con todos aquellos agentes que generan tecnología (centros tecnológicos, universidades, proveedores de maquinaria, materia prima, etc.)
- Fuerte incremento de los costes.

- Falta de tiempo de directivos frente a la saturación
- Falta de conocimientos técnicos
- Desconocimiento de las fuentes de información.
- Este escenario hace que para las EMPRESAS, de forma individual, sea prácticamente imposible realizar VT.

El presente Informe es fruto de ese trabajo de vigilancia sobre una tecnología de amplia aplicación como es la Inyección de materiales plásticos. Se han seleccionado aquellas sub-tecnologías más representativas y con más posibilidades de ser transferidas a la realidad de las empresas de la Comunitat Valenciana.

Para la realización del presente Informe se ha contado con el asesoramiento de los técnicos del Departamento de Diseño-Inyección, utilizado el Sistema de Vigilancia Tecnológica para el sector del Plástico de AIMPLAS ([www.observatorioplastico.com](http://www.observatorioplastico.com)) con más de 1.500 fuentes de información monitoreadas diariamente, así como bases de datos con más de 60 millones de registros de más de 85 países. Incluye patentes WIPO (ámbito mundial), patentes EPO, Patentes japonesas, patentes españolas, EE.UU, Alemania, Francia, Reino Unido, Italia, Australia, Corea del Sur, etc.

AIMPLAS Instituto Tecnológico del Plástico  
Departamento de Información Técnica  
[dit@aimplas.es](mailto:dit@aimplas.es) | [www.aimplas.es](http://www.aimplas.es)

# 2

## ASPECTOS GENERALES DE LA TECNOLOGÍA DE INYECCIÓN

De forma muy abreviada podemos decir que el proceso de inyección es un proceso discontinuo que consiste en introducir una cantidad de material polimérico en estado fundido, dentro de la cavidad del molde relativamente frío. El molde contiene la reproducción en negativo de la pieza a fabricar. Tras un cierto periodo de tiempo, solidifica la masa inyectada y la pieza puede extraerse del molde.

### CICLO DE INYECCIÓN

De esta forma, la conformación del producto se realiza siguiendo cinco grandes fases;

- **Dosificación:** El material sólido en forma de grano o polvo se introduce en la tolva un tornillo sin fin (husillo) se encarga de hacer avanzar el material hasta la boquilla, mientras este retrocede. El movimiento del husillo y las resistencias calefactoras situadas sobre el cilindro de plastificación permiten la fusión y la homogeneización del polímero.

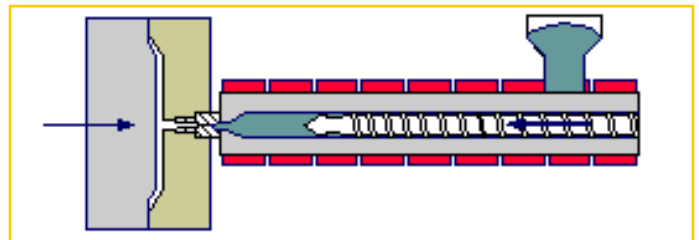


Fig. 1: Proceso de dosificación. Fuente: AIMPLAS.

El cálculo de la **carrera de dosificación** se realiza teniendo en cuenta el llenado volumétrico de la cavidad. Por lo que será necesario conocer aspectos como:

- **Volumen** de la cavidad.
- La **Densidad** del material, tanto a temperatura ambiente como a la temperatura de procesado.

- **Llenado o inyección:** Dispuesta la colada en la puntera de la cámara debe ser introducida dentro del molde. El husillo avanzará con una velocidad programada, obligando el material a que pase a través de la boquilla, el sistema de bebederos y canales y llene completamente el molde. Para conseguir un buen llenado se debe

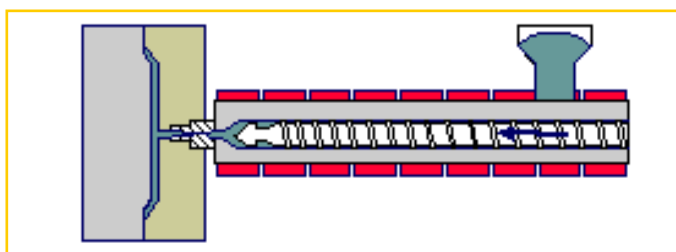


Fig. 2: Proceso de llenado/inyección. Fuente: AIMPLAS.

de introducir en el molde solamente el volumen necesario para llenar la pieza (llenado volumétrico) y el material adicional para compensar la contracción debe ser introducido en la fase de compactación, evitando así los típicos problemas de sobrecompactación.

La **velocidad de inyección** es uno de los parámetros que más influyen en esta etapa del proceso. Ésta debe ajustarse hasta conseguir un llenado de la cavidad con una velocidad de flujo lo más **uniforme y constante** posible:

200-300 mm/s en máquinas hidráulicas.

900 mm/s en máquinas eléctricas.

Para ello se utiliza un perfil de velocidades variable y parametrizado entre 5 y 10 intervalos. La **duración** de esta fase puede ser desde décimas de segundo hasta varios segundos, dependiendo de la cantidad a inyectar y de las características del proceso.

- **Compactación:** Lleno ya el molde, debe introducirse una cantidad de material suplementaria

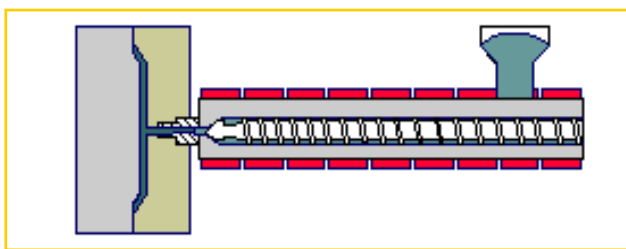


Fig. 3: Proceso de compactación. Fuente: AIMPLAS.

por dos motivos, uno para que el material a presión dentro del molde no retroceda de nuevo hacia el husillo y otro para compensar la contracción del polímero que hace que el material disminuya de dimensión al enfriar.

La importancia de esta fase radica en que es esencial para definir las características finales de la pieza tales como su **peso total**, sus **tolerancias dimensionales** y sus **características internas**.

Esta fase tiene su *inicio* en el punto de **transición** entre la fase de llenado y compactación y *finaliza* cuando la entrada de material a la **cavidad solidifica**, de forma que la máquina deja de transmitir la **presión de compactación** al interior de la cavidad.

A diferencia de la fase de inyección la compactación se puede controlar por **presión o por tiempo**. De forma que, el husillo mantiene una determinada presión durante un tiempo que puede ser variable y se parametriza entre 5 y 10 intervalos.

- **Enfriamiento:** La fase de enfriamiento **comienza** simultáneamente con la **fase de llenado**, ya que el material empieza a perder calor tan pronto como entra en contacto con las paredes del molde y **Finaliza** cuando el material alcanza una temperatura con la que puede **mantener su forma (temperatura de expulsión)**. Aunque la pieza continua enfriando después del desmoldeo hasta alcanzar la **temperatura ambiente**.

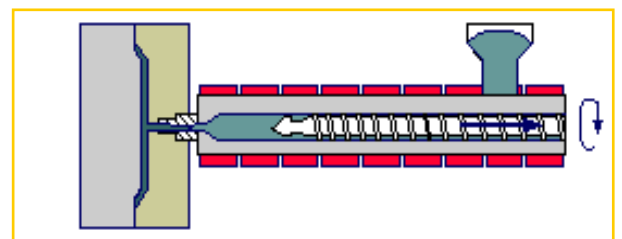


Fig. 4: Proceso de enfriamiento. Fuente: AIMPLAS

El tiempo y la velocidad de enfriamiento influye de forma decisiva en:

- La **contracción** final de pieza.
- Las **tensiones residuales** de la pieza final.
- El grado de **cristalinidad** del material.

- **Expulsión:** Cuando la pieza esta bastante fría el molde se abre para expulsar la pieza

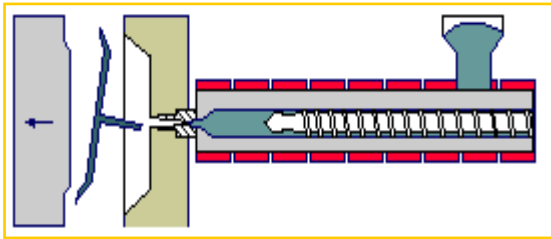


Fig. 5: Proceso de expulsión. Fuente: AIMPLAS

<b>CICLO DE INYECCIÓN</b> <i>(rangos de tiempo aproximados en segundos)</i>	
<b>Cierre molde</b>	1-2 s
<b>Inyección</b>	0.5 -5 s
<b>Compactación</b>	8-10 s
<b>Enfriamiento</b>	10-20 s
<b>Carga de material</b>	2-5 s
<b>Apertura molde</b>	1 s
<b>Expulsión</b>	1 s

Tabla 1: Ciclo de inyección

### LA MÁQUINA DE INYECCIÓN.

Los procesos arriba descritos son realizados por la máquina de inyección y sobre ella se realizan gran parte de los avances tecnológicos experimentados en esta tecnología. Por tanto, es interesante conocer el funcionamiento de la misma, así como sus partes.

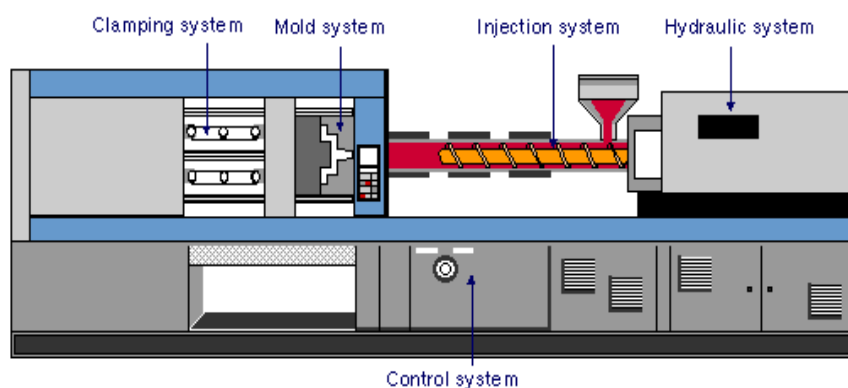


Fig. 6: Máquina de inyección.

- 1.- Clamping system = Unidad de cierre |
- 2.- Mold system = Sistema de moldeo |
- 3.- Injection system = Unidad de inyección.
- 4.- Control system = Unidad de control de procesos. |
- 5.- Hydraulic system = Sistema hidráulico.

A continuación se especifican las partes más significativas de la máquina de inyección:

- **Unidad de cierre.**

La unidad de cierre provee de la fuerza necesaria para que la presión que ejerce el material que va llenando la cavidad no abra el molde o lo deforme durante las fases de llenado y compactación. Para hacer esto posible esta Unidad se compone de:

- Plato fijo.

Es una placa rectangular de acero fundido, normalmente no maciza, fijada a la bancada de la máquina en la parte más cercana al grupo inyector. En esta se encuentran los agujeros para la fijación de la columna. Dichas columnas están sólidamente apoyadas al plato fijo mediante tuercas equipadas con dispositivos de seguridad que impiden que estas se aflojen.

- Columna.

Las cuatro columnas montadas sobre la prensa tienen como misión guiar al plato móvil en su movimiento de cierre y apertura, soportan el trabajo necesario para el ajuste de las fuerzas de cierre y la presión de inyección garantizando la cuadratura de todo el grupo de cierre. Estas sufren, durante la fase de generación de fuerza de cierre un alargamiento, comportándose a efectos prácticos como grandes muelles (con una determinada constante elástica), generando de esta forma la fuerza necesaria para contrarrestar el empuje ejercido por el material que va llenando la cavidad de molde.

Para evitar el deterioro de las columnas (gripadas o roturas) el diámetro de estas debe ser lo suficientemente grande que garantice que el alargamiento de las mismas sea moderado y siempre dentro de la zona de deformación elástica.

Estás deben de estar centradas de manera que todas trabajen al unísono, una descompensación de una de ellas, puede provocar su rotura o la de una de las columnas vecinas. Se debe de efectuar (si no hay contraindicaciones del fabricante de la máquina) una comprobación regular de la fuerza a la que se somete cada columna durante el proceso de inyección y si cabe, regularlas mediante apriete o afloje de las tuercas que unen las columnas al plato fijo.

- Plato móvil.

Se compone de una placa de acero rectangular que se apoya sobre la bancada mediante patines lubricados regulables. Sobre dicho plato se encuentran los agujeros necesarios para el uso de los extractores hidráulicos o mecánicos y los agujeros de paso de columna. Solidaria con el plato móvil existe una barra de seguridad mecánica. Esta tiene como misión bloquear el sistema de cierre para evitar accidentes cuando se manipula el molde, y pudiera fallar la seguridad de la reja.

- o Extracción.

Su finalidad es extraer la pieza terminada del molde. El grupo de extracción esta formado por un cilindro hidráulico que empuja, y en algunos casos hace retroceder la placa expulsora, que forma parte del molde. Los expulsores deben tener la suficiente amplitud para que la pieza caiga hacia abajo entre ambos platos.

- o Dispositivos de cierre: Generación de la fuerza de cierre y apertura.

Son los que constituyen y definen las características generales del sistema de cierre de la máquina. Existen tres conceptos de diseño para los mismos:

- Sistema de cierre mecánico.
- Sistema de cierre hidráulico.
- Sistema de cierre mixto.

- 1. Sistema de cierre mecánico.

El cierre mecánico se realiza mediante un sistema de rodillera, asistido hidráulicamente. La rodillera admite básicamente dos diseños, la rodillera simple y la doble que puede ser con 4 o 5 puntos.

- 2 Sistema de cierre hidráulico.

En el sistema con cierre hidráulico, la fuerza de cierre se aplica directamente mediante un pistón hidráulico. La fuerza de cierre se calcula multiplicando la superficie del pistón sobre la presión que actúa sobre el mismo.

El sistema de cierre hidráulico presenta las siguientes ventajas:

- La fuerza de cierre puede desarrollarse en cualquier punto de la carrera de cierre, lo que significa que el sistema esta autocompensado en los cambios de dilatación y asentamiento del molde.
- Disposición mecánica simple y menor número de piezas móviles, en comparación con las máquinas de rodillera.
- Aplicación central de la fuerza de cierre sobre una superficie amplia, lo que permite un mejor reparto de esfuerzos sobre los platos, evitando problemas de flexión.
- El uso de cilindros de gran diámetro permite estabilizar y mantener centrados los platos, lo que implica una mayor reproducibilidad de inyecciones consecutivas.

Inconvenientes:

- Los costes energéticos y del sistema son superiores a los de rodillera.
- La localización de los extractores está muy restringida.
- Pueden presentarse problemas de longitud de carrera y de altura de molde como consecuencia de las características intrínsecas del sistema (reducción de la carrera a medida que los elementos del molde aumenta).
- Las velocidades de cierre y apertura son bajas.

- 3. Sistemas de cierre mixtos.

Estos sistemas se caracterizan porque independizan las operaciones de cierre y apertura (desplazamientos) de la generación de fuerza de cierre (prensa).

Características principales (ventajas e inconvenientes):

- Ciclo de trabajo lento, como consecuencia de la separación de ambos procesos.
- Optimización de las funciones de cada fase, lo que permite unas altas velocidades y un bajo porcentaje de fuerzas no deseadas.
- Control extremadamente preciso de fallos u obstrucciones de molde.

- **Unidad de control de proceso.**

Es la unidad de enlace entre la máquina y el operario. Desde este sistema el operario programa los parámetros adecuados, para que la inyección se produzca (presiones, temperaturas, tiempos y velocidades de las distintas fases descritas). Al mismo tiempo, el sistema informa al operario de los valores a tiempo real de algunos de los parámetros que rigen el proceso de inyección, así como, posibles anomalías o necesidades del sistema mecánico e hidráulico de la máquina.

- **Unidad de inyección.**

A grandes rasgos, la unidad de inyección se encarga de fundir, homogeneizar, transportar, dosificar e introducir en el molde el material plástico.

Los componentes de una típica unidad de inyección son:

- Tolva.
- Motor hidráulico.
- Cilindro de plastificación.
- Husillo.
- Boquilla.

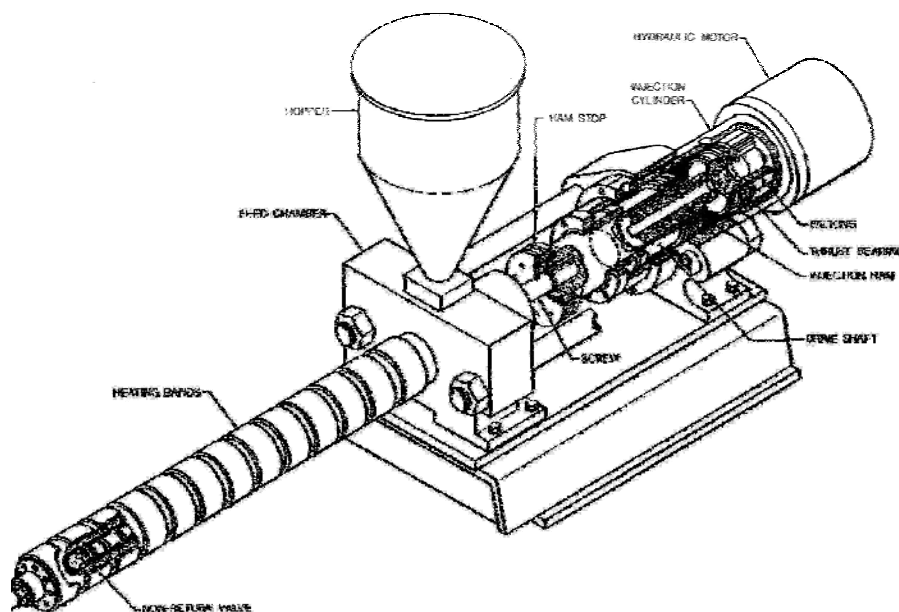


Fig. 7: Unidad de inyección.

- o Tolva.

La tolva es el sistema que permite la introducción del material dentro del cilindro de plastificación. Esta debe tener una conicidad adecuada para que los gránulos de material deslicen solamente ayudados por la fuerza de la gravedad, pero que a la vez esta caída sea lo suficientemente suave, para una aglomeración sobre la entrada no produzca un atasco de material.

En los casos en que la granulometría sea desigual las modernas máquinas de husillo émbolo, permiten una homogeneización óptima del material, no obstante en estos casos, y en casos en que se deban añadir aditivos complementarios (cargas, pigmentos, etc..) deberemos ayudar a la homogeneización jugando con la contrapresión (fuerza que dificulta el retroceso del husillo durante la fase de dosificación), pero sin que sea excesiva para no cizallar en exceso el material y pueda degradarlo (principalmente en el caso en que se trabaje con material reciclado de post-consumo) o bien, una posible alternativa sería utilizar algún sistema de alimentación forzada, sistemas muy implantados en las empresas recicladoras, y que se instalan sobre la misma tolva de la extrusora.

- o Motor Hidráulico.

Actualmente la mayor parte de las máquinas de inyección son accionadas hidráulicamente y el sistema primario de potencia esta basado en uno o varios motores eléctricos. Tales sistemas normalmente están situados en la base de la máquina desde donde, mediante uno o varios circuitos hidráulicos distribuyen la energía a diferentes partes de la máquina con unos caudales de aceite determinados.

En una misma máquina pueden coexistir dos o más circuitos hidráulicos separados. Por ejemplo un circuito de alta presión y uno de baja presión. El de baja presión se encarga de los movimientos generales de la máquina, utiliza grandes caudales de aceite. El circuito de alta presión se encarga de producir la fuerza de cierre y la presión de inyección. Para lograr movimientos rápidos y presiones elevadas, se suelen combinar actuaciones de ambos circuitos.

- o Cilindro de plastificación.

Es un cilindro de un metal resistente a los esfuerzos mecánicos que se producen durante el arrastre de material y a los productos químicos que pudieran generar el polímero y/o sus aditivos. En casos de utilizar materiales altamente corrosivos o abrasivos, cabe prever la necesidad de protecciones especiales. Para ayudar al calentamiento del material plástico y que este obtenga la viscosidad idónea para ser procesado, se ajustan sobre la periferia del cilindro una serie de resistencias eléctricas y termopares que permiten respectivamente, parte de la calefacción del material y el control de la temperatura durante el proceso de inyección.

Las resistencias son bandas calefactoras que se ajustan alrededor del cilindro de plastificación, la potencia de las resistencias debe ser diseñada en función del grosor del cilindro, no obstante, cabe decir que las resistencias solamente aportan una pequeña parte (menos del 30%) del calor total que recibe el material, ya que la capa de plástico en contacto con la cara interna del cilindro, es un gran aislante para el resto de la masa plástica.

La calefacción mediante resistencias se utiliza, en su mayor parte, para comenzar el proceso de inyección y para mantener la temperatura durante paradas intermitentes de la producción.

El control de las temperaturas del cilindro se efectúa mediante la inclusión junto a las resistencias de calefacción y en un punto lo más próximo de la masa fundida de termopares.

o Husillo.

Es un tornillo sinfín provisto de una serie de filetes, cuya misión es transportar el material, durante la fase de dosificación, a la zona próxima a la boquilla. Al mismo tiempo, en las máquinas convencionales de émbolo-husillo, se encargará durante la fase de llenado de empujar el material hasta la cavidad del molde más alejada.

Los husillos son clasificados por su diámetro nominal y su longitud, este último es expresado como el cociente entre la longitud y el diámetro (L/D). Así por ejemplo, un husillo con 50 mm. de diámetro y 1000 mm. de longitud tendrá un L/D de 20.

El diverso comportamiento de los distintos materiales plásticos durante el proceso de inyección ha hecho necesario el desarrollo de husillos de geometría especial en función de la reología del polímero a procesar.



Un factor a tener en cuenta en el diseño de husillos es la profundidad del canal del tornillo. Un canal grande requiere una velocidad de rotación de husillo baja pero necesita un par de fuerzas grande para producir movimiento de rotación, por otra parte un husillo con una profundidad de canal pequeño, necesitará velocidades de rotación de husillos altas para obtener una carga similar a los anteriores, pero se requerirá un par de fuerzas pequeño. Las velocidades de cizalla impuestas a un determinado plástico por un husillo con canales profundos y con bajas velocidades de rotación es mucho menor que los que trabajan a altas velocidades y con poca profundidad de canal. Por esta razón para materiales a los que les afecte mucho las tensiones por cizallamiento deben emplearse husillos con canales profundos y que trabajen a pocas r.p.m.

La mayor parte de los fabricantes de máquinas de inyección ofrecen dos tipos de husillos:

- -Husillo estándar: que se emplea para los principales plásticos: Poliolefinas, estírenos, etc.
- -Husillos para PVC: La problemática en el procesamiento de este plástico, debido a que se debe de evitar a toda costa la formación de HCl (un ácido muy corrosivo), que podría provocar daños en la propia resina y sobre la camisa del cilindro. Tiene este una geometría especial que permite un fundido de la resina más suave, junto con un efectivo sistema de eliminación de gases.

o Boquilla

Mediante la boquilla de inyección, que se fija en la parte anterior del cilindro de plastificación, se establece la conexión con el molde, para dirigir el material hasta el bebedero.

El diámetro del canal de flujo en la boquilla debe establecerse en función del volumen en la cavidad del molde, no obstante, si no es bajo pedido se sirven boquillas con sección de paso estándar, que varía entre 3,5 y 4 mm.

En la práctica, normalmente se utilizan boquillas convexas, que trabajan por contacto con un bebedero con la correspondiente concavidad en el molde. Para que una boquilla funcione con normalidad, el diámetro del orificio de la boquilla debe ser menor que el canal del bebedero, y al igual que el radio de curvatura de la superficie frontal de la boquilla debe ser menor que el radio de la concavidad en el bebedero.

La forma y tamaño del paso por la boquilla del material es el factor decisivo para el diseño de estas, ya que este debe adaptarse a las propiedades del polímero, plásticos cristalinos y poco sensibles a la cizalladura deberán tener pasos finos para distorsionar el flujo y evitar en lo posible la cristalización del material en pieza, mientras que polímeros duros y sensibles a la cizalladura deberán tener pasos gruesos.

La boquilla es el último reducto del material antes de formar parte del molde, una vez finalizada la fase de compactación, el carro del cilindro de plastificación vuelve hacia atrás, mientras se produce la carga del material, lo que puede provocar una pérdida de material hacia el exterior por la boquilla. Para evitar esta circunstancia, en el mercado existen dos tipos de sistemas que impiden el goteo del material.

Por una parte existen las válvulas anti-retorno, en las boquillas existe un mecanismo que mantiene cerrada la boquilla mientras que esta no este en contacto con el bebedero del molde. Esta debe utilizarse solamente en caso de polímeros muy viscosos y que durante su proceso no generen gases, ya que podría producirse sobre la puntera una acumulación de gases de consecuencias insospechadas. Si se ensucia, la válvula no cierra bien, por lo que el molesto goteo persiste.

Como una segunda opción existe la boquilla directa, donde el goteo se controla con la succión, que consiste en crear en la boquilla una cámara de aire que impide el paso de material hacia el exterior.

Para permitir un mayor flujo sobre la boquilla esta viene provista de una resistencia eléctrica que la mantiene a la temperatura requerida, al igual que ocurría con las resistencias del cilindro de plastificación.

## MÉTODOS DE INYECCIÓN

La inyección ha desarrollado diferentes métodos empleando diferentes técnicas. La inyección multicomponente es sin duda la que más proyección está teniendo por su gran versatilidad y la posibilidad de acceder a nuevos mercados a través de los productos fabricados con la misma.

En el gráfico 1 puede apreciarse en color resaltado los métodos, que considerándose de Inyección, estarían incluidos en multicomponente, destacando por su implantación la co-inyección y la bi-inyección.

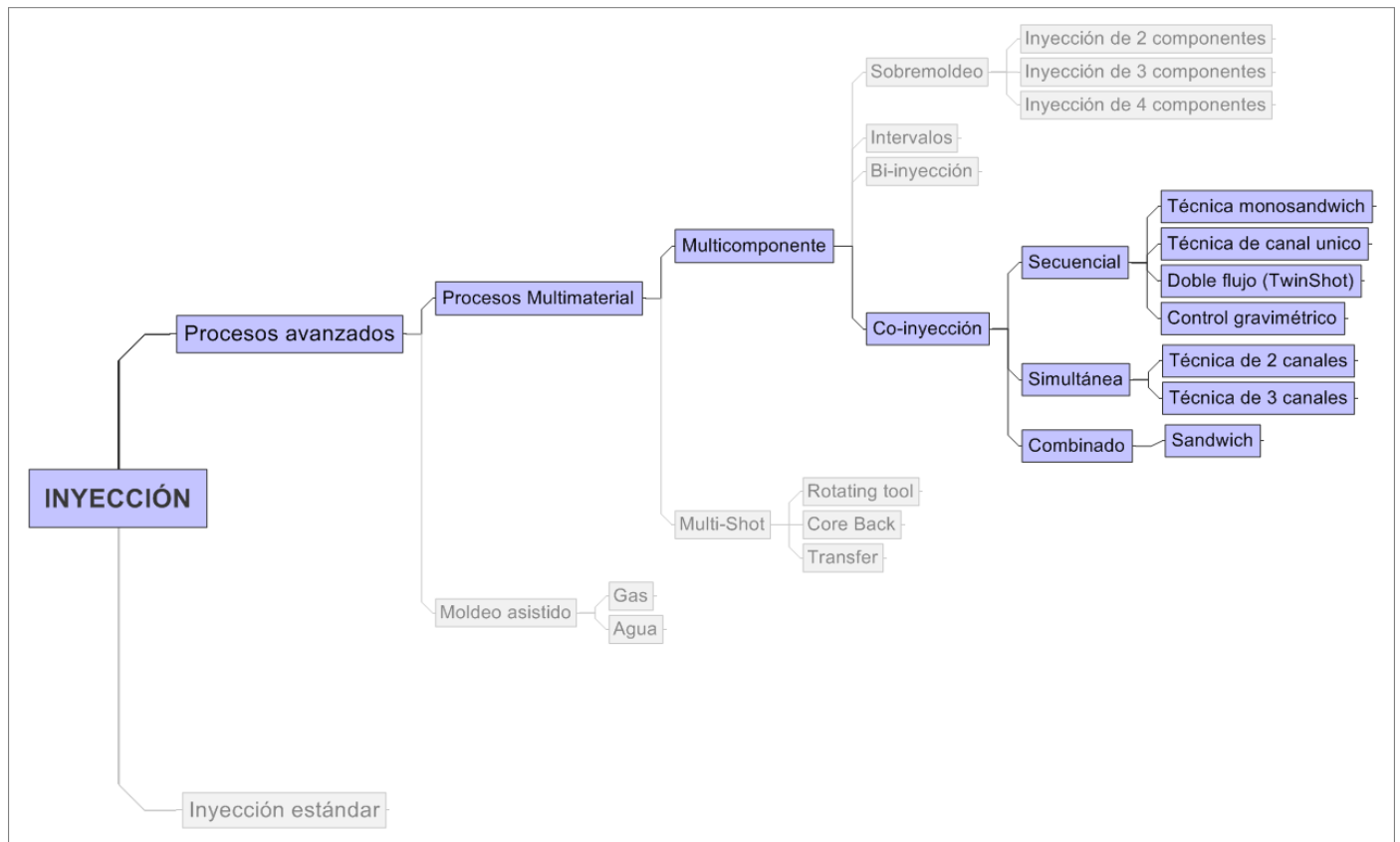


Gráfico 1: Métodos de inyección multicomponente. Fuente: AIMPLAS.

En el mismo gráfico son mencionados otros procesos de inyección tales como el asistido por gas o agua, el sobremoldeo, etc. todo ello da cuenta de la complejidad de este proceso de transformación. En el apartado 4 de este mismo informe se explican 5 de las tecnologías mas representativas y consideradas de gran interés para el sector en la Comunitat Valenciana.

# 3

## CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DEL SECTOR

### Análisis DAFO

Iniciamos este apartado con una visión general de la situación económica a través de un rápido análisis DAFO.

OPORTUNIDADES	FORTALEZAS
Demanda mundial de plástico creciente	Experiencia del sector
Desarrollo nuevos materiales	Flexibilidad de la producción
Fuerte demandad de la Industria española de automoción, cosmética, .	Existencia de un Instituto Tecnológico especializado en materiales plásticos (AIMPLAS)
Mejora del entorno económico mundial	
AMENAZAS	DEBILIDADES
Volatilidad precio de la materia prima	Falta financiación I+D+i
Mejora de la industria del plástico en países en desarrollo	Costes más altos frente países en desarrollo
Deslocalización empresas	Incremento legislación y normativa
Economía española rezagada en la recuperación mundial. Incertidumbre.	Descenso de la actividad en sectores importantes (construcción, automoción,...)

Gráfico 2: Análisis DAFO

### CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DEL PLÁSTICO

El uso generalizado de los materiales plásticos ha experimentado un crecimiento imparable en las últimas décadas, favorecido por el bajo coste de producir grandes series de piezas iguales y en las propiedades técnicas que ofrece, por lo que se ha producido un proceso de sustitución de materiales tradicionales por plásticos en muchos sectores industriales (automoción, construcción, envases,...).

Así, durante los últimos 50 años, el consumo y la producción de plásticos ha tenido un crecimiento medio anual del 9%. Aunque desde 2008 (y aún en 2010) debido a la crisis financiera y económica mundial, se ha reducido a 245 millones de toneladas frente a las 260 millones de toneladas en 2007, situándose en niveles de 2006.

La producción en Europa representa la cuarta parte de la producción mundial, empleando a 1.6 millones de trabajadores, según PlasticsEurope. Destaca la industria alemana, que aporta el 7.5% de la producción mundial, seguido de Benelux (4.5%) y Francia (3%). España representa el 1.5% de la producción mundial de plástico.

Hay que destacar que los nuevos países adheridos a la UE están experimentando un crecimiento económico, como Polonia, República Checa o Hungría, con un desarrollo importante de sus industrias del plástico debido a la deslocalización de la producción de muchas industrias importantes para la industria del plástico, por sus costes de mano de obra más bajos.

### El sector transformación de plástico en España

El sector fabricación de productos plásticos en España está formado por 4.734 empresas de las que 925 están localizadas en la Comunitat Valenciana, representando el 20% del sector. Es la segunda Comunidad por importancia, detrás de Cataluña, donde están concentradas el 29%. Ambas comunidades suman cerca del 50% de las empresas del sector.

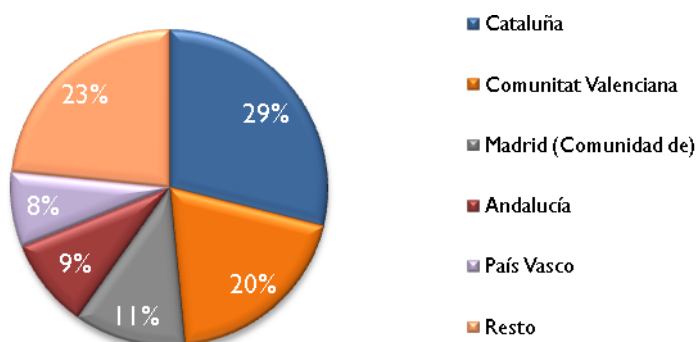


Gráfico 3. Número de empresas del sector transformador en España. Distribución porcentual por CC.AA. año 2009 | Fuente: DIRCE. INE.

La transformación de plásticos ha presentado tasas de variación anual negativas en el índice de producción industrial, que tocaron fondo en la primera mitad de 2009. A partir de entonces las tasas han ido reduciéndose hasta alcanzar en los dos últimos meses de 2009 tasas de crecimiento positivas.



Gráfico 4. Tasa de variación anual del Índice de Producción Industrial del sector transformador de plástico

El frenazo en la construcción (años 2009-2010), motor de crecimiento de la economía española y un importante mercado para los plásticos, la caída del consumo, y con ello la reducción de muchos bienes de consumo, como electrodomésticos o automóviles, ha llevado a la industria del plástico a una drástica reducción de su producción.

En el segundo semestre del año 2009, la intervención gubernamental a través de planes de inversión (PlanE), fomento del consumo (Plan Renove) y la reactivación de la economía en los países de nuestro entorno, ha llevado a una mejora de la situación, rompiendo la tendencia pero no pudiendo hablar de una consolidada recuperación.

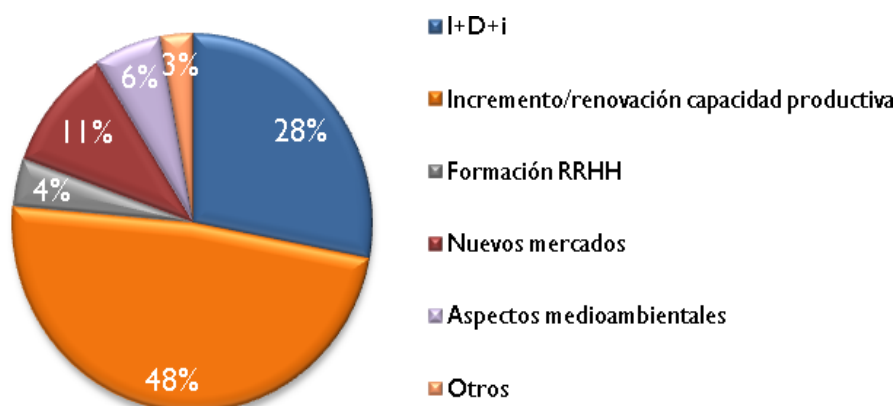


Gráfico 5. Destino de la inversión de las empresas del sector transformador. Año 2008  
Fuente: AIMPLAS Observatorio de Mercado

Según los datos extraídos del Informe Anual de la Industria del Plástico (IAIP-2009), la inversión realizada en 2008 por las empresas fue destinada principalmente a la renovación o ampliación de la capacidad productiva, mientras que el 28% fue destinado a la investigación y desarrollo.

Fueron los factores económicos los principales obstáculos para la Innovación, puesto que para las empresas existe un elevado riesgo, sus costes son altos y tienen dificultades para acceder a financiación, frente a los factores internos, como la formación del personal o la información, que aparecen con puntuaciones más bajas. También la exigencia de demasiada burocracia dificulta la actividad innovadora en las empresas.

### El sector transformación de plástico en la Comunidad Valenciana

Según los datos del INE, en la Comunitat Valenciana el sector transformación de plásticos está formado por 925 empresas (año 2009). Desde el año 2003 el sector presenta una tendencia a la reducción en el número de empresas, que puede ser explicado por el aumento del tamaño de las mismas (concentración empresarial) puesto que el peso del sector sobre el total de empleos tiene una tendencia creciente. La crisis actual ha acentuado este proceso, así podemos hablar para el año 2008 de la desaparición de 49 empresas lo que significa un -7,4%.

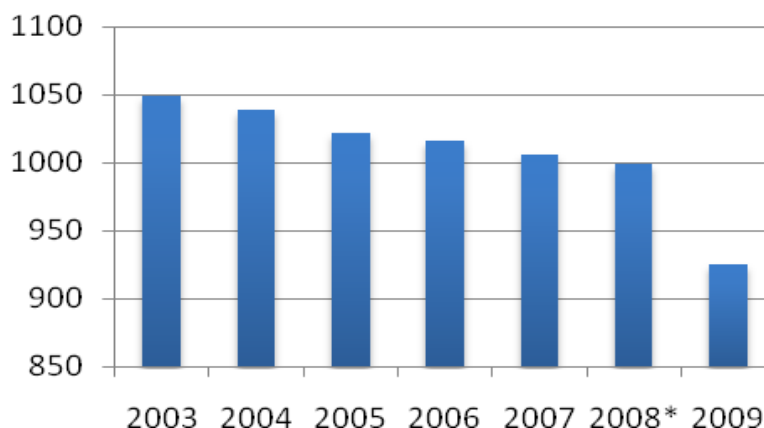


Gráfico 6: Evolución del número de empresas del sector transformación de plásticos en la Comunitat Valenciana.

Fuente: DIRCE. INE.

\*En 2008 cambio CNAE 93 por CNAE 2009

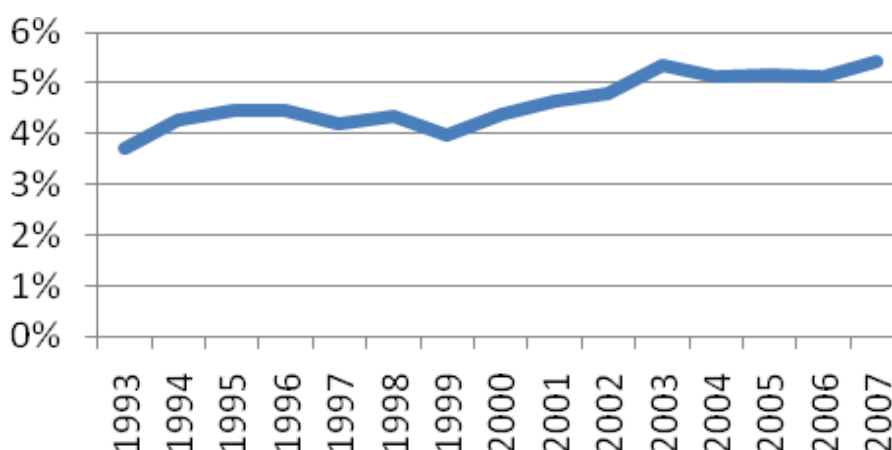


Gráfico 7: Evolución del peso del sector transformador de plástico en el total de la industria en la Comunitat Valenciana (número de personas ocupadas).

Fuente: Encuesta Industrial de Empresas. INE

Un sector atomizado, formado en su mayoría por Pymes, puesto que el 93% de las empresas de la Comunitat Valenciana tiene menos de 50 trabajadores.

La propia estructura de las empresas dificulta su actividad, los problemas para el acceso al crédito o de financiación en general repercuten no sólo en la escasa inversión en infraestructura sino en la prácticamente inexistente inversión en I+D+I. Además, el menor tamaño relativo frente a los principales clientes, como las empresas de automoción o de alimentación, y a los proveedores de materia prima les resta poder de negociación frente a clientes y proveedores. Esto obliga a las empresas a aceptar ciertas condiciones que al no ser previsibles, como el incremento de los precios de las materias primas, no pueden repercutir sobre el precio de venta final, dando lugar a la reducción de los márgenes empresariales.

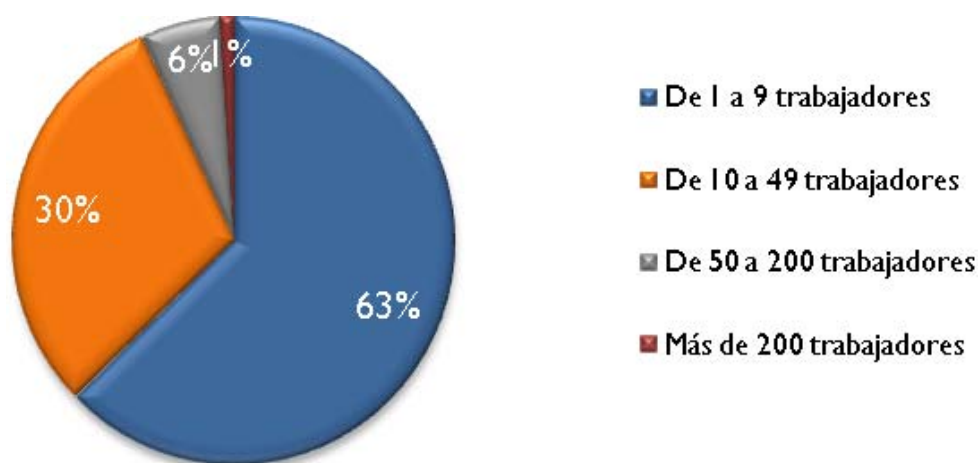


Gráfico 8. Distribución de empresas por rango de empleados en la Comunitat Valenciana.

Fuente: INE

Las empresas destinan sus productos a distintos sectores dentro de la industria. Aquí podemos extraer diferencias frente al resto de empresas nacionales, ya que existe un mayor peso de los productos destinados a automoción, construcción y agricultura en comparación con el resto de España.

Sector Demanda	%
Construcción	20,2%
Envase y embalaje	17,5%
Automoción	17,0%
Agricultura	15,0%
Piezas industriales	13,0%
Menaje	3,6%
Juguetes y ocio	3,4%
Muebles	3,1%
Electricidad y electrónica	2,0%
Electrodomésticos	2,0%
Calzado	1,2%
Otros	2,0%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Tabla 2. Distribución por sectores de aplicación. Comunidad Valenciana (Producción anual).

Fuente: AIMPLAS.

### Comercio exterior del sector transformación de plásticos de la Comunitat Valenciana

La Comunitat Valenciana presenta un saldo negativo en la balanza comercial de productos transformados plásticos, valorado en más de 260 millones de euros en 2009. Valor que presenta una tendencia creciente desde 2002, excepto en el último año en el que el valor se ha mantenido próximo a 2008 por el descenso del comercio mundial.

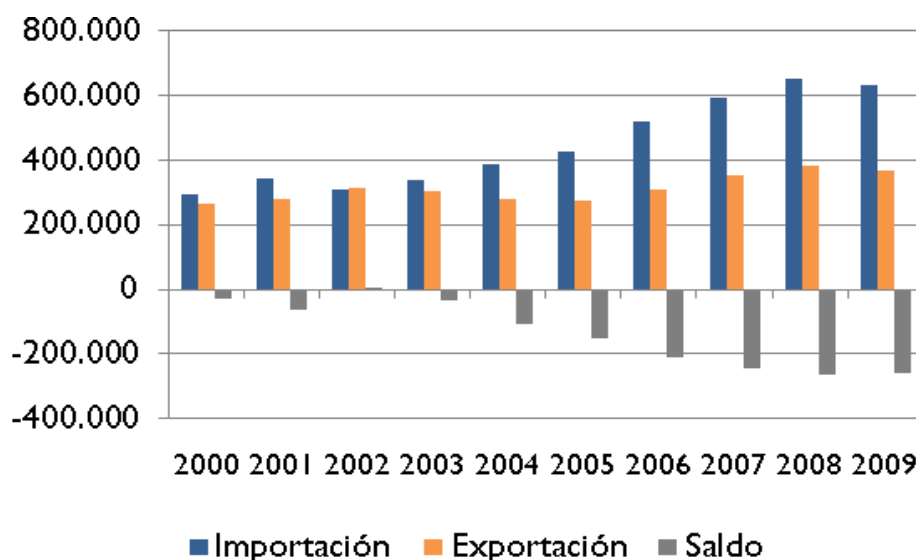


Gráfico 9. Balanza comercial de productos plásticos transformados de la Comunitat Valenciana con el resto del mundo. (en Miles de euros) Fuente: EUROSTAT

ORIGEN IMPORTACIONES				DESTINO EXPORTACIONES			
	Países	Miles €	%		Países	Miles €	%
1	Países Bajos	165971	26,3%	1	Alemania	71713	19,4%
2	Italia	109176	17,3%	2	Portugal	59856	16,2%
3	Alemania	89714	14,2%	3	Francia	52635	14,2%
4	China (RP)	62840	10,0%	4	Italia	30559	8,3%
5	Francia	55101	8,7%	5	Países Bajos	17594	4,8%
6	Bélgica	50452	8,0%	6	Bélgica	17110	4,6%
7	Portugal	21503	3,4%	7	Reino Unido	16746	4,5%
8	Reino Unido	14994	2,4%	8	Marruecos	12406	3,4%
9	Turquía	9596	1,5%	9	Grecia	6895	1,9%
10	Brasil	6065	1,0%	10	Suiza	4807	1,3%
	SubTotal	585417	92,8%		SubTotal	290324	78,5%
	Total	630627	100%		Total	369712	100%

Tabla 3. Principales países del comercio exterior de la Comunitat Valenciana. Fuente: ESTACOM

El comercio exterior se realiza especialmente con el resto de países de la Unión Europea, puesto que en esta zona se concentra el 79% de las exportaciones y el 82% de las importaciones. Respecto a los países no pertenecientes a la Unión Europea, destaca la exportación del 5% al Norte de África, siendo Marruecos el receptor del 3,4% del valor de las exportaciones totales, y la importación de Asia que representa el 13% del total.

Dentro de Asia destacamos a China, como principal competidor en los productos nacionales. Origen de productos plásticos transformados con un valor cercano a 63 millones de euros, mientras que la producción exportada está valorada en sólo 4 millones de euros.

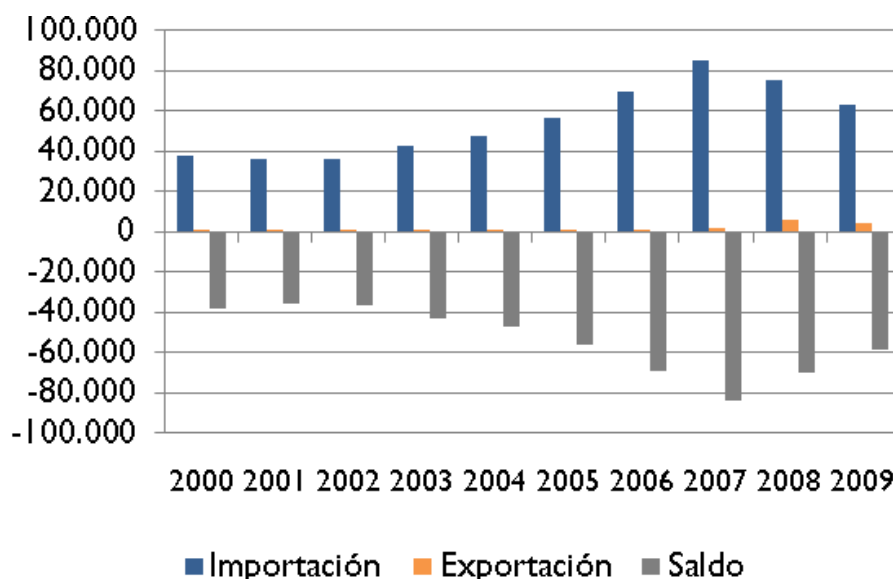


Gráfico 10. Balanza comercial de productos plásticos transformados de la Comunitat Valenciana con China (Miles de euros). Fuente: EUROSTAT

**SUBSECTOR INYECCIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS: Datos económicos.**

Según los datos disponibles del Observatorio de Mercado (AIMPLAS), la inyección es el proceso de transformación más utilizado en la Comunitat Valenciana, empleado por el 57% de las empresas. LA mayoría de las mismas son Pymes, puesto que el 97% de las empresas emplea a menos de 250 trabajadores. Destaca que el 43% tiene menos de 10 trabajadores y el 41% emplea entre 10 y 49 trabajadores.

En función de la facturación, vemos como un gran porcentaje de empresas, el 67%, factura menos de 2 millones de euros, lo que refleja el pequeño tamaño que encontramos en el sector inyección en la Comunidad Valenciana. Sólo un 2% de las empresas facturan más de 50 millones.

En base a los datos obtenidos elaborados por el Observatorio de Mercado a partir del SABI, se ha detectado que sólo el 33% de las empresas realiza actividad comercial fuera del territorio nacional.

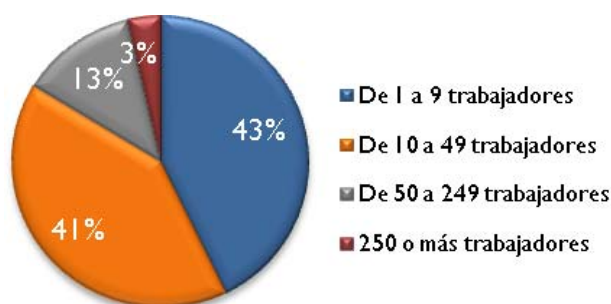


Gráfico 11. Distribución porcentual por rango de empleados. Año 2008. Fuente: AIMPLAS Observatorio de Mercado a partir de SABI

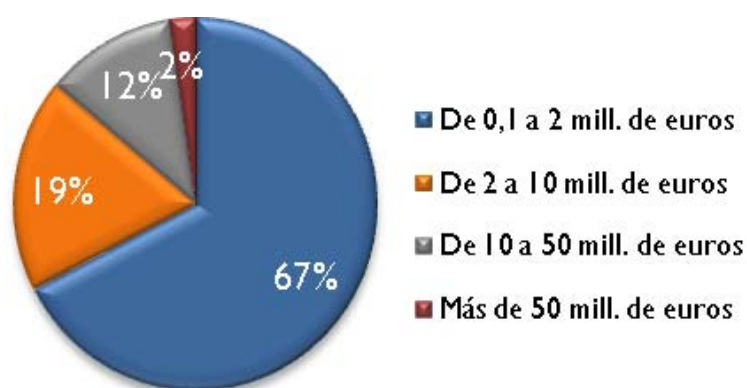


Gráfico 12. Distribución porcentual por rango de facturación. Año 2008

Fuente: AIMPLAS Observatorio de Mercado a partir de SABI

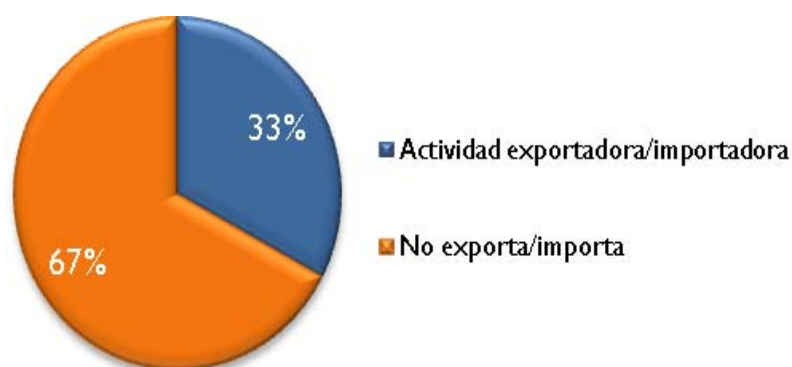


Gráfico 13. Porcentaje de empresas que actúan en mercados internacionales. Año 2008

Fuente: AIMPLAS Observatorio de Mercado a partir de SABI

EMPRESA	Facturación Miles euros	Empleados	Sector destino
SP Berner Plastic Group s.l.	119.793	714	Menaje hogar
Lab Radio Slu	97.084	601	Automoción
Plastic Omnium Equipamientos Exteriores S.A	82.655	349	Automoción
Jimten sa	52.904	362	Sanitarios
Industrias Alegre SA	45.112	400	Automoción
Dr franz schneider sa.	35.895	320	Automoción
Plastic omnium sistemas urbanos sa	35.705	200	
Plastiken SL	23.591	110	Menaje hogar
Preci-Plastic sa	22.525	84	Envase
Exclusivas rimar sl	20.175	105	Puericultura

Tabla 4. Principales empresas inyectoras por volumen de facturación en la Comunitat valenciana.

Fuente: SABI

## 4

## CATÁLOGO DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES

A continuación se ofrecen aquellas tecnologías, que siendo de inyección, han sido seleccionadas por considerarse emergentes y de gran proyección para el sector en la Comunitat Valenciana.

Código	Enunciado
TE-2009/0001	Moldeado por inyección compounder (IMC)
TE-2009/0002	Co- Inyección
TE-2009/0003	Heat and cool
TE-2009/0004	Inyección asistida con Gas
TE-2009/0005	Inyección asistida con agua



**FICHA IDENTIFICACIÓN  
TECNOLOGÍA EMERGENTE  
TE-2009/0001**



**Título tecnología**

**Moldeado por inyección compounder (IMC)**

**Breve Resumen**

La presente tecnología unifica en un solo los procesos de compounding e inyección. Aunque es una tecnología que está en su tercera generación (creada en 1997) ha tenido una implantación muy selectiva (sobre todo por los altos costes) existiendo sólo 125 unidades en todo el mundo de las que 4 están en España.

Por sus innumerables aplicaciones en sectores de alto valor añadido, supone una clara oportunidad para las empresas de la Comunitat Valenciana. Para España el distribuidor en exclusiva es Coscollola Comercial.

**Empresa/proveedor/dueño de la tecnología**

	<i>Empresa</i>	<i>País</i>	<i>Nombre Tecnología</i>	<i>Observaciones</i>
<b>1</b>	Krauss Maffei	Alemania	IMC	Patente
<b>2</b>	Coscollola Comercial	España	IMC	Proveedor

**Descripción de los beneficios aportados por la tecnología**

1. Para los transformadores que fabrican su propia materia prima (compounders), le permite reducir los costes de la materia prima, ya que realizan el proceso compound junto con la inyección en un sólo proceso.
2. La tecnología de proceso del moldeado por inyección compounder mejora la calidad de las piezas, especialmente en los materiales que llevan fibras o cargas. La degradación térmica en este proceso es reducida, ya que, debido al proceso de una única etapa, el material sólo tiene que ser fundido una vez. Esto, en parte, también es debido a que se realiza una única plastificación a menor presión y temperatura.
3. En cuanto a materiales con fibras, se pueden obtener las fibras más larga que con el proceso de compound convencional ya que la alimentación de las fibras se hace en continuo y como consecuencia de ello se mejoran las propiedades mecánicas.
4. En principio, todo es posible con el proceso de IMC. Se pueden emplear para procesar una amplia variedad de materiales y fabricar nuevas mezclas, empleando materiales reforzados con alto contenido en carga (fibras, mezclas y aditivos).
5. Longitud de husillo constante, permite utilizar en la unidad de inyección relaciones de 1 a 5 (cuando lo normal es de 1 a 3) con lo que en una misma máquina se inyectan piezas de diferentes tamaños con la misma precisión y sin cambiar componentes.

6. Desgaste de husillo menor.
7. El IMC se puede emplear para la inyección de una amplia gama de productos con alta calidad, ya que la plastificación y la inyección están diferenciadas entre sí y el ciclo de inyección completo puede ser utilizado para la plastificación.
8. Este proceso tiene un amplio rango de aplicaciones debido a la amplia variedad de materiales que se pueden emplear.
9. Ahorro coste de material. Se evitan mermas y la máxima optimización del mismo en el proceso de transformación. Se estiman ahorros entre 0.5 y 1 EUR/kg.
10. Ahorro en la instalación industrial, al juntar en una sola lo que antes había que tener en dos localizaciones diferentes. El tamaño de las máquinas, aunque es importante, se está reduciendo considerablemente con cada nueva versión.
11. Flexibilidad en el proceso: Reducción fuerza de cierre.

### Rasgos diferenciadores y únicos de la tecnología

Unificación del proceso de compounding e inyección en una misma máquina, con las ventajas arriba descritas.

### Estado de desarrollo de la tecnología

- Investigación básica
- Investigación aplicada
- Tecnología validada como prototipo
- Tecnología comercializada**

### Descripción detallada

El proceso de IMC abre nuevas posibilidades de procesado para combinar diferentes materiales de partida y procesarlos en una sola operación. Esta innovación les permite fabricar piezas en la que los polímeros se pueden combinar libremente con cualquier refuerzo, fibra o relleno. Las aplicaciones potenciales van desde el sector del automóvil, a través de los sectores de embalaje, eléctrico y electrónico, a la producción de alimentos. Eso significa que se puede emplear en cualquier aplicación en la que los diferentes componentes deben mezclarse y moldearse en las formas tridimensionales. A continuación, en la figura 8, se puede observar la máquina de moldeo por inyección compounder:



Fig 8: Máquina de inyección compounder de Krauss Maffei

Con el IMC, las piezas se producen en una sola etapa del proceso de producción.

Esto representa una combinación óptima de un proceso continuo de extrusión con la operación discontinua del moldeo por inyección. Debido a que el material sólo se calienta una vez, el material sufre menos. El primer paso del proceso es la dosificación gravimétrica de cada uno los materiales. El material plastificado y homogeneizado pasa de la extrusora a través de un canal caliente al cilindro de inyección. Durante las fases de inyección y compactación, el material suministrado continuamente por la extrusora, se almacena en un acumulador para mantener caliente la mezcla para suministrarla a la unidad de inyección y mantener constante la calidad de la formulación. Este proceso se muestra en la figura 9

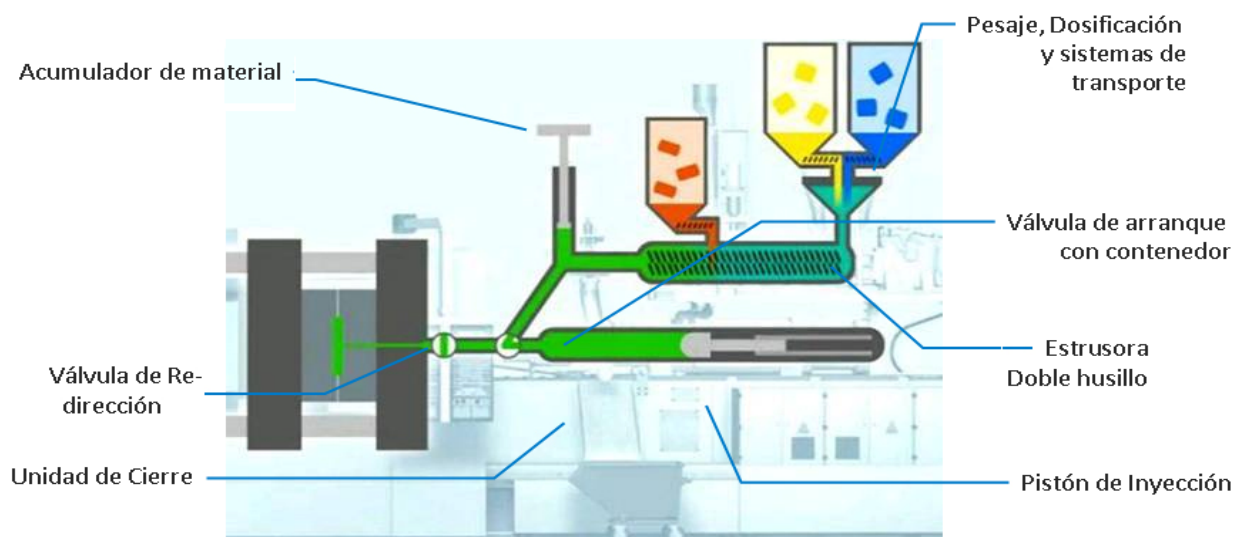


Fig 9: Esquema de la máquina de inyección compounder de Krauss Maffei

Los elementos básicos para el moldeado de piezas por inyección compounder son el dosificador gravimétrico, una extrusora de doble husillo y la unidad de cierre. La unidad de plastificación y inyección se ha modificado con respecto a la inyección convencional para el moldeado por inyección compounder y desempeña un papel crucial en el proceso. En lugar de un sólo husillo para la plastificación y la inyección, se utiliza un doble husillo co-rotante de para la plastificación y un pistón para la inyección.

### Aplicaciones finales / mercados

1	Automoción: frontales (fronted carrier) en PP+fibra de vidrio.
2	Automoción: Parachoques PP+EPDM
3	Automoción: Puerta trasera.
4	Eléctrico-electrónico: Lavadoras (tambores).
5	Eléctrico-electrónico: pilas combustibles
6	Embalaje: combinaciones con polvo de madera para fabricar cajas.
7	Embalaje: palets, incluso con reciclado de PET.
8	Otros: alimentos para mascotas.

### Propiedad industrial (Patentes relacionadas)

<i>Número</i>	<i>Título</i>	<i>País</i>	<i>Fecha</i>	
1	US6854968B2	Compounding-Injection moulding machine	Estados Unidos	15/02/2005
2	ES2067941T3	Procedimiento de moldeo por inyección y amasado combinado y dispositivo para llevar a cabo este procedimiento	España	28/04/1993



**FICHA IDENTIFICACIÓN  
TECNOLOGÍA EMERGENTE  
TE-2009/0002**



**Título tecnología**

**Co- Inyección**

**Breve Resumen**

El proceso de co-inyección fue patentado en 1969. Inicialmente fue diseñado para ser una alternativa al proceso estructural de espumado ya que la co-inyección permitía moldear una piel sólida obteniendo un buen acabado superficial. Este proceso se lleva utilizando comercialmente desde 1975.

Este proceso es una de las variantes del proceso de moldeo por inyección multimateria de dos componentes. A diferencia de otros procesos multicomponente, el proceso de co-inyección se caracteriza por su capacidad de encapsular completamente uno de los materiales inyectados. El mecanismo del proceso consiste en inyecciones secuenciales de dos materiales diferentes a través de la misma entrada (tobera) donde se inyecta de manera que el segundo material queda encapsulado por el primero inyectado en 3 etapas.

Ambos polímeros pueden ser el mismo, cambiando el color, la dureza, la densidad, etc. o pueden ser polímeros con diferente estructura química. En este último caso, deben ser compatibles entre sí, es decir, deben tener una temperatura de fusión y viscosidad similar.

**Empresa/proveedor/dueño de la tecnología**

	<i>Empresa</i>	<i>País</i>	<i>Nombre Tecnología</i>
1	Arburg GMBH	Alemania	Co-inyección
2	Ferromatik Milacron Maschinenbau GMBH	Alemania	Co-inyección
3	Huarong plastic machinery	Taiwan	Co-inyección
4	Sandretto	Italia	Co-inyección
5	Husky injection molding	Estados unidos	Co-inyección

## Descripción de los beneficios aportados por la tecnología

1. Utilización de un volumen elevado de material reciclado o fuera normas.
2. Utilización de materiales estructurales en el interior y cosméticos en el exterior.
3. Combinación de distintos materiales que mejoren las características de la pieza para obtener una superficie blanda en el exterior, con un interior rígido, o un material rígido en el exterior con un interior resistente al impacto.
4. Posibilidad de espumar el interior obteniendo ventajas tales como la reducción del peso de la pieza, eliminación de deformaciones y rechupes, menores tensiones en la pieza, menor tamaño de máquina necesario y muy buen acabado superficial.
5. Oportunidad de reducir el uso de materiales técnicos de coste elevado utilizando materiales de bajo coste para el núcleo.

## Rasgos diferenciadores y únicos de la tecnología

Gran versatilidad para la fabricación de piezas y productos de diversas formas, texturas, diseños, etc. especialmente para aplicaciones de alto valor añadido en mercados tales como: Automoción, envase para productos de lujo (cosmética, joyería, etc.), etc.

La incorporación de material reciclado hace incluso más atractiva la implantación de esta tecnología al poder realizar productos acordes con la sensibilidad medioambiental de ciertos consumidores.

## Estado de desarrollo de la tecnología

- Investigación básica
- Investigación aplicada
- Tecnología validada como prototipo
- Tecnología comercializada**

## Descripción detallada

La co-inyección es un proceso de inyección que permite la encapsulación de un material dentro de una capa externa de otro de forma que las distintas propiedades de los materiales utilizados en el núcleo y en el exterior permiten conjugar unas propiedades específicas internas un excelente acabado superficial.

En la figura 1 se muestran los diferentes pasos del proceso de co-inyección, donde

- (a) Inyectada corta del material externo en el interior de la cavidad.
- (b) Inyección del material del núcleo hasta el llenado casi completo de la cavidad.
- (c) y (d) Inyección de una pequeña porción de material externo para cerrar la pieza y embeber completamente al material del núcleo.

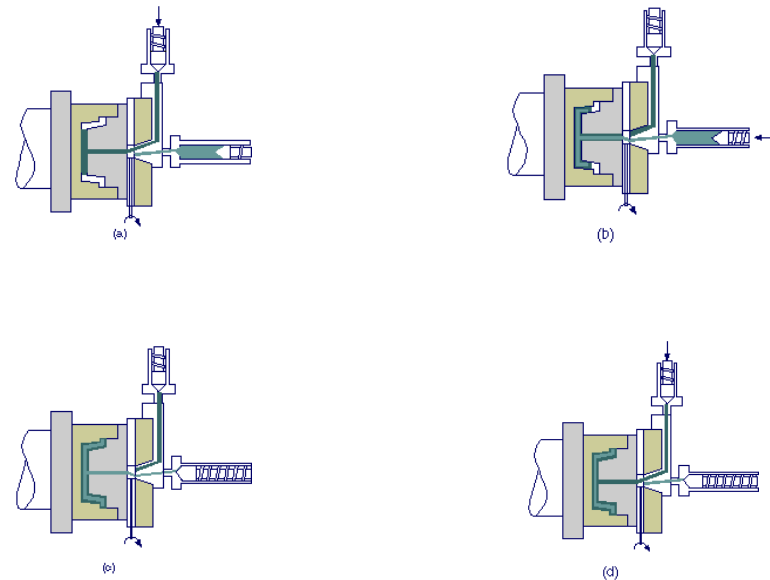


Fig. 10: Etapas del proceso de inyección sándwich

Este proceso se consigue mediante el uso de máquinas con dos grupos independientes de inyección, controlados de forma individual, y una boquilla o bloque común de inyección provisto de un cabezal de conmutación y distribución. El principio de este proceso consiste en inyectar dos materiales poliméricos distintos, provenientes de dos grupos de inyección independientes, e inyectarlos uno detrás de otro o de forma simultánea dentro de la cavidad del molde. Debido al comportamiento de flujo de los materiales fundidos y a la solidificación del material externo, se produce la formación de una capa fría del primer material inyectado que va creciendo a medida que la pieza enfría. El material del núcleo, todavía fundido, fluye entre las capas frías del material solidificado, empujando al primer material hacia los extremos de la cavidad (figura 10b).

Debido al perfil de tipo fuente (trayectoria hacia fuera de las partículas de la región central hacia las paredes límites) del avance del frente de flujo el material externo que avanza en la primera posición del frente se va adhiriendo a las paredes adyacentes del molde (figura 10c). Finalmente, se introduce una pequeña cantidad del material inicial para purgar el material interno del canal de alimentación y eliminar el material interno de la superficie de la pieza (figura 10d).

Cuando no se procesan las cantidades adecuadas de cada uno de los materiales, frecuentemente el material externo es sobrepasado por el material interno durante el proceso de llenado, produciéndose el efecto conocido como brecha del material interno (*break through phenomenon*).

La relación de viscosidad entre el material externo y el material del núcleo juega un papel muy importante en la formación de la región interfacial, afectando sobre todo al espesor de la capa externa y su uniformidad, por lo que se trata de uno de los principales parámetros de estudio.

El uso de esta tecnología supone muchas ventajas importantes, ya que por ejemplo el uso de los caros y complejos aditivos sólo en la superficie de una pieza permite reducir los costes y según algunos autores puede mejorar la efectividad de los mismos.

La Co-inyección se divide en tres técnicas principalmente:

- **Inyección secuencial.** Consiste en inyectar cada uno de los materiales de manera alterna, es decir, primero se inyecta el material externo y cuando acaba su inyección se inyecta el material del núcleo.
- **Inyección simultánea.** Esta inyección de cada uno de los materiales de manera simultánea, primero se inyecta el material externo y antes de finalizar su inyección se inyecta el material del núcleo, es decir, durante un corto periodo de tiempo se inyectan ambos materiales al mismo tiempo.
- **Inyección combinada.** A diferencia con los otros dos, esta inyección se puede considerar secuencial o simultánea dependiendo de la programación de la fase de inyección de cada una de las etapas.

### Aplicaciones finales / mercados

1	Automoción en parachoques y componentes del interior del coche (palancas de engranaje, volante
2	Fontanería en mandos, componentes del grifo e inodoros
3	Electrodomésticos en tiradores y paneles de puertas.
4	Mobiliario de jardín
5	Letreros urbanos
6	Posibilidad de utilizar polímero reciclado como núcleo de la pieza y material aislante en la parte de la piel, por ejemplo en un interruptor, un enchufe o una caja de fusible, donde el material de la piel es un PBT o PS y el núcleo es un PP reciclado

### Propiedad industrial (Patentes relacionadas)

Número	Título	País	Fecha
1	US2009152768 (A1) Control system for dynamic feed coinjection process	Estados Unidos	05/01/2007
2	US2003012837A1 Process and device for coinjection molding multilayer products	Estados Unidos	16/01/2003



**FICHA IDENTIFICACIÓN  
TECNOLOGÍA EMERGENTE  
TE-2009/0003**



**Título tecnología**

**Heat and cool**

**Breve Resumen**

Heat & Cool es una técnica que se aplica en el proceso de inyección de termoplásticos que consiste en subir y bajar rápidamente la temperatura del molde durante el ciclo de inyección para obtener un acabado de pieza excelente.

**Empresa/proveedor/dueño de la tecnología**

	<i>Empresa</i>	<i>País</i>	<i>Nombre Tecnología</i>	<i>Observaciones</i>
<b>1</b>	SABIC	Arabia Saudí	Heat & Cool	Actualmente dueño tecnología
<b>2</b>	Krauss Maffei	Alemania	Heat & Cool	Fabricante de maquinaria
<b>3</b>	Coscollola Comercial	España	Heat & Cool	Representante para España de Krauss Maffei

**Descripción de los beneficios aportados por la tecnología**

Este tipo de tecnología se emplea mucho para la obtención de piezas, principalmente del sector de la electrónica (Carcasas de consolas, frontales de LCD, etc) y automoción (Maneta de la puerta, soporte de la baca, etc).

Para la obtención de alguna de estas aplicaciones se emplean los siguientes materiales: PC/ABS, PC/PBT, PBT + fibra de vidrio, etc.

**Rasgos diferenciadores y únicos de la tecnología**

Esta tecnología presenta una desventaja inicial referida al elevado coste de los moldes, puesto que tienen que contar con altas prestaciones, principalmente en cuanto a la resistencia térmica, ya que deben soportar cambios de temperatura muy acusados.

**Estado de desarrollo de la tecnología**

- Investigación básica
- Investigación aplicada
- Tecnología validada como prototipo
- Tecnología comercializada**

**Descripción detallada**

Heat & Cool es una técnica que se aplica en el proceso de inyección de termoplásticos que consiste en subir y bajar rápidamente la temperatura del molde durante el ciclo de inyección para obtener un acabado de pieza excelente. Dependiendo de si la temperatura del molde es alta o baja se pueden obtener los siguientes resultados:

<i>Temperatura de molde alta</i>	<i>Temperatura de molde baja</i>
Mayor tiempo de ciclo	Menor tiempo de ciclo
Buen acabado superficial	Mal acabado superficial
Menores tensiones residuales	Tensiones residuales, alabeos

A continuación, en la figura 12, se muestra el ciclo de funcionamiento del proceso:

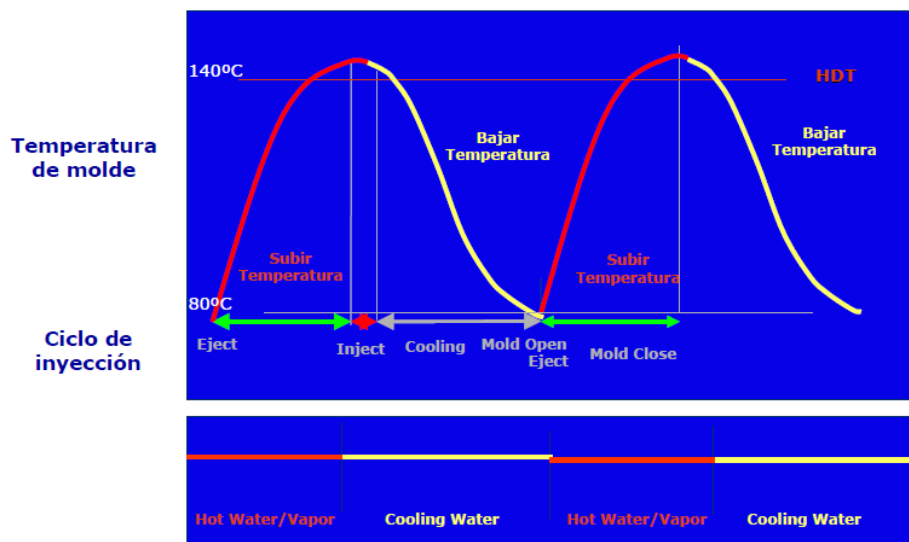


Fig. 11: Ciclo de Heat & Cool.

Para poder llegar a conseguir los ciclos de calentamiento y enfriamiento del proceso, se requiere el empleo de equipos especiales. Dentro de los equipos de calentamiento existen 3 posibilidades como son:

1. Calentamiento del molde mediante Vapor de Agua
2. Calentamiento del molde mediante Agua Caliente
3. Calentamiento del molde con Resistencias Eléctricas (este tipo no requiere de periféricos auxiliares)

El proceso de Heat & Cool presenta las siguientes ventajas:

- Buen acabado superficial en piezas con fibras
- Elimina las líneas de unión
- Incrementa la rigidez de las uniones

- Menores tensiones residuales
- Elimina el jetting y las líneas de flujo
- Elimina las vacuolas en piezas de alto espesor
- Mejora el llenado de piezas de bajo espesor
- Acabados muy brillantes
- Presentan un alto brillo, una buena resistencia al rayado y a la abrasión.

A continuación se muestra una pieza (figura 13) donde se puede comparar la pieza realizada en inyección convencional o mediante la técnica de Heat & Cool:



Fig. 12: Comparación estética de una misma pieza hecha por inyección convencional (parte izquierda) o por Heat & Cool (parte derecha).

### Aplicaciones finales / mercados

1	Eléctrico-electrónico: marcos TV LCD (frontales).
2	Carcasas de móviles.
3	Carátulas de radio.
4	Cubierta ordenadores portátiles y sobremesa.
5	Lentes ópticas
6	Carcasas vídeos y consolas.
7	Automoción: soportes para bacas (roof-rack rail support)
8	Consolas de equipos de aire acondicionado.
9	Mobiliario: manetas de puertas.

### Propiedad industrial (Patentes relacionadas)

La tecnología que permite el calentamiento del molde ha ido cambiando a lo largo de los años desde que fue inventada en Japón en 1985. La misma pasó de realizarse con vapor de agua (1989) o agua presurizada a desarrollos más actuales con resistencias eléctricas. Esta circunstancia ha dado lugar a diversas patentes, desde que en 1985 se registrara la primera en Japón (Solicitante: Denki Kagaku Kogyo KK).

<i>Número</i>	<i>Título</i>	<i>País</i>	<i>Fecha</i>
1	JP 60 111335 A Production of plastic thin-plate article having projection on surface,	Japón	1985
2	US4963312 Injection molding method for plastic materials	EEUU	1989
3	US 6451403 Process and apparatus for forming plastic sheet	EEUU	2002

### Observaciones (conclusiones, comentarios, etc.)

Otra información disponible sobre esta tecnología:

- Artículo de referencia: <http://www.ptonline.com/articles/200805fa4.html>



**FICHA IDENTIFICACIÓN  
TECNOLOGÍA EMERGENTE  
TE-2009/0004**



**Título tecnología**

**Inyección asistida con Gas**

**Breve Resumen**

Dentro del campo de la transformación de plásticos, la técnica de moldeo por inyección asistida por gas (GAIM) data desde el año 1975. Desde su creación han surgido numerosos métodos y patentes diferentes.

El proceso de moldeo por inyección asistido por gas (GAIM) está experimentando un rápido crecimiento. A pesar que la técnica GAIM es una variante del moldeo por inyección convencional, en muchas ocasiones se confunde con la técnica de soplado. Esto se debe a que en ambos procesos se producen piezas que se caracterizan por tener secciones huecas. Sin embargo, la mayor diferencia radica en el tamaño de la zona hueca que se crea en el interior de la pieza. En la inyección por gas, el espesor de la pared obtenido es mayor debido a que el núcleo interior de gas es más pequeño que en la técnica de soplado. Generalmente, en una pieza obtenida por inyección de gas la reducción de peso alcanzada, en aquellas secciones que han sido atravesadas por el frente de gas, es menor del 10%. Por el contrario, en el soplado esta reducción llega hasta el 80%.

La técnica GAIM ofrece una serie de ventajas respecto al moldeo por inyección convencional, derivadas principalmente de la presión insignificante que ejerce el gas, tales como: reducción de la fuerza de compresión, reducción de las marcas de penetración, reducción del estrés residual y ciclos más cortos.

**Empresa/proveedor/dueño de la tecnología**

	<i>Empresa</i>	<i>País</i>	<i>Nombre Tecnología</i>	<i>Observaciones</i>
1	Huntsman International L.L.C:	EE.UU	Moldeo por inyección asistido por gas	
2	PLADOMIN Plastic components	España	Inyección asistida por gas. Airmould	
3	Bulk Molding Compounds INC.	EE.UU	Inyección asistida por gas	Patente
4	Engel Austria GmbH	Alemania	Inyección asistida por gas	Patente
5	Battenfeld	Alemania	Inyección asistida por gas. Airmould	Patente

## Descripción de los beneficios aportados por la tecnología

1. Fabricación de secciones huecas.
2. Reducción del tiempo de ciclo (paredes menos gruesas requieren tiempo de enfriamiento menores).
3. Contracciones uniformes en toda la pieza debido a que la presión aplicada es uniforme.
4. Mejora la estabilidad dimensional.
5. Reduce tensiones internas.
6. Reduce la fuerza de cierre necesaria (emplea una menor Presión).
7. Menores fuerzas de desmoldeo.
8. Ahorro de material y de peso de pieza.
9. Mejora calidad superficial (respecto a piezas espumadas).
10. Diseño libre con espesores no uniformes.

## Estado de desarrollo de la tecnología

- Investigación básica
- Investigación aplicada
- Tecnología validada como prototipo
- Tecnología comercializada**

## Descripción detallada

El fundamento de la técnica de moldeo por inyección asistida por gas (GAIM), consiste en un llenado parcial, casi completo, de la cavidad con un polímero convencional, seguido por la inyección de un gas inerte a presión. Este gas inerte, normalmente nitrógeno, empuja el material termoplástico fundido completándose el llenado de la cavidad. La penetración del gas genera una capa de polímero en las paredes del molde, de forma que la pieza polimérica queda hueca en aquellas zonas que han sido atravesadas por el gas.

El proceso de inyección asistida por gas (GAIM) se puede describir como un proceso de cuatro etapas simples (Fig 13). En primer lugar, se inyecta el polímero fundido sin llegar a ocupar completamente la cavidad (figura 13a). El volumen ocupado oscila entre el 75 y el 98% del volumen de la cavidad de moldeo. Tras un cierto intervalo de tiempo, se empieza a inyectar el gas (figura 13b) (generalmente nitrógeno), que empuja al polímero, completando el llenado de la cavidad (figura 13c). La última etapa (figura 13d), se realiza la compactación del material con el gas, para contrarrestar la contracción que sufre el plástico al enfriarse y finalmente una vez solidificado el material se extrae el gas y se expulsa la pieza.

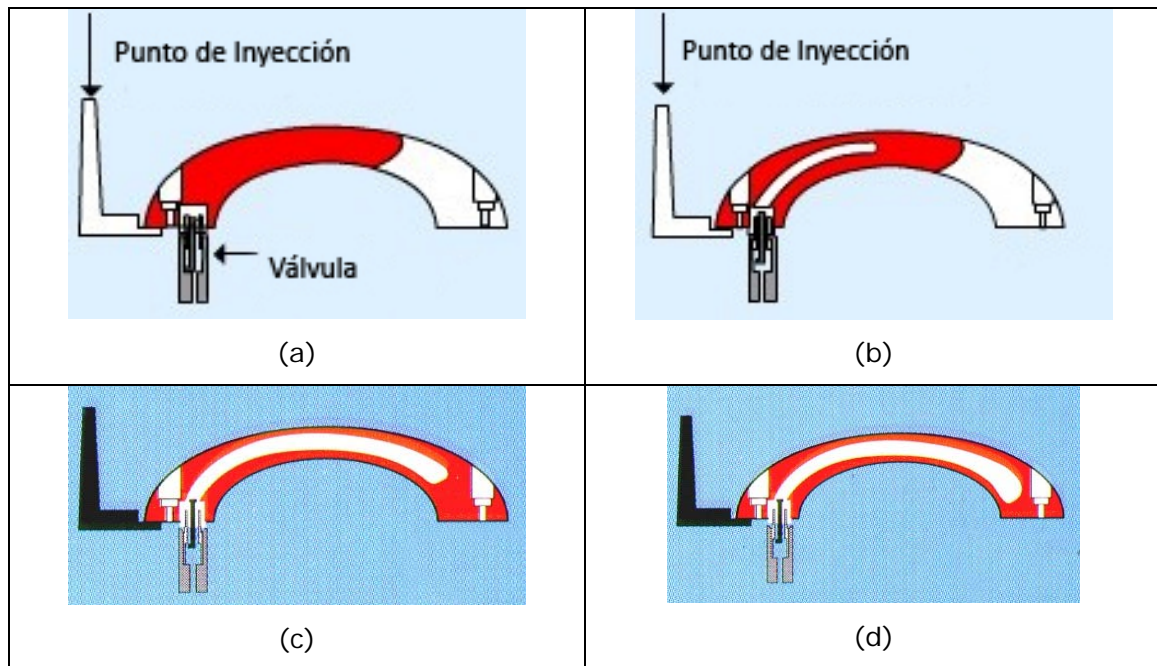


Fig. 13: Etapas de la técnica de moldeo por inyección asistida por gas

Existen varios métodos para poder introducir el gas en la pieza:

- A través de la boquilla.
- A través del molde.
- A través del bebedero.

Todos estos métodos llevan a cabo la misma función, pero la gran diferencia es que tanto el método de introducir el gas a través de la boquilla y a través del bebedero permiten un sellado de la entrada de gas en la pieza, mientras que el método de a través del molde no lo permite.

Además de todos los parámetros que se tienen que controlar para la inyección convencional, es necesario controlar otros parámetros que afectan al moldeo por inyección asistida por gas en cuanto al espesor de la pieza, que son:

1. Presión del gas: Este parámetro se encarga de controlar el espesor de la pared de la pieza. Por ejemplo, un aumento de la presión produce una disminución en el espesor de la pared de la pieza y viceversa.
2. Viscosidad del material: Este parámetro afecta al espesor capa de gas y reproducibilidad, cumpliéndose siempre que,
  - a. Viscosidad alta: espesores grandes y uniformes, canales de gas estrechos y cortos.
  - b. Viscosidad baja: canales de gas largos y grandes, pero con baja uniformidad y posibilidad de rotura del material.

3. Tiempo de retardo: Es el tiempo que transcurre desde el llenado de la cavidad con el material hasta que se introduce el gas. Por tanto, un tiempo corto empuja excesivamente el material dando lugar a espesores de pieza más finos y posibilidad de ruptura de la masa si la viscosidad es baja.
4. Temperatura del molde: Una temperatura más baja permite un enfriamiento más rápido del fundido y por tanto se obtienen mayores espesores de pieza y menores espesores del canal de gas y viceversa.

El proceso de inyección asistida por gas aporta muchas ventajas, aunque también presenta los siguientes inconvenientes:

- Aumento del coste de inversión (licencia y equipos necesarios).
- Mayores medidas de seguridad debido al empleo de N<sub>2</sub>.
- Mayor número de variables de proceso a controlar.
- Mayor dificultad inicial para poner a punto el proceso.
- Precisa personal más cualificado.
- Espesor de pared no predecible pero reproducible.

### Aplicaciones finales / mercados

1	Piezas de plástico que sean gruesas, por ejemplo asas, asideros, etc
2	Bolsos en paneles de puerta de los coches, guanteras, marco portón maletero, etc.
3	En general, piezas con secciones gruesas y/o mixtas finas-gruesas, tiradores de muebles de jardín
4	Rotores para lavadoras
5	Marcos para ventanas
6	Bandejas para CD-ROM
7	Mangos de palos de golf

### Propiedad industrial (Patentes relacionadas)

Número	Título	País	Fecha	
1	ES 2 253 281 T3	Moldeo por inyección asistido por gas	España	01/06/2006
2	WO03091007A1	Gas-assisted injection molding of thermosetting polymers.	Internacional	06/11/2003
3	DE4435012 (C1)	Injection moulding of hollow thermoplastic components with gas injection [BATTENFELD]	Alemania	12/10/1995



**FICHA IDENTIFICACIÓN  
TECNOLOGÍA EMERGENTE  
TE-2009/0005**



**Título tecnología**

**Inyección asistida con agua**

**Breve Resumen**

La tecnología de inyección asistida con agua (WIT o WAIM, por sus siglas en inglés) tenía como principal objetivo reemplazar el gas empleado (nitrógeno) en la tecnología de inyección asistida con gas (GIT) por agua para poder reducir los tiempos de enfriamiento. El uso de la inyección con agua presenta algunos problemas: tanto para generar altas presiones y altas velocidades de flujo, así como la obtención de una sección hueca. Con estos problemas ya superados, la tecnología WAIM se ha convertido en una técnica de inyección de líquidos (FIT, por sus siglas en inglés) de creciente interés comercial.

Este proceso es muy similar al GIT, salvo que durante la inyección del agua se utilizan una o más bombas para inyectar el agua a temperaturas entre 10°C – 80°C y presiones de hasta 350 bar, dentro del polímero pre-inyectado en la cavidad. Ambos procesos (GIT y WIT) empiezan con la inyección de la masa fundida dentro de la cavidad. Seguidamente, el fluido es inyectado dentro de la masa fundida, de tal manera que el núcleo fundido es desplazado y se forma una sección hueca. Finalmente, cuando la pieza se ha enfriado se elimina el agua mediante gravedad o mediante aire a presión.

La tecnología WIT fue desarrollada por el Instituto de procesado de plásticos (IKV) ubicado en Aachen, Alemania en el año 1998. Debido al gran potencial de esta tecnología para la reducción del tiempo de ciclo, se estableció una estrecha relación entre la industria y el IKV para seguir desarrollando esta tecnología.

**Empresa/proveedor/dueño de la tecnología**

	<i>Empresa</i>	<i>País</i>	<i>Nombre Tecnología</i>	<i>Observaciones</i>
<b>1</b>	Insitut for Kunststoffverarbeitung (IKV)	Alemania	<b>Water-assisted injection moulding (WAIM)</b>	Patente de 1998
<b>2</b>	Battenfeld	Alemania	Aquamould	Basada en la tecnología de IKV.
<b>3</b>	Engel	Alemania	Watermelt	

## Descripción de los beneficios aportados por la tecnología

6. Reducción del enfriamiento y por lo tanto, del tiempo de ciclo.
7. Ahorro de material y peso.
8. Integración de las etapas del proceso.
9. Reducción de la fuerza de cierre.
10. Reducción de la aparición de rechupes, contracciones más uniformes y reducción de alabeos.
11. Mejora de las propiedades mecánicas dependientes del peso de la pieza.
12. La incompresibilidad, bajo coste y facilidad de reciclaje del agua la convierten en un elemento ideal para el proceso.

Dependiendo del polímero y de la geometría de la pieza, WIT ofrece las siguientes ventajas cuando se compara directamente con la tecnología GIT:

1. Una reducción del tiempo de ciclo de hasta el 70%.
2. Posibilidad de obtener un menor espesor de pared.
3. Mejor concentricidad de las secciones huecas.

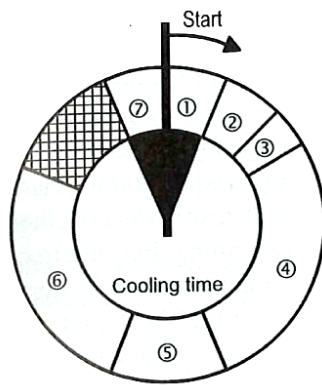
## Estado de desarrollo de la tecnología

- Investigación básica
- Investigación aplicada
- Tecnología validada como prototipo
- Tecnología comercializada**

## Descripción detallada

La inyección asistida por agua consiste en obtener piezas huecas mediante el empleo de agua a presión. El proceso de inyección WIT es muy similar al proceso de inyección GIT para obtener secciones huecas en piezas con gran espesor.

En una primera etapa se llena parcial o totalmente el material en la cavidad. Generalmente, después de un pequeño tiempo de retardo, con el material todavía fundido, se inyecta el agua para llenar totalmente la cavidad con plástico y agua. Una vez llena la cavidad se aplica la presión de compactación sobre el agua. Por lo tanto, en contraste con la inyección convencional no hay una caída de presión a lo largo de toda la sección de la pieza y el tiempo de compactación no está limitado por el sellado de la entrada. Tan pronto como la pieza se ha enfriado, se extrae el agua. En la figura 14 se muestra el ciclo de inyección para el proceso de inyección con agua.



- 1.- Cierre de molde.
- 2.- Inyección del material.
- 3.- Inyección del agua (<1 s)
- 4.- Tiempo de compactación con el agua.
- 5.- Extracción del agua.
- 6.- Dosificación.
- 7.- Apertura de molde y expulsión de la pieza.

Fig. 14: Ciclo de inyección con agua

Debido a las similitudes entre el proceso GIT y WIT, ambos proporcionan varios beneficios:

- Menores costes de material.
- Menores costes de producción.
- Menor coste de los moldes.

La inyección asistida por agua presenta las siguientes mejoras frente a la inyección asistida por gas:

- Tiempo de ciclo más rápido que con la inyección asistida por gas (70%).
- Se pueden conseguir secciones de pared más finas (25%) que en la inyección asistida por gas, debido a que el agua tiene mayor viscosidad y es incompresible. Se consiguen espesores de pared uniformes en zonas geométricas complejas (ej. Curvas)
- La conductividad térmica del agua es 40 veces mayor que la del gas.
- Con esta tecnología se pueden utilizar materiales higroscópicos, como por ejemplo las poliamidas, sin que tenga un efecto negativo sobre las características finales del producto, debido a que se provoca un enfriamiento rápido sobre la pieza e impide que el agua entre en el material.

Y como principales inconvenientes de la inyección asistida por agua se pueden citar:

- Costes adicionales (costes de inversión, mantenimiento y funcionamiento más elevados).
- Mayor complejidad del proceso y del sistema.
- Se requiere personal más cualificado.
- Obliga a proteger a los moldes y máquinas contra la corrosión.
- Es necesario extraer el agua tras el desmoldeo (alarga el tiempo de ciclo).

El proceso de inyección WIT presenta distintos métodos en el proceso. Las principales diferencias se muestran en el proceso de control. En la figura 15 se muestran los 4 métodos principales del proceso WIT.

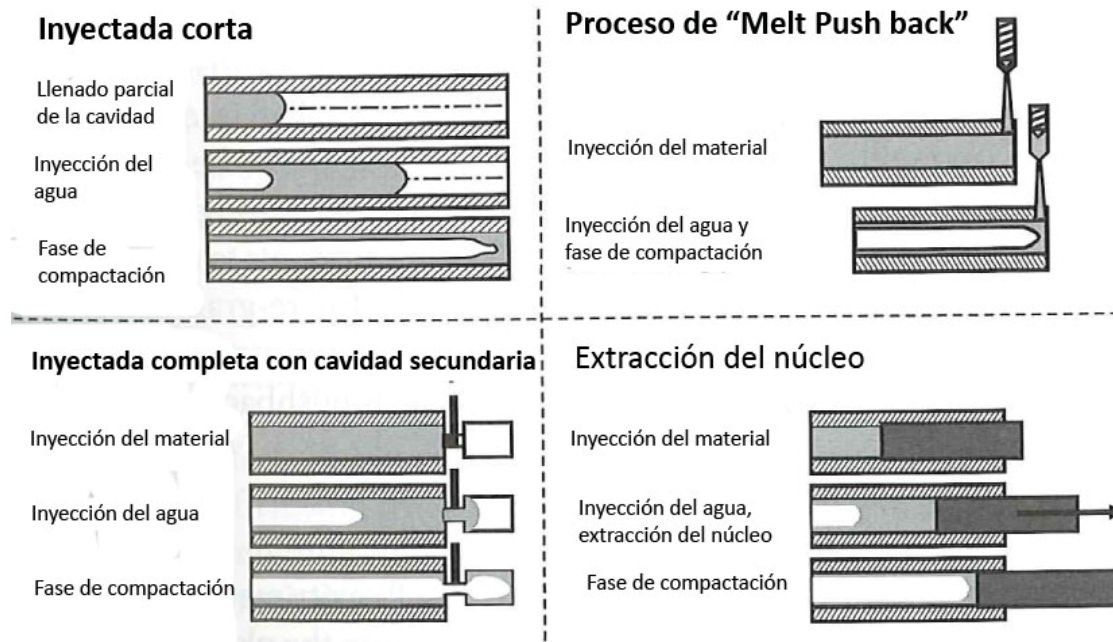


Fig. 15: Diferentes métodos de inyección con agua

Cada una de estas tecnologías presenta alguna ventaja respecto a la otra. Por ejemplo, una de las principales limitaciones de la tecnología de inyectada corta es la marca superficial en el punto de cambio. Este defecto desaparece cuando se emplea la tecnología de inyección completa con cavidad secundaria.

**Aplicaciones finales / mercados**

- 1** Automoción: manivelas y brazos, pedales, salpicaderos, módulo de las puertas, baca, brazos limpiaparabrisas.
- 2** Línea blanca: Conductos para lavadoras y dispositivos similares para electrodomésticos.
- 3** Ofimática: rodillo de alimentación para impresoras, fotocopiadoras, etc.
- 4** Deporte/Ocio: palos de hockey, mango palo de golf, etc.
- 5** Medicina: agujas para extracción de sangre y equipamiento similar.

### Propiedad industrial (Patentes relacionadas)

La primera referencia sobre esta tecnología aparece en un artículo del Insitut for Kunststoffverarbeitung (IKV) titulado: *Step on the gas with water injection - water assisted injection moulding*. Michaeli, Walter; Brunswick, André; Gruber, M. *Kunststoffe Plast Europe*, vol. 89, n° 9. 1999. pp.: 20-21.

A partir de esta publicación se suceden las diferentes patentes por parte de las empresas fabricantes de maquinaria.

<b>Número</b>	<b>Título</b>	<b>País</b>	<b>Fecha</b>
<b>1</b> DE 19518963 A	Process of and an apparatus for injection molding hollow-blown plastic bodies.	Alemania	1998
<b>2</b> US 6896844	Process for gas assisted and water assisted injection molding.	EE.UU	2003
<b>3</b> WO/2007/036037	Water-Assist Injection Molded Structural Members	Canadá	2007



ASOCIACION VALENCIANA DE EMPRESARIOS DE PLASTICOS

Informe realizado por:



**AIMPLAS**

INSTITUTO TECNOLÓGICO  
DEL PLÁSTICO

Financia:



**GENERALITAT VALENCIANA**  
CONSELLERIA D'INDÚSTRIA, COMERÇ I INNOVACIÓ



**UNIÓN EUROPEA**  
Fondo Europeo de  
Desarrollo Regional

*Una manera de hacer Europa*