

Diseño de molde de inyección para plásticos con expulsión por aire

Francesc del Moral Domínguez

Grado en Ingeniería Mecánica

Resumen

El proyecto se centra en el diseño y desarrollo de un molde para inyección de plástico destinado a la fabricación de vajillas para catering de eventos. El objetivo principal es acercar la creatividad y libertad de diseño de la artesanía a la fabricación industrial en este tipo de piezas.

El material de las piezas que inyectará el molde ha sido escogido teniendo en cuenta las exigencias funcionales y estéticas de la pieza, el fin de vida del producto y la procedencia del material.

Para ello y para conseguir un molde rentable se ha prestado especial atención al diseño de la expulsión del molde y de los postizos.

1. Introducción

La gastronomía evoluciona hacia un enfoque mucho más sensorial, cada vez más se trabaja en todo lo que envuelve la experiencia de comer y no solo en ingerir la comida.[1]

Día a día se pone más empeño en ofrecer platos que la gente no olvide al acabarse la comida, no solo en lo que ingredientes y sabor se refiere sino yendo más allá y consiguiendo creaciones en las que la vajilla son un ingrediente más del plato. No queda igual un plato de *** Michelin servido en vajillas artesanales únicas, diferentes a todo lo que uno pueda haber visto antes, que en el plato de plástico blanco que se puede encontrar en el bazar más cercano. Sin desprestigiar al fabricante, ya que incluso puede resultar interesante la combinación, pero no es lo mismo.

Es por eso que ponerse en la piel de un chef, diseñador o simplemente la persona encargada del diseño final de los platos a servir no es cosa fácil. No se puede hacer bien de la noche a la mañana. Pero, ¿Qué pasa cuando se habla de un evento multitudinario donde es inviable ofrecer una vajilla artesanal o cara? Por ejemplo: Un servicio de catering en la premier de un estreno de cine, en el que los comensales reciben 10 pasos y comen de pie mientras toman sus copas. Esta persona tiene muchas más complicaciones:

- Precio-pieza. Por muy exclusivo que sea, difícilmente se podrá permitir piezas artesanales.
- Piezas deterioradas/rotas/perdidas/robadas. No solo pueden salir caras, también cabe la posibilidad de que no se puedan llegar a reutilizar.
- Personalización. Si se pierda la artesanía, se pierde la personalización. Las opciones que tiene esta

persona en cuanto a vajilla están limitadas a lo que el mercado le ofrezca. No se diseñan para el plato o la experiencia únicamente.

Las tendencias de la industria con la aparición de nuevas tecnologías y nuevos procesos de fabricación como la fabricación aditiva tienden hacia la personalización del producto a las necesidades del cliente. Color, acabado, material, forma... cualquier atributo o característica llegará un punto en el que será totalmente diseñado para el cliente final.

La clave de la personalización está en conocer cómo y qué se desea para ofrecer la respuesta adecuada y acercarse más o mejorar el resultado final que el cliente esperaba. El uso del producto debe suponer una mejora del estado anterior o aportar soluciones positivas. [2]

El proyecto se centra en el diseño de un molde capaz de transportar la creatividad que la alta cocina aplica en sus diseños de producto para sala y cocina, gracias a la artesanía, a un escenario del mismo sector todavía no explotado, los servicios de catering.

La forma en la que se plantea este traspaso de creatividad es mediante el diseño de un molde de inyección de plástico que permita fabricar diferentes piezas con la máxima libertad de diseño posible, que con una inversión mínima para cada nueva pieza permita fabricar un número de piezas mayor que artesanalmente en poco tiempo y por último, que estas puedan ser desechadas sin influir en la degradación del medioambiente.

2. Pieza

El molde ha sido diseñado a partir de una pieza sencilla con el objetivo de hacer más fácil la comprensión del funcionamiento del molde.

La pieza en cuestión es un plato de grosor constante de 1 mm de 90 mm de diámetro y 16 mm de altura, con una pequeña cavidad de unos 55 mm de diámetro y 15 mm de alto que permite albergar una pequeña cantidad de comida asegurando que no caiga. El borde del plato es plano y tiene grabada una frase en relación a su función final, llegar más lejos en una experiencia gastronómica. El plato se comunica con el usuario con el mensaje: *"WELCOME TO THE BEST EXPERIENCE OF YOUR LIFE"*.



Figura 1: Pieza a inyectar

3. Material

Las exigencias mínimas que debe cumplir el material para que las diferentes piezas de la vajilla cumplan con su función y no puedan afectar al usuario son:

- Apto para el contacto con alimentos.
- Resistencia térmica
- Resistencia a impactos
- Ligereza

En base a estas exigencias cualquier material típico de envases en un mayor o menor grado podría servir, materiales como PP, PE o PS son un ejemplo de estos. Pero en una realidad mundial en la que la contaminación está presente en todos los ámbitos de la industria y mucho más en lo relacionado a materiales provenientes del petróleo no se ha considerado legítimo escoger uno de estos materiales. En su lugar se ha optado por la opción de los polímeros procedentes de recursos renovables (biopolímeros biobased).

El material escogido es el SHC 7260 de Braskem uno de los productos I'm green™ Polyethylene. Este polímero se produce a partir del etanol de la caña de azúcar.

La caña de azúcar es un recurso que se renueva rápidamente y actualmente no hay variedades comerciales de caña de azúcar genéticamente modificadas o transgénicas plantadas en plantaciones brasileñas. En Brasil, donde se ubican las plantaciones destinadas a la fabricación del material los requerimientos de agua durante su cultivo provienen de la naturaleza, prácticamente nunca se riegan, por lo que no se añade un consumo de agua para el riego en su producción. Además en muchas plantaciones se aprovecha la vinaza, un coproducto de la producción del etanol rico en nutrientes y agua, devolviéndola al cultivo como abono para reducir el uso de fertilizantes químicos.

El material de Braskem ofrece las mismas propiedades, rendimiento y versatilidad de aplicaciones que los polietilenos de origen fósil. Otra de las características por las que ha sido escogido es por poder ser reciclado con el mismo proceso de reciclado que el polietileno de origen fósil, incluso mezclado con este.

4. Máquina de inyección

El molde ha sido diseñado para ser utilizado en la máquina de inyección modelo e-motion 30 TL Standard de ENGEL. Se ha escogido una máquina de inyección eléctrica principalmente por su consumo, muy inferior al de las

híbridas e hidráulicas y por el precio de recambios y reparaciones de este tipo de máquinas respecto las otras.

Para el diseño del molde se han debido tener en cuenta las siguientes especificaciones dimensionales de la máquina [3] [4]:

- Espacio entre columnas
- Apertura máxima y mínima de los platos de la máquina.
- Tipo de boquilla.
- Diámetros del agujero de centrado y de expulsión.

Otros datos técnicos de la máquina que se han debido tener en cuenta para comprobar que el molde pueda funcionar:

- Fuerza de cierre
- Presión de inyección máxima
- Máxima capacidad de inyección

5. Molde

Considerando la tipología de piezas que inyectará el molde incluida la diseñada, se han definido unas medidas de postizos de 190 x 160 mm, el grosor del postizo hasta cierto límite podrá ampliarse más dependerá de la forma de la pieza.

Al fijar estas dimensiones, se limita el diseño de las piezas a aproximadamente 125 x 105 mm restando el espacio que ocupa la tornillería, superficie suficiente para diseñar piezas enfocadas a catering de eventos.

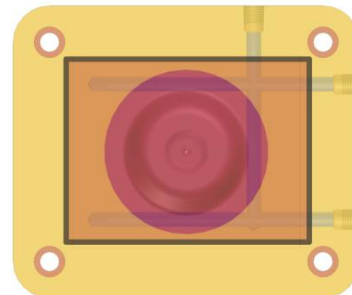


Figura 2: Área de diseño disponible

Los postizos se posicionan en las placas mediante dos centradores ubicados en dos de los extremos de los postizos.

Para evitar el error en el montaje del postizo, uno de los centradores de cada postizo ha sido desplazado. De esta manera el postizo solo tiene una posible posición en el molde y se elimina la posibilidad de error.



Figura 3: Desplazamiento del centrador

Para asegurar el centrado de los postizos entre ellos al cerrar el molde se han situado dos centradores más en la cara de figura de los postizos. Estos centradores permiten también el almacenamiento de la pareja de postizos asegurando que no se dañará la figura.

La acumulación de gases de esta pieza se producirá en todo el contorno externo del plato. Para evitar esta acumulación de gases se ha rebajado por distintas partes el postizo del lado móvil del molde tal y como se muestra en la siguientes imágenes. [5]

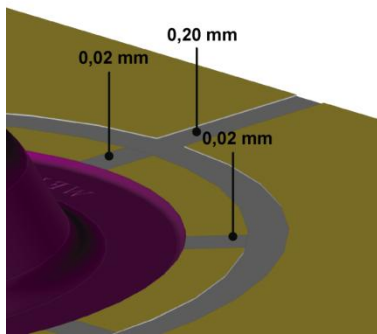


Figura 4: Profundidades de las salidas de gases

El sistema de expulsión está compuesto únicamente por una válvula de aire como. Las ventajas del uso de la válvula son:

- Reducción del coste del sistema de expulsión.
- Simplicidad de instalación.
- Se elimina el cambio de expulsores para cada postizo.
- Es un componente normalizado.

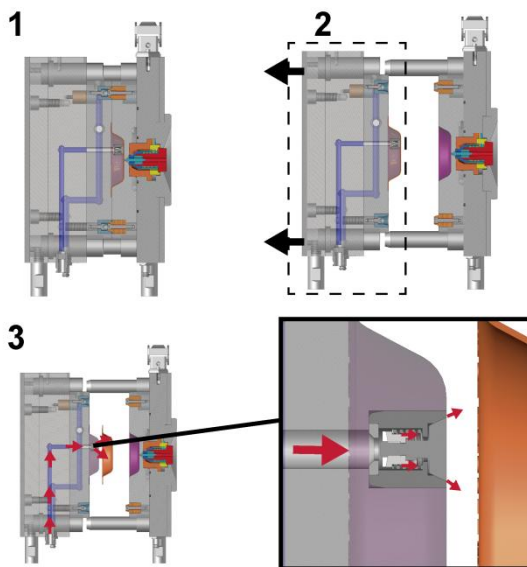


Figura 5: Secuencia de expulsión

1. El material después de ser inyectado al interior del molde solidifica dentro de la cavidad.
2. La parte móvil del molde fijada al plato móvil de la máquina de inyección se separa y el molde queda abierto.

3. El aire entra en el canal hasta llegar a la válvula. La válvula debido a la presión del aire se abre y deja que el aire pase y expulsa la pieza.

La refrigeración del molde ha sido diseñada para que en los dos postizos se deban hacer el mínimo de operaciones posible durante su fabricación y sirva para cualquier postizo de otra pieza diseñada para inyectar con el molde. Ambas refrigeraciones tienen la entrada y la salida en las placas donde apoya el postizo y se consigue la estanqueidad mediante juntas tóricas.

En la refrigeración del postizo del lado fijo se ha podido diseñar una refrigeración que abarque prácticamente los 360° de la pieza mediante un mecanizado en la parte en contacto directo con la placa base. En la refrigeración del otro postizo esta solución no ha podido implantarse debido a que si se hiciera, quedaría demasiado alejada de la cavidad y no cumpliría bien su función, se ha optado por una refrigeración mucho más simple mediante 3 taladrados consiguiendo una refrigeración de 270° de la pieza.

La boquilla utilizada en el molde es el modelo MX-12 de Molprex. Esta boquilla permite gracias al diseño de la puntera un mejor flujo del material por su interior y disminución del riesgo de obturación.

Otra característica importante es la precisión de control de temperatura de la boquilla, el termopar llega hasta la puntera, lo que permite medir la temperatura a la que se someterá el material justo antes de introducirse en la cavidad. Esto es posible al integrar resistencia y termopar de forma independiente lo que permite igual que con cualquier pieza de la boquilla, ya que son de fácil desmontaje, reemplazar únicamente el componente deteriorado en caso de reparación.

A fin de no hacer ajustar la boquilla directamente con el postizo en cada cambio, se ha diseñado un casquillo donde se alojará la boquilla. Esta pieza absorberá todos los posibles golpes y rozamientos y reducirá el desgaste de la boquilla, uno de los componentes más caros del molde.

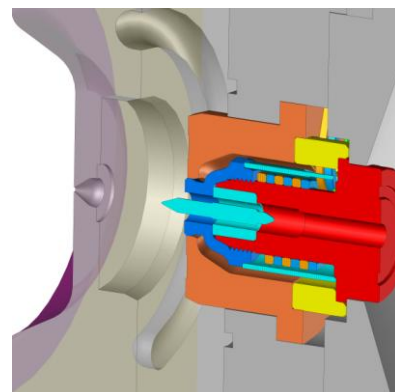


Figura 6: Boquilla MX12-35 y casquillo

En la parte superior del molde se ha montado una barra de transporte con un cáncamo alineado con el centro de masas del molde para que al ser elevado no tienda a inclinarse y sea más fácil de montar en máquina.

Para evitar que la barra se pueda montar mal y acabe quedando el agujero desalineado con el centro de masas se ha desplazado uno de los tornillos hacia el exterior, de esta

manera la barra solo tiene una posible posición ya que si se intentará montar mal colisionaría con el conector y no podría montarse.

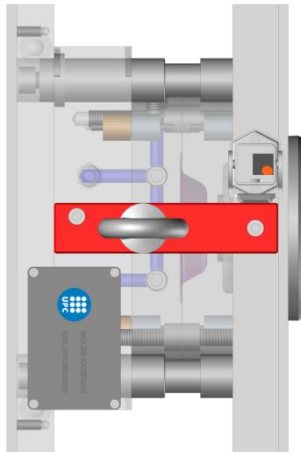


Figura 7: Barra de transporte

6. Presupuesto

A continuación se presenta el presupuesto estimado de diseño, fabricación, montaje y puesta en marcha para el molde de inyección. El presupuesto ha sido estimado teniendo en cuenta dos juegos de postizos para la fabricación con el molde de dos piezas distintas. Por ese motivo, se diferencia entre costes de componentes comunes y por pieza.

El precio de los componentes normalizados ha sido obtenido de sus respectivos proveedores.

Para el cálculo de los costes de material de los componentes no normalizados se ha buscado el precio de barras y placas estándares necesarias para cada componente y se ha dividido su precio entre el número de componentes iguales que pueden fabricarse con el mismo material.

Para el cálculo de procesos de fabricación ha sido asignado un precio hora de mecanizado de 60,00€ (englobando: fresado, torneado, taladrado y rectificado) y otro precio para la electroerosión convencional (EDM) de 70,00€. Este valor se ha multiplicado por el número de horas necesario para cada componente.

Los beneficios están incluidos en todos los precio/hora.

Concepto	horas	Precio/hora €/h	Precio
Diseño	48	€ 60,00	€ 2.880,00
CAD/CAM	40	€ 60,00	€ 2.400,00
Reprografía	-	-	€ 100,00
Fabricación comp. Comunes	18,5	-	€ 2.177,62
Fabricación pieza 1	18	-	€ 1.591,98
Fabricación pieza 2	18	-	€ 1.591,98
Tratamientos térmicos	-	-	€ 500,00
Montaje y ajuste	20	€ 28,00	€ 560,00
Pruebas	6	€ 55,00	€ 330,00
Subtotal:			€ 12.131,58
Gastos imprevistos		10%	€ 1.213,16
L.V.A:		21%	€ 2.547,63
		TOTAL:	€ 15.892,37

Tabla 1: Presupuesto del molde

7. Conclusiones

Una vez finalizado el proyecto se consideran alcanzados todos los objetivos planteados al inicio del proyecto. El molde diseñado permite, con unas limitaciones dimensionales, diseñar y fabricar multitud de piezas distintas con el cambio únicamente de los postizos. Esta solución da a la persona a la que se hace referencia al inicio del estado del arte la libertad de crear la vajilla a favor de la experiencia y en concordancia con el plato a servir.

Respecto al material empleado se considera un gran valor añadido a la pieza final, con un uso que genera grandes cantidades de residuos, el hecho de que este sea un biopolímero procedente de recursos renovables y que además sea reciclable. Valor que cada vez más la sociedad considera importante y debe extenderse más para que grandes empresas acaben incorporando estos materiales en su producción.

Para finalizar, se quiere destacar que el concepto de personalización que ha sido planteado para vajillas de plástico con el molde del proyecto puede ser extrapolado a otros productos con necesidades cada vez más especiales para el usuario. El diseño del producto en relación con el diseño del molde y teniendo en cuenta la experiencia o necesidad final del usuario pueden llegar a conseguir herramientas muy versátiles.

8. Agradecimientos

Quiero agradecer Molprex la ayuda recibida desde el primer día y ante cualquier adversidad y lo mucho que me han llegado a enseñar y continúan enseñándome día a día.

Agradecer también a Joan Josep Aliau quien considero uno de los mejores profesores de EPSEVG, que haya tenido siempre una respuesta ante cualquier duda o problema planteado.

Y a todo mi entorno más próximo por el apoyo y motivación recibida, personas que son realmente pilares indispensables para mí.

Referencias

- [1] Capella, J., *Tapas Spanish Design For Food*, 1a ed., Ed. Acción Cultural Española (AC/E) , 2015 (215 págs.)
- [2] Norman, D., *Emotional Design. Why We Love (or Hate) Everyday Things*, Ed. Basic Books, Nueva York, 2004 (282 págs.)
- [3] Youseff H. A., El-Hofy H. A. y Ahmed M. H., *Manufacturing Technology*, 1a ed., Ed. Taylor & Francis, Boca Raton 2012 (915 págs.).
- [4] Groover M. P., *Fundamentals of modern manufacturing*, 3ª ed., Ed. John Wiley & Sons, London 2007 (1021 págs.).

- [5] Gastrow, H., *Moldes de inyección para plásticos 100 casos prácticos*, 2ed., Ed. Plasic Comunicación, Barcelona 1998 (250 págs.)