



TÍTULO

DESARROLLO DE UN PRODUCTO EN MATERIAL PLÁSTICO POR INYECCIÓN (I)



Grupo de Innovación Educativa Ingeniería de Fabricación



Pedro Manuel Hernández Castellano
Sandra Taboada Pirotte
Luis Adargoma Suárez García
Illari Antón Henríquez
María Dolores Marrero Alemán
Fernando Ortega García
Antonio Nizarto Benítez Vega



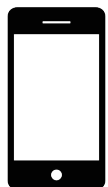


REQUISITOS MÍNIMOS



Para un correcto aprovechamiento de todos los recursos contenidos en esta obra, es necesario utilizar el programa Adobe Reader versión X o superior. Puede descargar, gratuitamente, la última versión de Adobe Reader en el siguiente URL:

<http://get.adobe.com/es/reader/>



El uso de esta obra en dispositivos electrónicos, móviles y tabletas está supeditado al desarrollo que realice Adobe Reader para este tipo de dispositivos





CONTENIDO



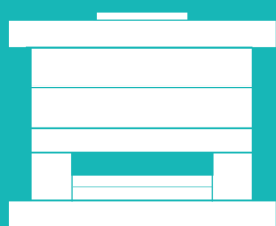
INTRODUCCIÓN



DISEÑO DE PIEZA



PROCESO DE INYECCIÓN



DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE



BIBLIOGRAFÍA



INSTRUCCIONES DE USO





GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

Glosario de Acrónimos

CAD: Computer Aided Design

CAE: Computer Aided Engineering

CAM: Computer Aided Manufacturing

CNC: Computer Numerical Control

COB: Chip On Board

EDM: Electro Discharge Machining

GIEIF: Grupo de Innovación Educativa en Ingeniería de Fabricación

PPH: Polipropileno Homopolímero

PVC: Policloruro de Vinilo

ULPGC: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria





INTRODUCCIÓN





INTRODUCCIÓN

DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

Este material didáctico interactivo se enmarca dentro de un proyecto de Innovación Educativa, desarrollado por el Grupo de Innovación Educativa en Ingeniería de Fabricación de la ULPGC.



Grupo de Innovación Educativa
Ingeniería de Fabricación



Se decidió tomar como recurso didáctico de referencia un molde de inyección de plásticos, ya que permite abarcar prácticamente todos los bloques temáticos en los que se estructuran muchas asignaturas del área de conocimiento de Ingeniería de los Procesos de Fabricación.

- Metrología
- Procesos de fusión y moldeo
- Procesos de deformación y corte
- Procesos de arranque de material
- Procesos de unión y ensamble
- Procesos avanzados



INTRODUCCIÓN

DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

Además, la Fabricación Rápida de Herramientas, *Rapid Tooling*, es una de las principales líneas de trabajo del Grupo de Investigación en Procesos de Fabricación. El Centro de Fabricación Integrada de la ULPGC cuenta con todos los medios necesarios para el desarrollo de dicho proyecto. Se han usado los siguientes laboratorios del departamento de Ingeniería Mecánica:

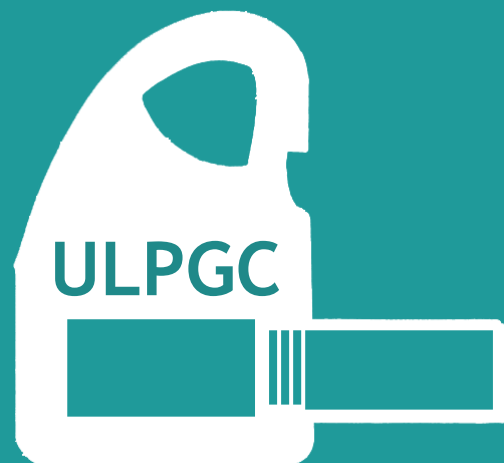
- Laboratorio de Tecnología Mecánica
- Laboratorio de Fabricación Flexible
- Laboratorio de Rapid Manufacturing
- Laboratorio de Metrología y Calibración



Centro de
Fabricación Integrada

El proyecto ha permitido, además del desarrollo de este material didáctico multimedia, la elaboración de un material didáctico físico. Este será empleado en prácticas de laboratorio de varias asignaturas del área de conocimiento, permitiendo con ello una mayor interrelación entre los contenidos teóricos y prácticos de las mismas.

Estudiantes del nuevo Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto han participado en el desarrollo de este proyecto de innovación educativa. Estos han demostrado estar capacitados para integrarse en equipos de trabajo para el desarrollo de nuevos productos, incluso en etapas avanzadas de los mismos.



DISEÑO DE PIEZA



DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

IDEAS PREVIAS

IDENTIDAD ULP GC

DISEÑO FINAL

PROTOTIPO

OBJETO

CHIP ON BOARD

Objetivo

Desarrollar un producto promocional, mediante inyección de plástico, que pueda ser usado por la ULP GC como obsequio, en el que incluir información de la propia institución o del evento que organice.



Memorias USB



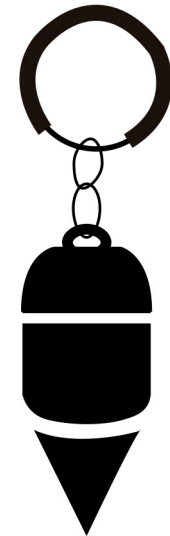
Tarjetas USB



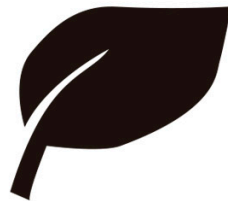
Llaves USB



Bolígrafos USB



Pulseras USB



USB Ecológico



USB Personalizado



DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

IDEAS PREVIAS

IDENTIDAD ULPGC

DISEÑO FINAL

PROTOTIPO

OBJETO

CHIP ON BOARD

Partiendo del tipo de tarjetas USB que se muestran en la imagen, se decide emplear los chips de memoria COB (*chip on board*), para su inserción en el objeto a desarrollar.

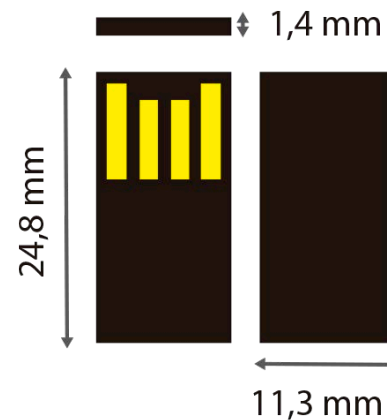
Ventajas:

- Su reducido tamaño permite adaptarlos a objetos de múltiples formas.
- Son impermeables y resistentes al polvo.
- Dado que encapsulan todos los componentes en una sola carcasa son más económicos.

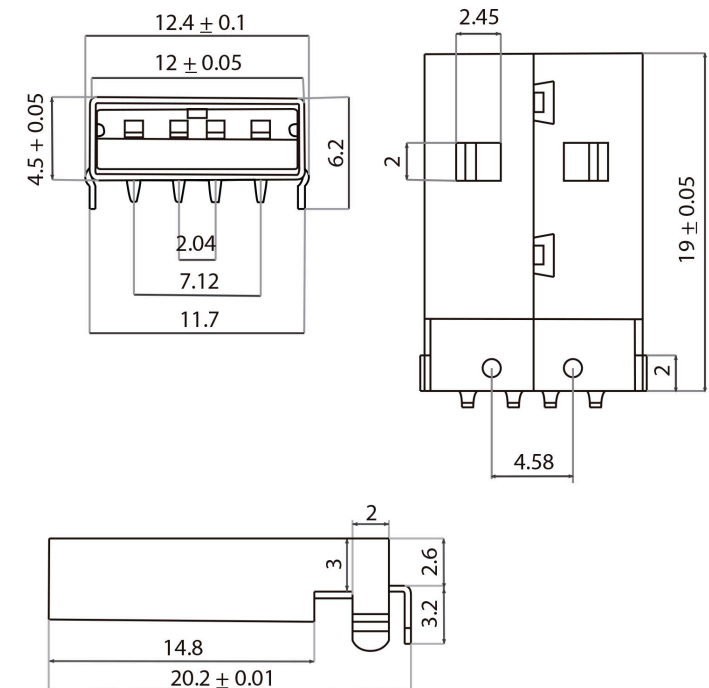
El COB impone unas restricciones dimensionales tanto para su alojamiento como para la conexión del producto en un puerto USB tipo A.



COB



USB Tipo A





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

IDEAS PREVIAS

IDENTIDAD ULPGC

DISEÑO FINAL

PROTOTIPO

Se toma como referencia de diseño el logotipo de la ULPGC.

Logotipo principal sobre mancha azul



Logotipo secundario versión horizontal



Logotipo secundario versión vertical





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

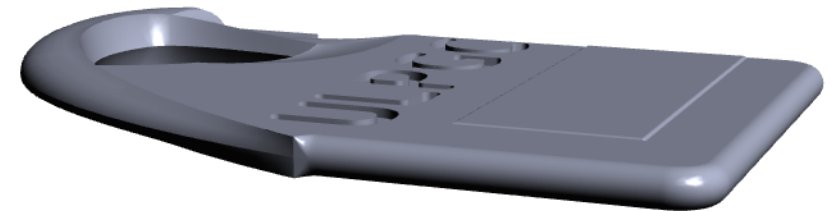
IDEAS PREVIAS

IDENTIDAD ULPGC

DISEÑO FINAL

PROTOTIPO

Modelado en sólido de la geometría mediante herramientas CAD, que permite obtener un prototipo virtual del producto para analizar su funcionalidad.





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

IDEAS PREVIAS

IDENTIDAD ULPGC

DISEÑO FINAL

PROTOTIPO

Material de pieza: Polipropileno (PP)

El polipropileno es un material termoplástico muy versátil que es empleado en una amplia variedad de aplicaciones. Sus características principales son:

- Buenas propiedades mecánicas
- Alta resistencia química
- Buena estabilidad térmica
- Fácil de moldear y colorear
- Bajo coste



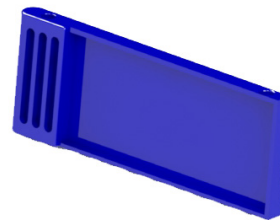
Símbolo del polipropileno (PP)

PIEZA 1. Cuerpo Principal



- Ideada para integrar una pieza que contenga una memoria de almacenamiento.
- La parte superior de esta pieza incluye el logotipo de la ULPGC.
- El hueco permite colocar una anilla de llavero para darle este posible uso.
- Dimensiones aproximadas: 60x39 mm
- Espesores: mín. 0,5 y máz. 5,2 mm
- Volumen de material: 3796,3 mm³
- Peso de la pieza: 2,44 g

PIEZA 2. Pestaña Abatible



- Incluye una cavidad en la que se insertará un chip de memoria tipo COB.
- Contiene los elementos geométricos para conseguir la articulación y el cierre de forma.
- Dimensiones aproximadas: 12,4 x 31,9 mm
- Espesores: mín. 0,5 mm y máx. 2,7 mm
- Volumen de la pieza: 506,4 mm³
- Peso de la pieza: 0,46 g



DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

IDEAS PREVIAS

IDENTIDAD ULPGC

DISEÑO FINAL

PROTOTIPO

La generación de un prototipo funcional, mediante tecnología de fabricación aditiva, permite hacerse una idea de forma rápida y económica de las características del producto desarrollado. De esta forma, se evita la necesidad de invertir en costosas herramientas, en fases tempranas del desarrollo de productos.



Este prototipo permitió validar las soluciones aportadas y detectar algunos detalles de mejora antes de cerrar el diseño de pieza, evitando pérdidas de tiempo y costes adicionales durante la fabricación del molde.

DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

IDEAS PREVIAS

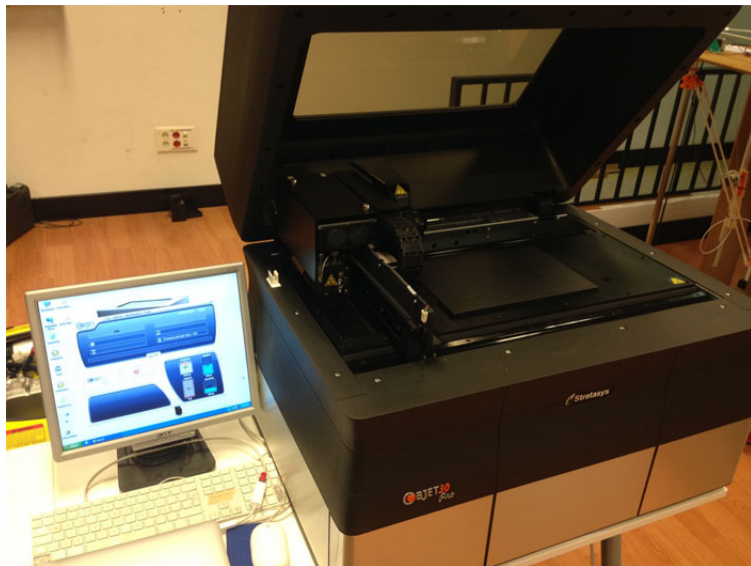
IDENTIDAD ULP GC

DISEÑO FINAL

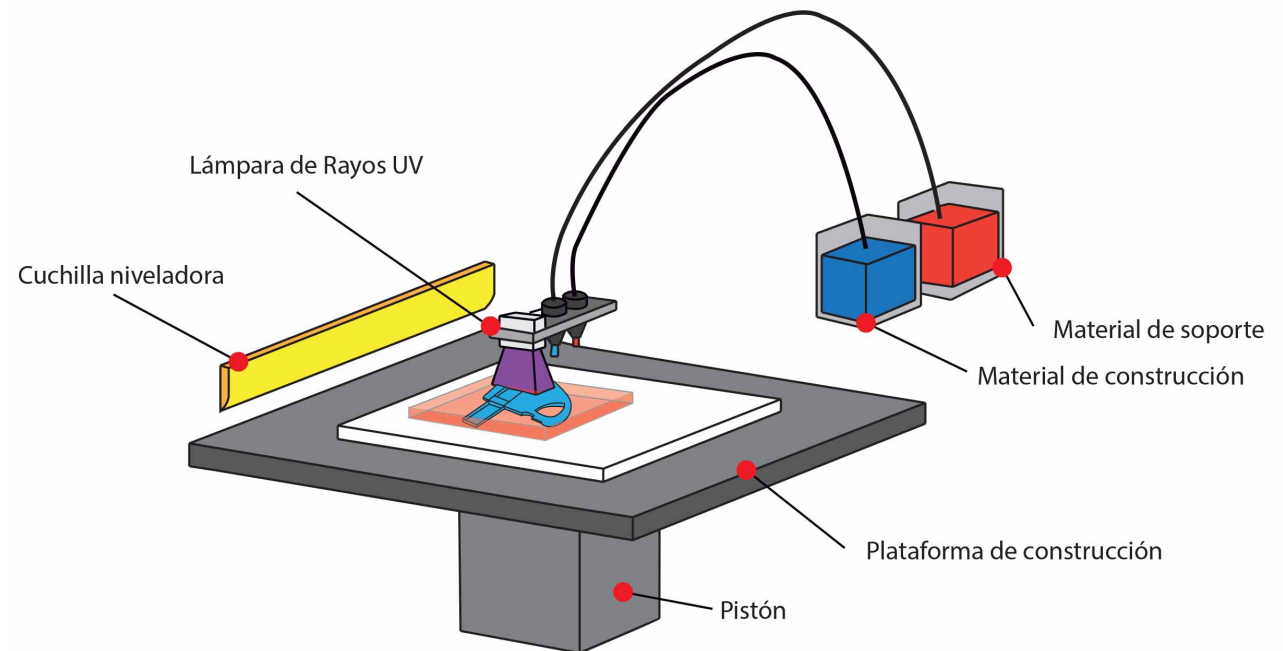
PROTOTIPO

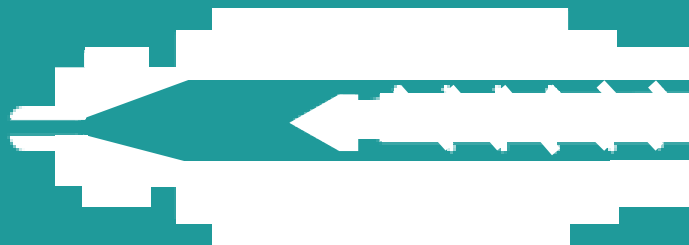
La tecnología utilizada para la fabricación concreta de este prototipo fue la PolyJet y, específicamente, su máquina Objet30pro de Stratasys.

Esta tecnología consiste, básicamente, en una impresión de gotas de material fotosensible que es polimerizado mediante una lámpara de luz ultravioleta. El funcionamiento es muy similar al de una impresora de inyección de tinta.



Cortesía Manzanos y 3D





PROCESO DE INYECCIÓN



DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DESCRIPCIÓN

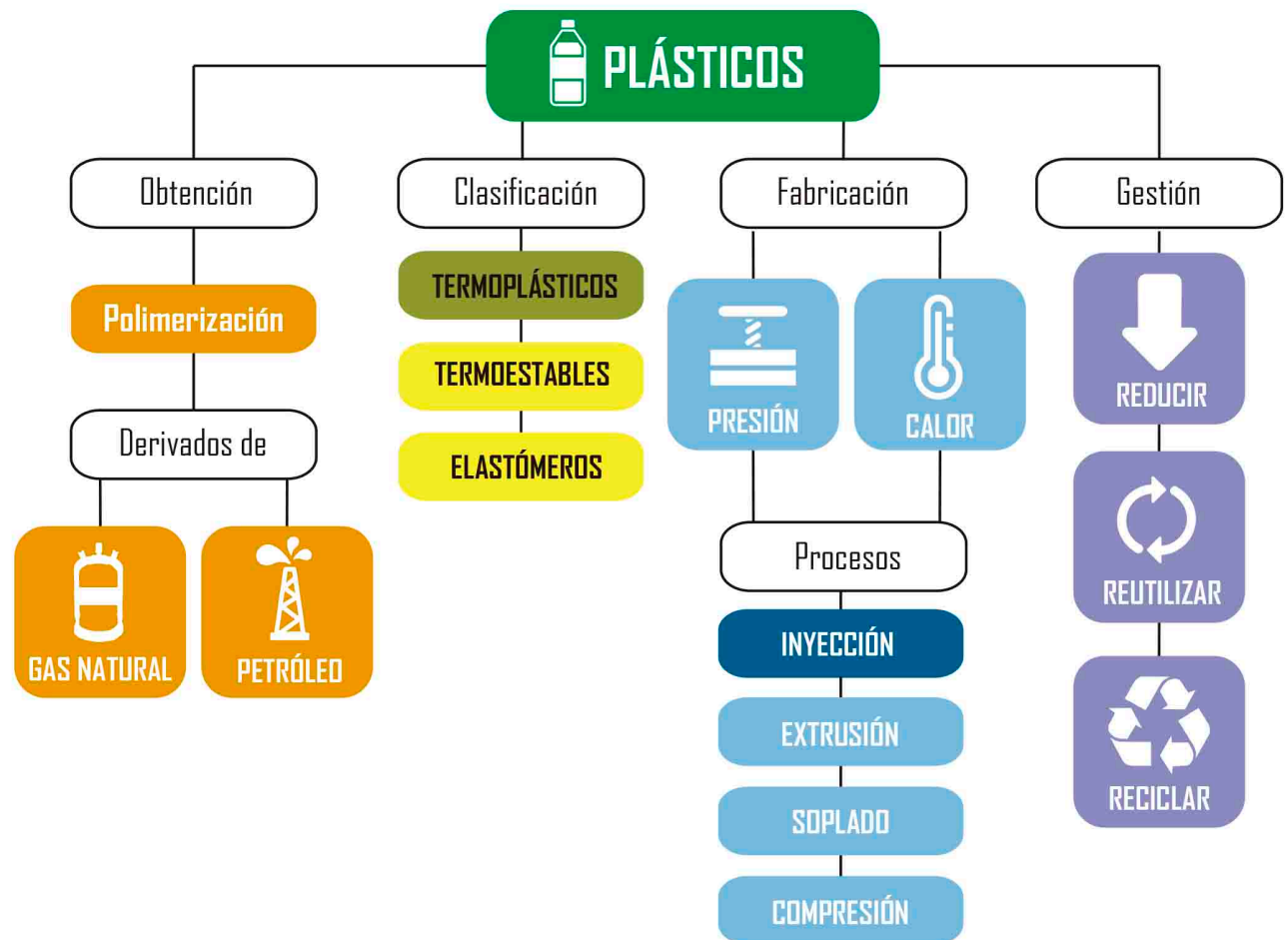
SIMULACIÓN

Los materiales plásticos son polímeros de origen sintético y constituyen un grupo de materiales que tienen como características generales:

- Facilidad de cambiar su forma gracias a sus propiedades mecánicas.
- Son materiales orgánicos basados en la química del carbono.
- Formados por macromoléculas que se combinan y repiten.

Los termoestables y elastómeros, en general, no se les puede volver a dar forma sin que se degrade el material.

Entre ellos, se diferencian en que los elastómeros tienen un comportamiento elástico, mientras que los termoestables suelen ser rígidos e, incluso, frágiles.





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

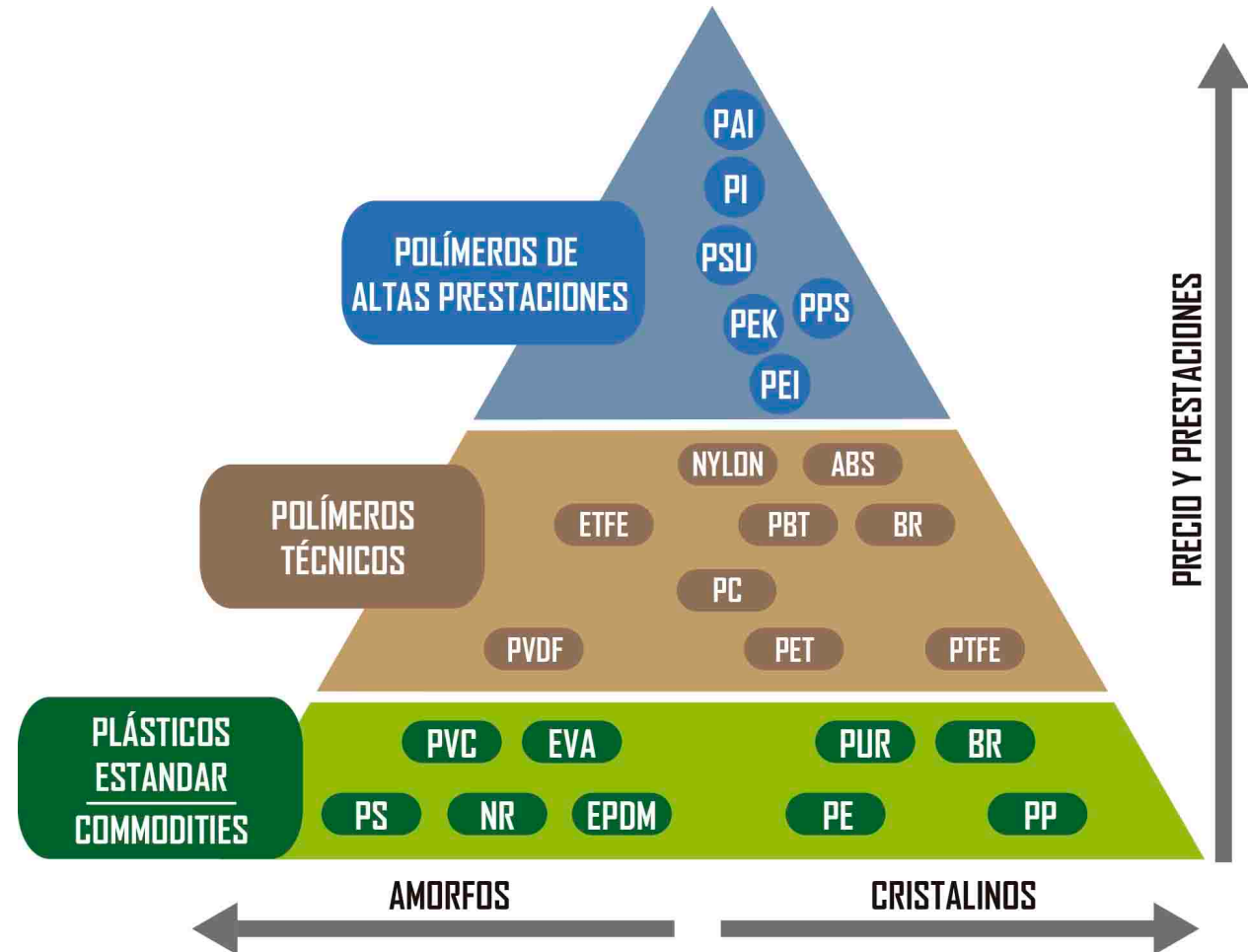
DESCRIPCIÓN

SIMULACIÓN

Los termoplásticos representan entre el 70-80% del consumo total de materiales plásticos. Se caracterizan porque se les puede volver a dar forma con facilidad mediante la aportación de calor.

Se clasifican en dos grandes grupos: amorfos y cristalinos.

- Los amorfos tienen cadenas moleculares muy ramificadas y desordenadas, siendo transparentes en su estado natural sin colorear.
- Los cristalinos presentan moléculas con baja ramificación y pueden disponerse de forma ordenada y compacta en regiones denominadas cristalinas. En estado natural, sin pigmentar, son de un color blanco lechoso.





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

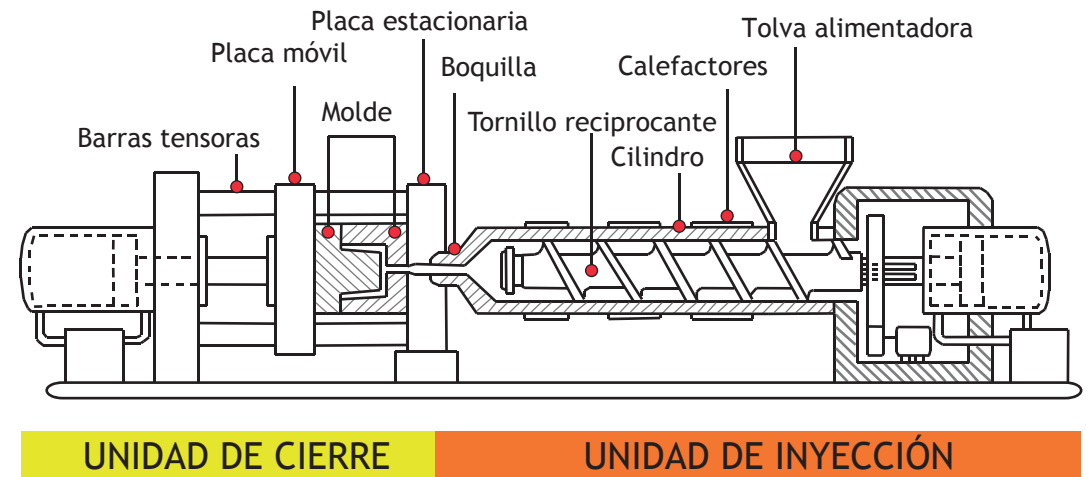
DESCRIPCIÓN

SIMULACIÓN

Descripción del proceso de inyección

Proceso en el que un polímero se calienta hasta alcanzar un estado altamente plástico. Luego se obliga a fluir bajo alta presión dentro de un molde que le da forma y en el que se deja enfriar, tras lo cual la pieza es expulsada del molde.

Se emplea para la fabricación en serie de un número elevado de piezas, para poder amortizar el coste del molde de inyección, que es la herramienta de este proceso de conformación.





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

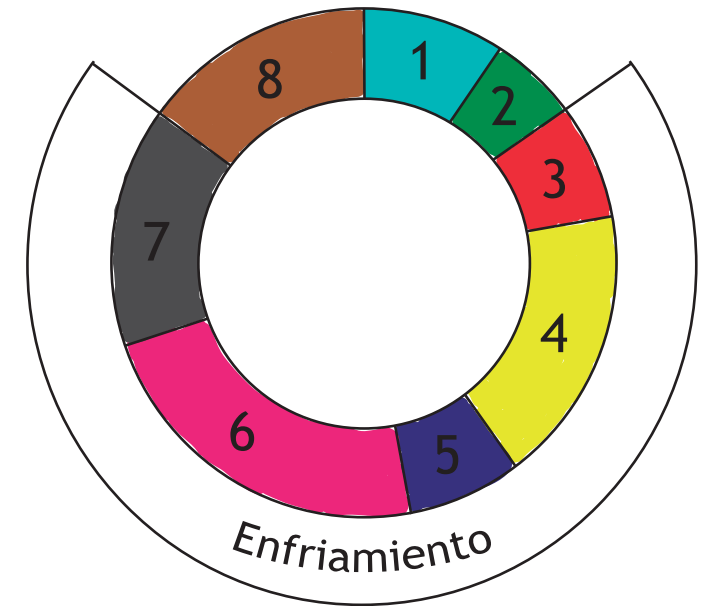
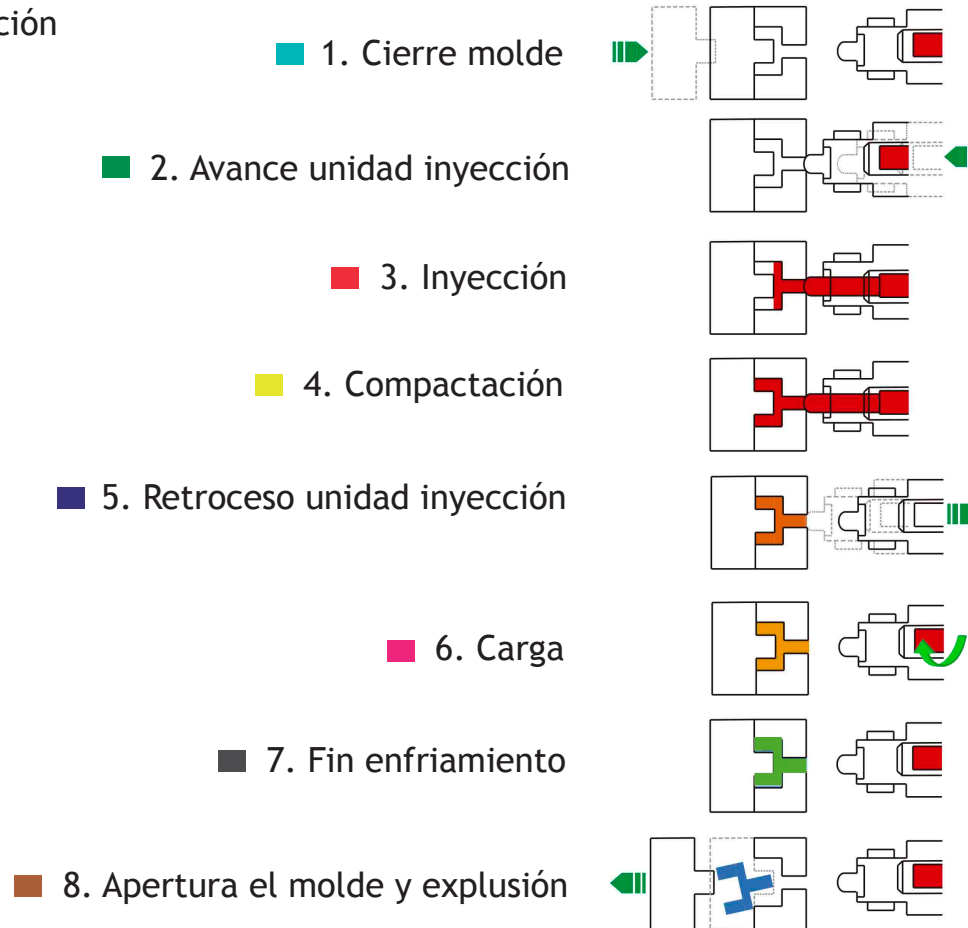
DESCRIPCIÓN

SIMULACIÓN

La duración típica del ciclo de producción está entre 10 y 30 segundos, para piezas de dimensiones y pesos similares a las del producto desarrollado.

Este ciclo se repite continuamente por lo que se pueden alcanzar altas tasas de producción y bajos costes de fabricación.

Ciclo de inyección





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DESCRIPCIÓN

SIMULACIÓN

El polipropileno homopolímero **PPH 9069** pertenece al programa de materiales Ecosolutions de la empresa TOTAL.

Es un material desarrollado para mejorar la eficiencia energética en su procesado y reducir su impacto medioambiental. Se trata de un grado de polipropileno específico para moldeo por inyección.



POLYPROPYLENE FOR INJECTION MOULDING

GRADE	MAIN PROPERTIES				OTHER CHARACTERISTICS
	Melt Flow Index (230°C - 2.16 kg) g/10 min	Flexural Modulus MPa	Izod notched 23°C kJ/m²	Izod notched -20°C kJ/m²	
Homopolymers					
PPH 5060	6	1400	4	-	
PPH 7060	12	1450	3.5	-	
PPH 7062	12	1450	3.5	-	antistatic
PPH 9020	25	1600	4	-	clarified
PPH 9040	25	1900	4	-	nucleated
PPH 9069	25	1500	3	-	
PPH 9081	25	1250	3.5	-	
PPH 9082	25	1250	3.5	-	antistatic

**POLYPROPYLENE
EUROPEAN PRODUCT RANGE**

REFINING & CHEMICALS



Ficha de procesabilidad del Polipropileno básico		
Parámetros de procesado genérico	Rango	Unidades
Presión de inyección	60 - 110	MPa
Temperatura de inyección	190 - 250	°C
Temperatura de molde	20 - 80	°C
Tiempo de secado	2 - 3	Hrs
Temperatura de secado	70 - 80	°C



Innovative solutions
to reduce your
environmental footprint





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DESCRIPCIÓN

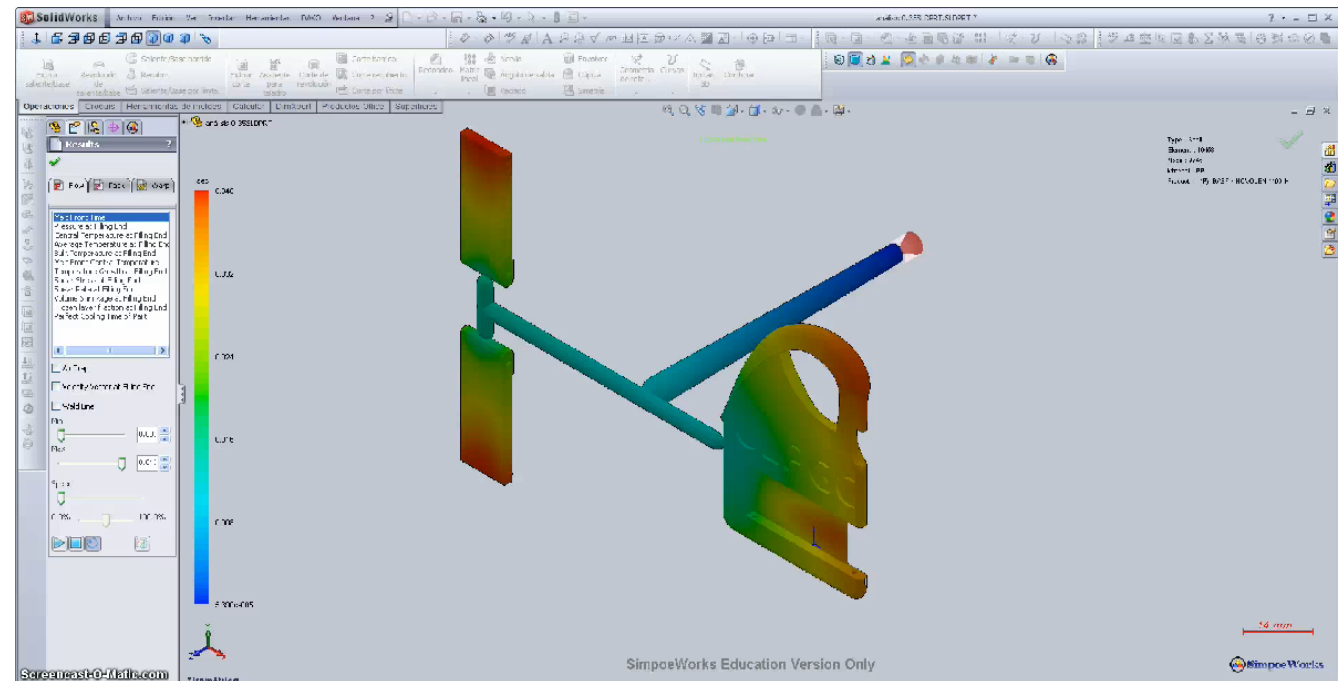
SIMULACIÓN

Análisis Reológico

Mediante el uso de herramientas CAE, se puede hacer un análisis de inyección de estos componentes.

Se puede prever el comportamiento del material durante todo el ciclo del proceso.

Permite evaluar alternativas de diseño, tanto para las piezas como para el molde, y tomar decisiones adecuadas evitando errores costosos y de difícil solución.





DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

Está realizado a partir de un juego de placas normalizadas y con una estructura modular formada por insertos intercambiables.

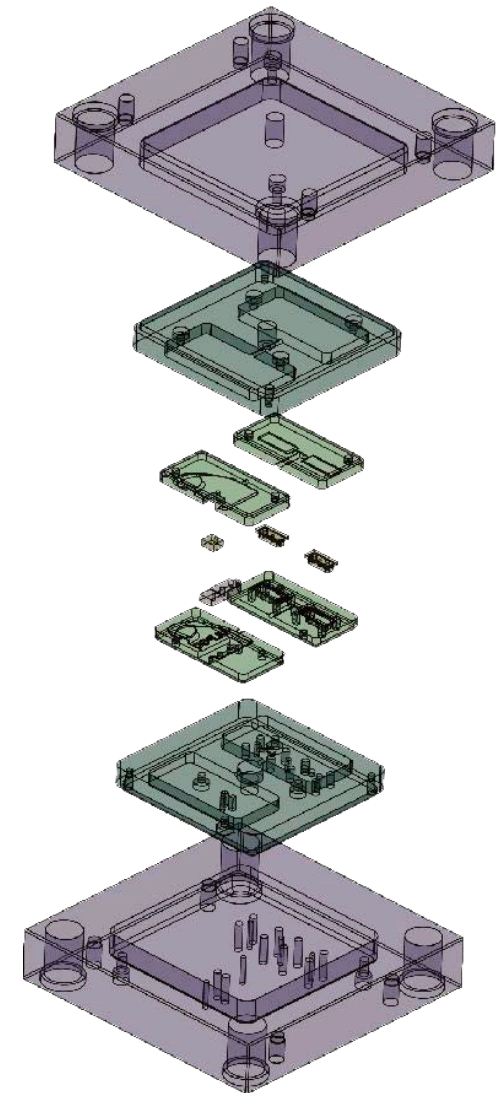
Estos insertos pueden sustituirse por otros para fabricar una pieza diferente, aprovechando la mayor parte del resto de componentes del molde. Con esto, se consigue un ahorro considerable en el coste de estas herramientas.

Semimolde móvil



Placas de expulsión

Semimolde fijo





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

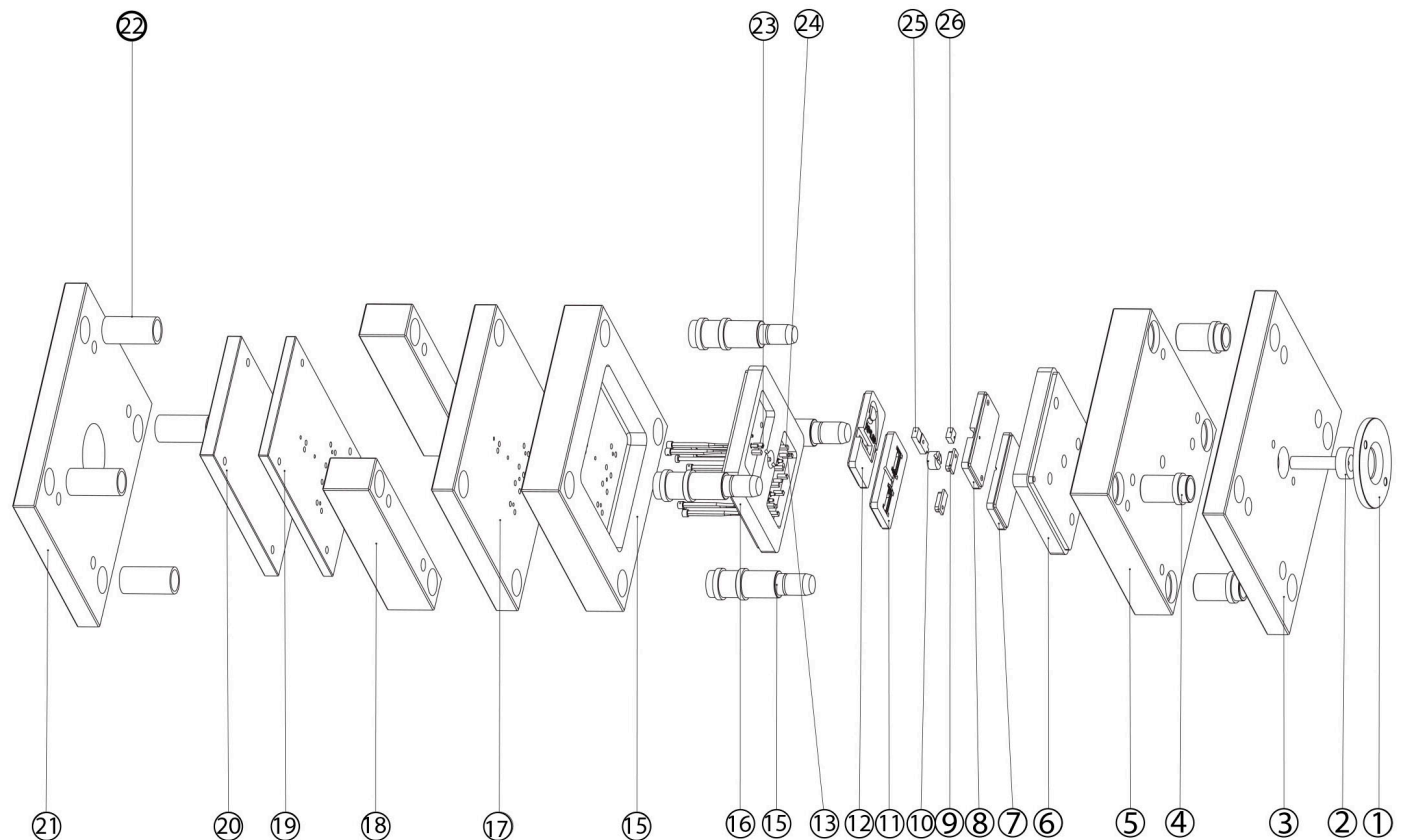
DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

POS	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	MATERIAL
1	DISCO CENTRADOR	1	ACERO 1.1730
2	BEBEDERO	1	ACERO 1.7242
3	PLACA DE FIJACIÓN FIJA	1	ACERO 1.1730
4	CASQUILLO CV	4	ACERO 1.7242
5	PLACA DE CAVIDAD FIJA	1	ACERO 1.2738
6	PORTAINSERTOS PLACA FIJA	1	ACERO
7	INSERTO A	1	ACERO
8	INSERTO B	2	ACERO
9	POSTIZO A	1	ACERO
10	DISTRIBUIDOR	1	ALUMINIO
11	INSERTO C	1	ACERO
12	INSERTO D	1	ACERO
13	VARILLA EXPULSORA	4	ACERO 1.2344
14	GUÍA GC	4	ACERO 1.7242
15	PLACA DE CAVIDAD MÓVIL	1	ACERO 1.2738
16	PORTAINSERTOS PLACA MÓVIL	1	ACERO
17	PLACA INTERMEDIA	1	ACERO 1.1730
18	REGLES	2	ACERO 1.1730
19	PLACA SOPORTE EXPLUSOR	1	ACERO 1.1730
20	PLACA BASE EXPULSOR	1	ACERO 1.1730
21	PLACA DE FIJACIÓN MÓVIL	1	ACERO 1.1730
22	CONCENTRADOR DE GUÍA	1	ACERO 1.1730
23	EXPULSOR FLEXIBLE 1	6	ACERO 1.2101
24	CONJUNTO EXPULSOR FLEXIBLE 2	4	ACERO
25	POSTIZO B	1	ACERO
26	POSTIZO C	1	ACERO

Componentes del molde





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

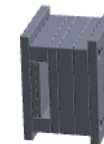
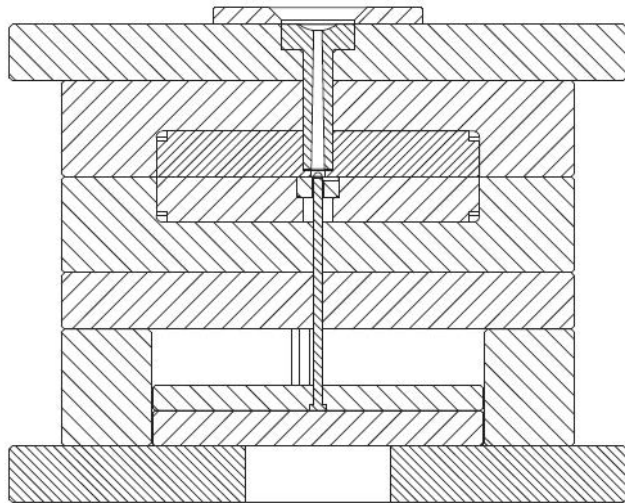
PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO



Entorno gráfico interactivo

Se puede visualizar y analizar
el diseño propuesto para el
molde de inyección.



Sección del molde





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

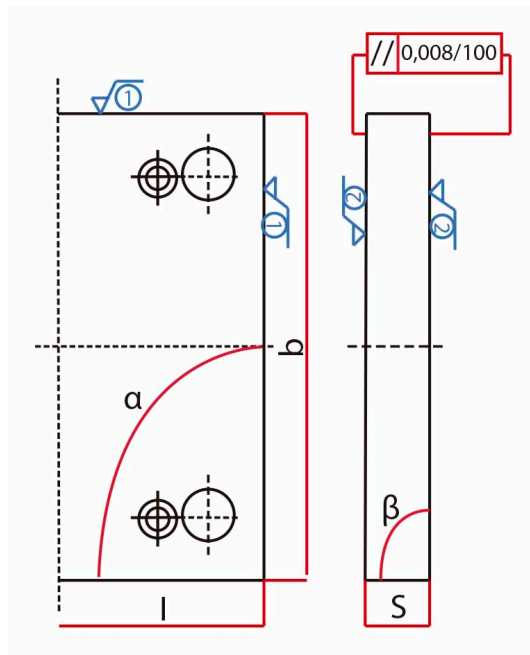
ELECTROEROSIÓN

FRESADO

PRUEBAS DE FABRICACIÓN

La inmensa mayoría de los moldes de inyección se fabrican mediante procesos de arranque de material. Las placas y otros componentes de los moldes se mecanizan por fresados y torneados, a partir de semielaborados obtenidos por laminación, forja o fundición. Algunas superficies funcionales de dichos componentes requieren, también, operaciones de acabados para conseguir tolerancias más o menos exigentes. Estas permiten lograr la precisión necesaria para el correcto ensamblaje y funcionamiento del conjunto del molde.

Las placas principales del molde se han de mecanizar, expresamente, pues contienen las cavidades con la geometría de la pieza que se quiere inyectar. En estas operaciones, se emplean fundamentalmente procesos de fresado y de electroerosión, que se complementan para conseguir la geometría, precisión y acabado superficial requerido en la pieza final.



Tolerancias de placas		PCC PC
Unidades	mm	μm
b l	-100	± 8
	> 100 - 180	±10
	> 180 - 315	±12
	>315 - 500	±14
	> 500 - 710	±17
	> 710 - 1000	± 20
± α	100 mm	± 4
± β	100 mm	± 8
√①	Rz	≤ 10
√②	Rz	≤ 10
s	+ 0,05/ +0.025 mm	





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

ELECTROEROSIÓN

FRESADO

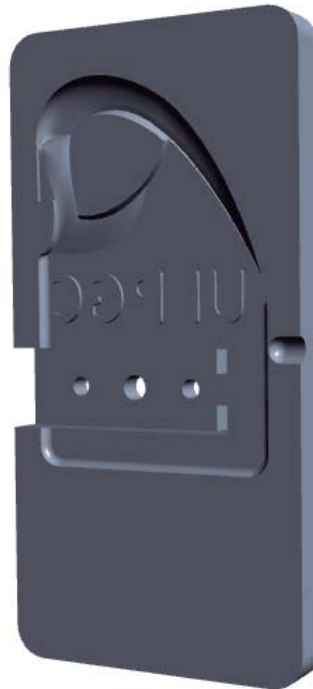
PRUEBAS DE FABRICACIÓN

A partir del diseño de pieza, se genera la cavidad en el inserto, teniendo en cuenta la contracción del material durante el enfriamiento, para conseguir las dimensiones finales en la pieza inyectada.

A partir del diseño del inserto, se hace el diseño del electrodo, que ha de tener en cuenta el "gap" o distancia requerida entre pieza y electrodo, que depende básicamente de las condiciones de proceso y del acabado superficial que se requiera.



Pieza



Inserto



Electrodo





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

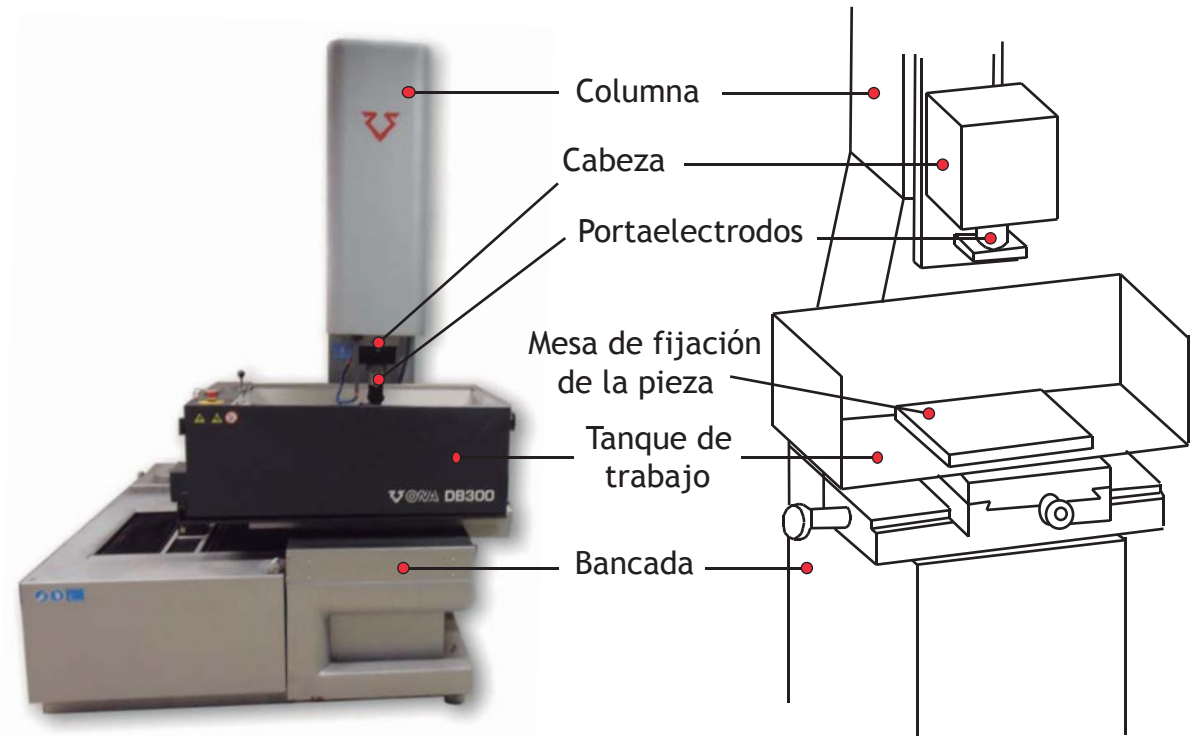
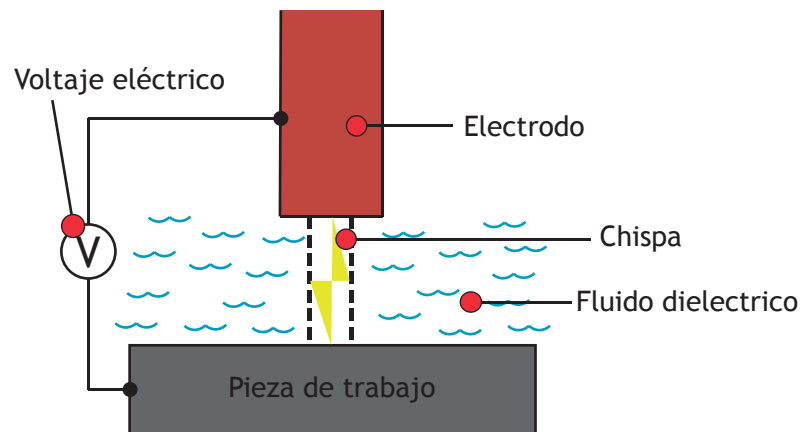
MOLDE PROTOTIPO

ELECTROEROSIÓN

FRESADO

PRUEBAS DE FABRICACIÓN

Se trata de un proceso no convencional que también es conocido como mecanizado por descarga eléctrica, EDM. Se aplica solamente sobre materiales conductores de la electricidad. El arranque de material se produce debido a la alta temperatura que provoca un arco eléctrico que se genera entre la pieza y la herramienta, denominada electrodo. Una gran cantidad de estos arcos consigue que se reproduzca sobre la pieza, la geometría complementaria a la del electrodo.



Permite conseguir detalles geométricos imposibles para el fresado, así como diferentes acabados superficiales controlando los parámetros de proceso. Las principales desventajas son: la relativa a la lentitud de proceso, y que requiere la fabricación previa de herramientas específicas para esas geometrías, los electrodos.



DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

ELECTROEROSIÓN

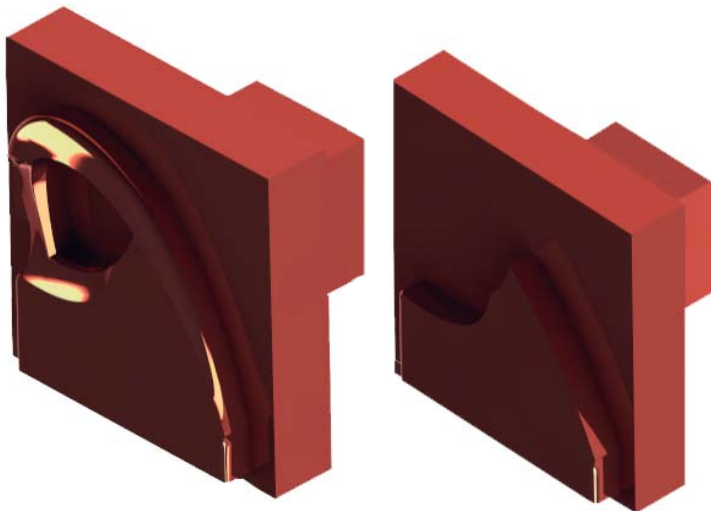
FRESADO

PRUEBAS DE FABRICACIÓN

Se diseñaron 2 juegos de electrodos, uno para cada una de las caras de la pieza. A su vez, cada juego se componía de dos electrodos: uno de desbaste para generar el conjunto de la geometría, y otro de acabado para mecanizar solo la parte inferior de la pieza, que no forma parte de la geometría del logotipo de la ULPGC.

Se adoptó esta solución para generar una diferencia significativa en el acabado superficial de esas zonas de la pieza, y con este efecto quedaran fácilmente diferenciadas.

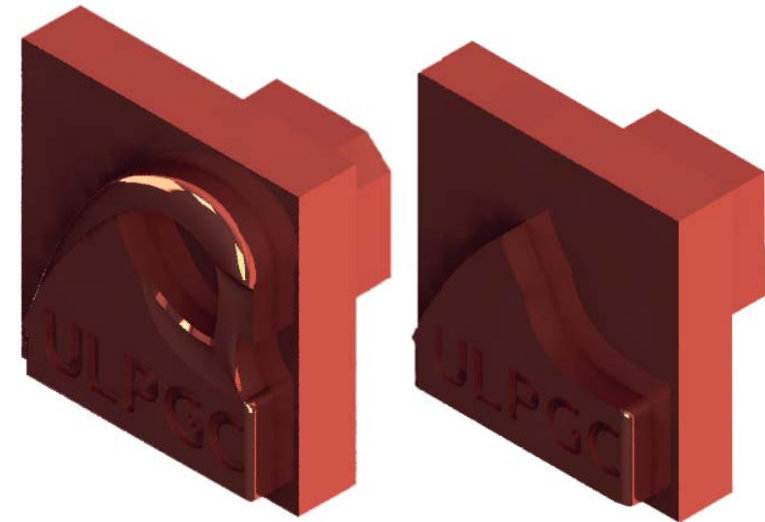
Juego cara posterior



Desbaste

Acabado

Juego cara frontal



Acabado

Desbaste





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

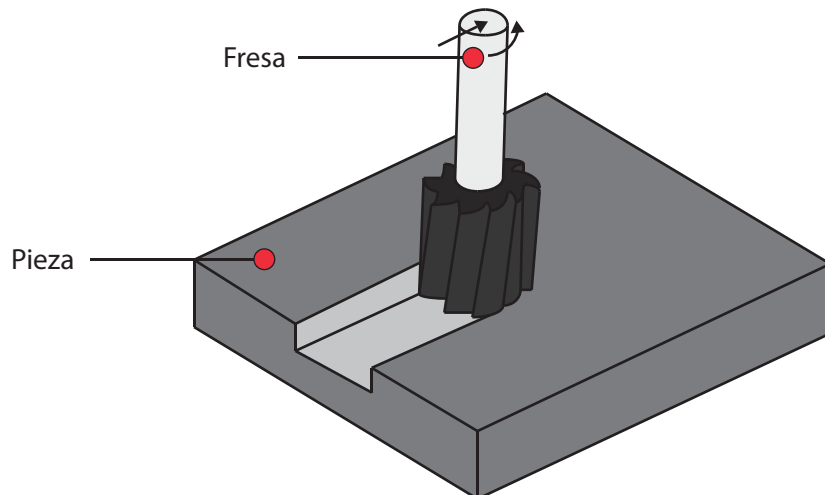
ELECTROEROSIÓN

FRESADO

PRUEBAS DE FABRICACIÓN

Es el proceso convencional de mecanizado más versátil, pues permite conseguir una gran variedad de geometrías, mediante la eliminación del material por una herramienta denominada fresa.

Se puede aplicar sobre casi cualquier tipo de material y es un proceso de mecanizado bastante más rápido que la electroerosión. Emplea normalmente herramientas de carácter genérico que se pueden usar para muchas piezas diferentes. Estas herramientas están diseñadas para su aplicación a determinados tipos de operaciones y para los materiales a mecanizar.



Estas herramientas tienen unos filos de corte con los que arrancan el material en forma de viruta. Estas se desplazan por el volumen de la pieza siguiendo unas determinadas trayectorias y animadas de un movimiento de rotación. Tras una sucesión de operaciones, permiten alcanzar la forma final deseada.

Las trayectorias de la herramienta se pueden controlar de forma automática y programada mediante tecnología CNC.



DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

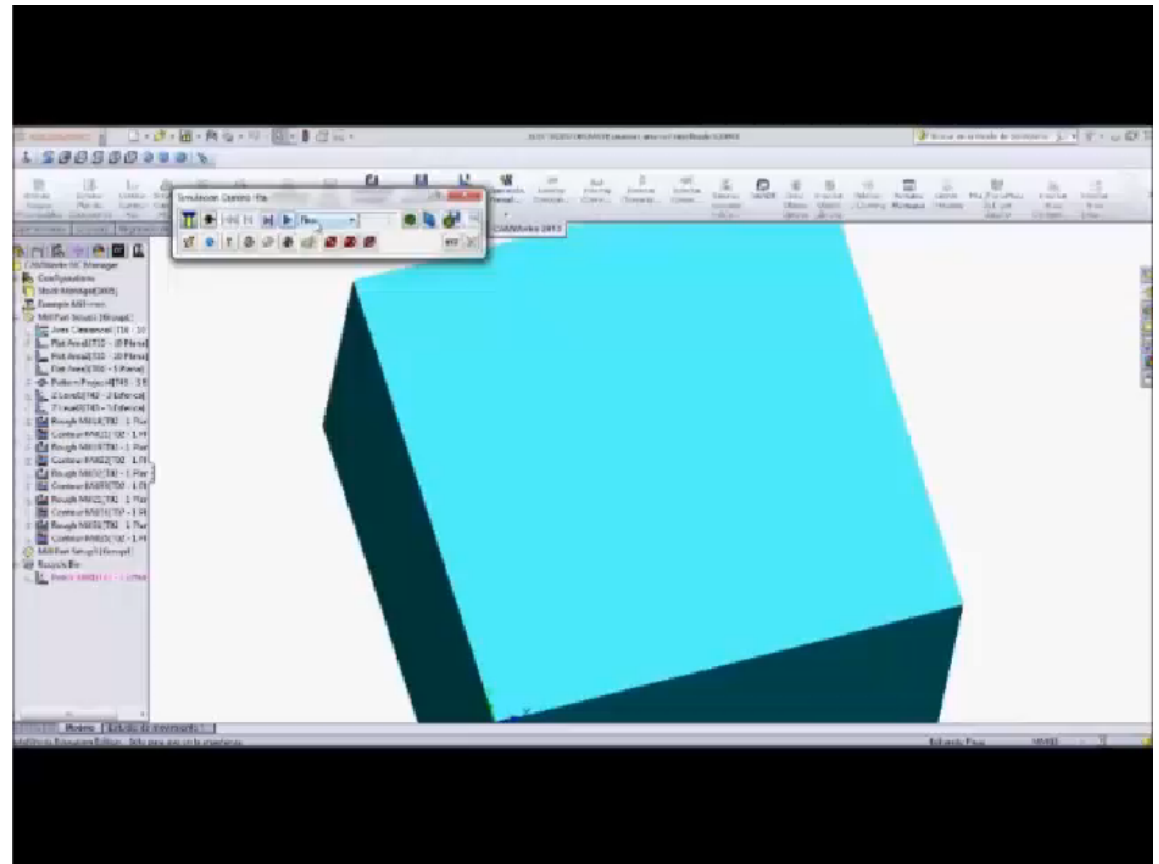
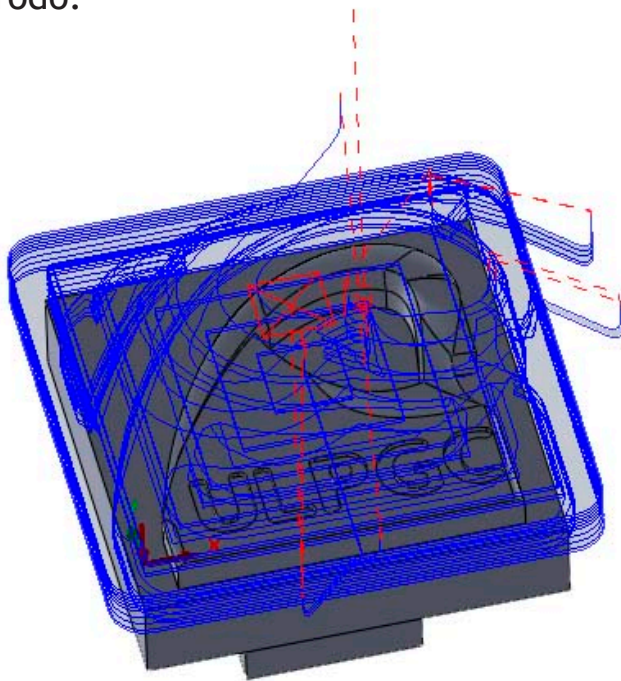
MOLDE PROTOTIPO

ELECTROEROSIÓN

FRESADO

PRUEBAS DE FABRICACIÓN

La programación CNC del centro de mecanizado, para la fabricación del electrodo, se realizó mediante una herramienta de programación asistida por ordenador CAM. Con ella, se generan las trayectorias de mecanizado de todas las operaciones requeridas hasta conseguir la geometría final del electrodo.





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

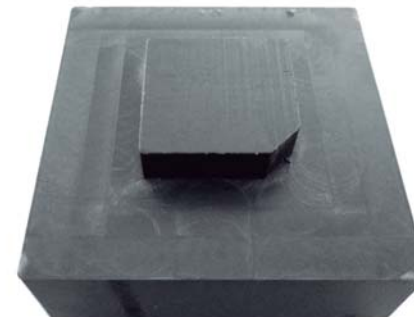
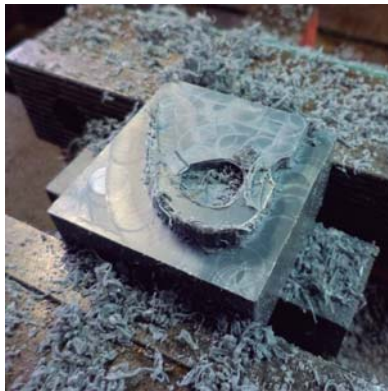
ELECTROEROSIÓN

FRESADO

PRUEBAS DE FABRICACIÓN

Ello permitió comprobar y mejorar los programas de mecanizado, así como definir las superficies de referencia requeridas para su posicionamiento y orientación de los juegos de electrodos.

Ello permitió comprobar y mejorar los programas de mecanizado, así como definir las superficies de referencia requeridas para su posicionamiento y orientación de los juegos de electrodos.





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

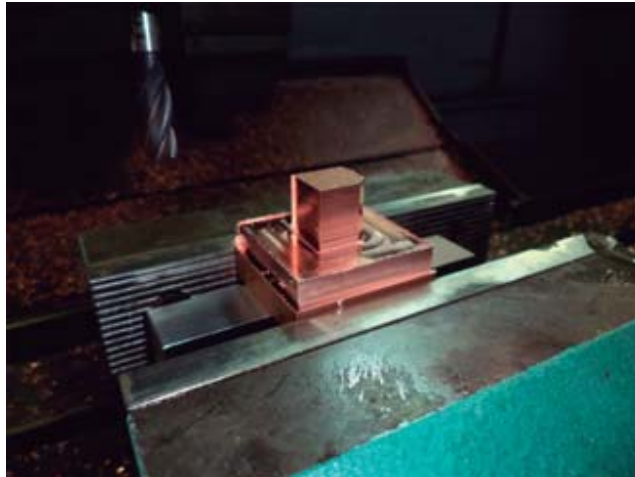
PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

ELECTROEROSIÓN

FRESADO

PRUEBAS DE FABRICACIÓN



Una vez establecidos los parámetros de proceso adecuados al nuevo material, cobre electrolítico de alta pureza, y a la calidad superficial requerida, se generaron los programas CNC necesarios para cada uno de los electrodos. Una vez simulados estos programas en el control numérico del centro de mecanizado, se procedió a su mecanizado y, posteriormente, a unas sencillas operaciones manuales de acabado de superficies.





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

ELECTROEROSIÓN

FRESADO

PRUEBAS DE FABRICACIÓN

Tras completar la fabricación de los electrodos, se realizaron unas pruebas de electroerosión para ajustar los parámetros de proceso. En los electrodos de desbaste, se fijaron estos parámetros para conseguir una rugosidad superficial elevada y, con ello, un acabado grueso de las superficies.

Los electrodos de acabado se fijaron para obtener un baja rugosidad superficial y, por tanto, un acabado fino de la superficie afectada. Se identificó la necesidad de hacer un ajuste preciso del posicionamiento y orientación de los electrodos.





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

MEDICIONES

ELECTROEROSIÓN

FRESADO

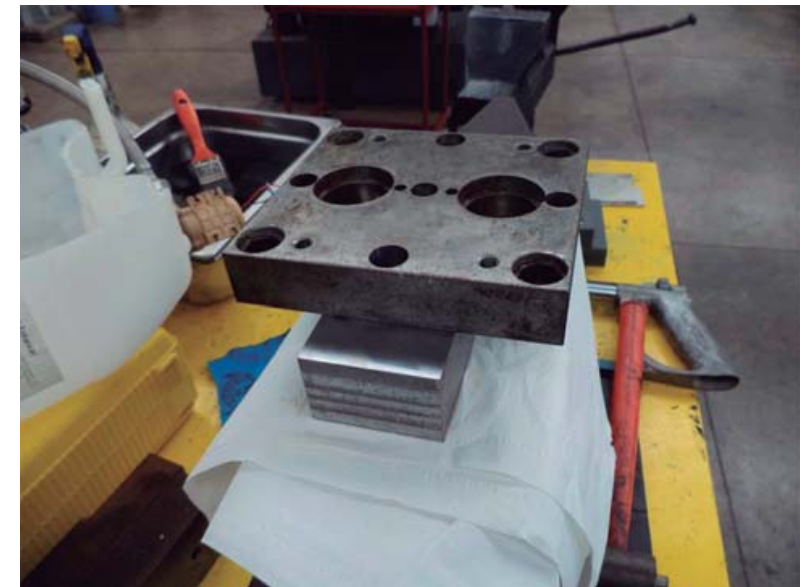
MONTAJE

PIEZAS



Se decidió realizar un molde prototipo para validar las soluciones adoptadas en la pieza final e identificar los problemas que se podrían presentar en la fabricación de los insertos definitivos.

Las dimensiones de las placas del molde prototipo se establecieron para ser usadas en una estructura de otro molde disponible, y fueron obtenidas por fresado y rectificado de sus superficies funcionales.



DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

MEDICIONES

ELECTROEROSIÓN

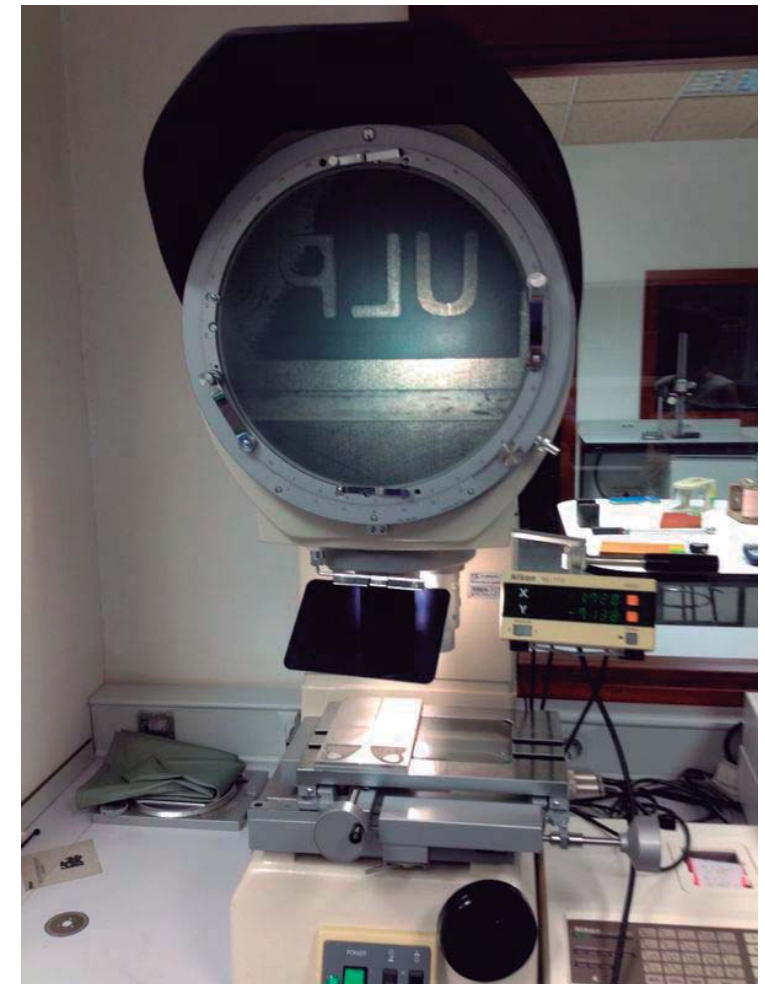
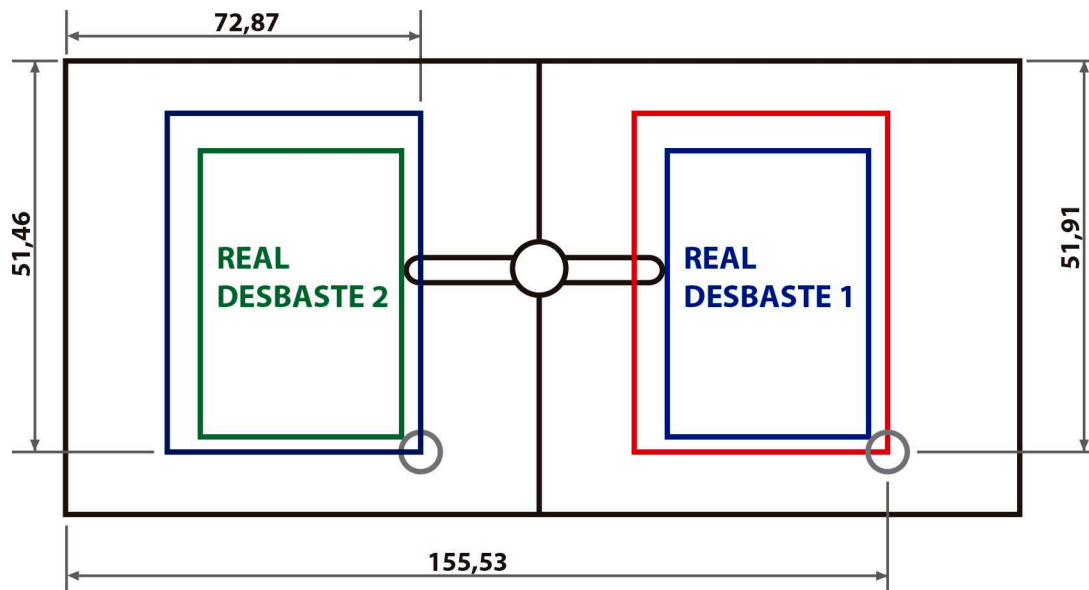
FRESADO

MONTAJE

PIEZAS

Fue necesario realizar mediciones en el Laboratorio de Metrología y Calibración de la ULPGC, tanto de los electrodos como de las pruebas de electroerosión. Con ello, se pudieron determinar los puntos de referencia para el posicionamiento y orientación de los electrodos en las placas de ese molde prototipo.

Unidades en mm





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

MEDICIONES

ELECTROEROSIÓN

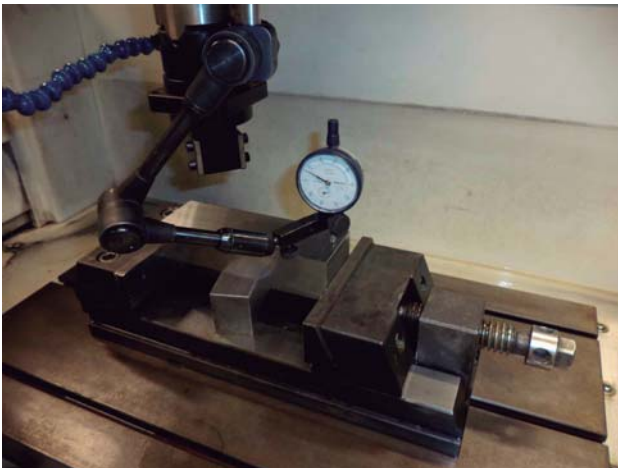
FRESADO

MONTAJE

PIEZAS

Para realizar la electroerosión de las cavidades, se tuvo que hacer la sujeción cuidadosa y precisa, tanto de la pieza como de los electrodos. Así, se consiguieron establecer las referencias de posicionamiento y orientación entre ellas.

Todo esto era necesario para que, en el momento de cierre del molde, las dos cavidades quedaran bien enfrentadas y no produjesen errores en la geometría final de la pieza.



1. Palpar superficie de pieza



2. Palpar superficie del electrodo



3. Establecer orígenes



DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

MEDICIONES

ELECTROEROSIÓN

FRESADO

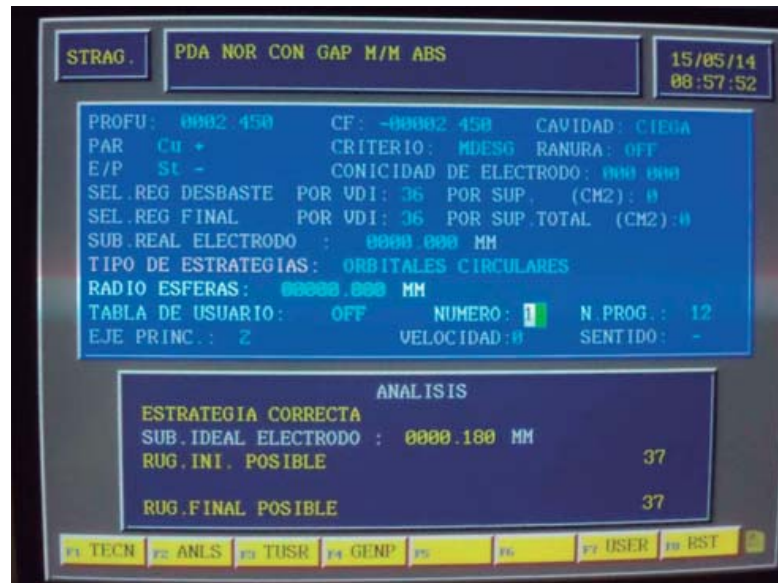
MONTAJE

PIEZAS

Tras la intensa labor de preparación de la máquina para la electroerosión, se configuraron los parámetros de proceso y se procedió a su mecanizado. Con los electrodos de desbaste, el tiempo requerido para cada cavidad fue relativamente corto, mientras que con los electrodos de acabado el tiempo necesario fue bastante más grande, a pesar de que el volumen de material eliminado era mucho menor. Ello se debe a que la velocidad de eliminación de material en condiciones de acabado es mucho más baja que en condiciones de desbaste.

Una vez completado el proceso se puede ver el resultado de una de las cavidades tras el mecanizado de desbaste y tras el de acabado.

Introducción de parametros



Resultados



Desbaste



Acabado



DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

MEDICIONES

ELECTROEROSIÓN

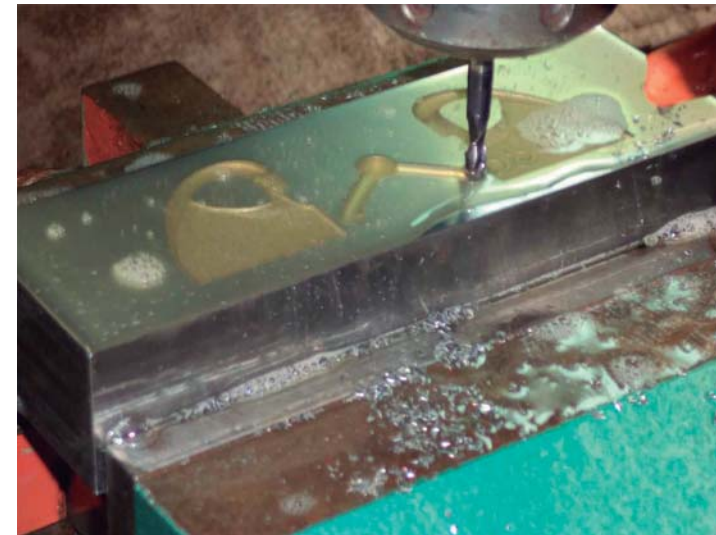
FRESADO

MONTAJE

PIEZAS

Una vez completada la electroerosión de ambas placas del molde prototipo, se generó el sistema de alimentación. Este consiste en un bebedero en la placa fija, por donde accede el plástico al interior del molde, y luego unos canales de distribución desde el bebedero a las cavidades.

Estos canales de distribución se ubicaron en la placa móvil del molde prototipo. Ambos mecanizados se realizaron mediante fresado, al igual que otras operaciones adicionales para el ensamblaje de estas placas.





DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

MEDICIONES

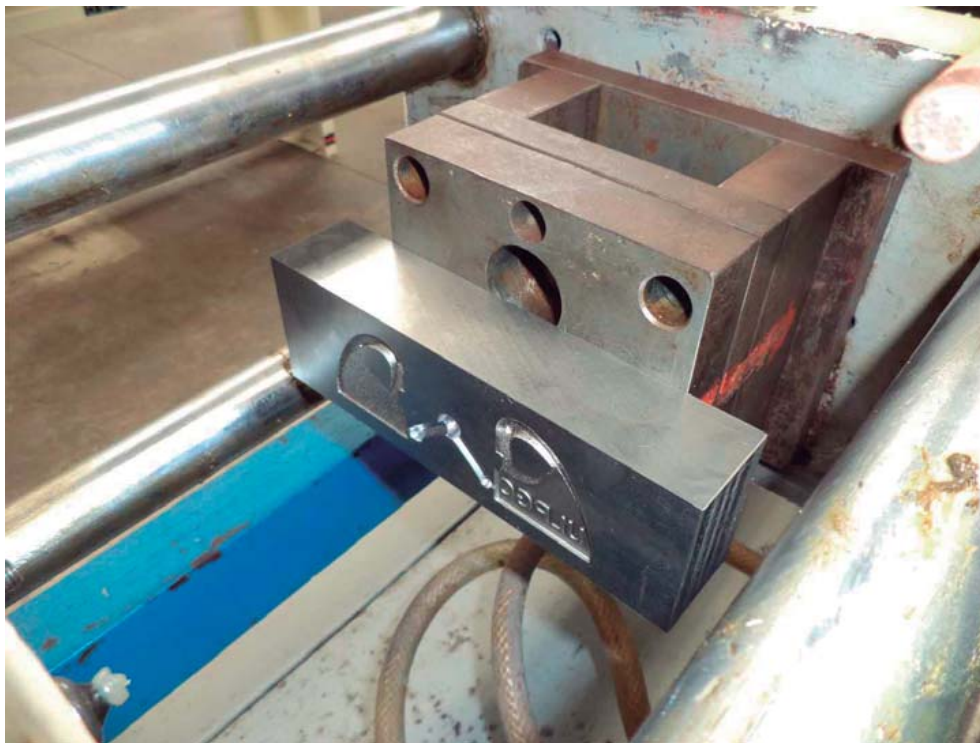
ELECTROEROSIÓN

FRESADO

MONTAJE

PIEZAS

Se ensamblaron las placas en la estructura de molde disponible, para luego montar este molde prototipo en la máquina donde se iba a utilizar para las pruebas de inyección.



Se realizaron las pruebas para el ajuste de los parámetros de proceso: dosificación, velocidades, tiempos, presiones, entre otros, que permitiera conseguir una calidad de pieza adecuada y libre de defectos.



Pruebas de llenado



Primera serie de fabricación



DISEÑO DE PIEZA

PROCESO DE INYECCIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDE

DISEÑO DEL MOLDE

PROCESOS DE FABRICACIÓN

MOLDE PROTOTIPO

MEDICIONES

ELECTROEROSIÓN

FRESADO

MONTAJE

PIEZAS

Una vez ajustado el proceso, se inyectó una serie corta de estas piezas. Como se puede observar en la imagen, la geometría de la pieza inyectada se corresponde con la parte superior del cuerpo principal del producto, ya que la otra parte de la geometría se consigue, básicamente, mediante el fresado directo del inserto metálico.

En la imagen de la pieza final obtenida, se puede apreciar el efecto del texturizado y la diferencia de acabado superficial que se quería lograr. En una pieza inyectada con un único material, se distingue claramente el logotipo de la ULPGC respecto al resto de la geometría.

Queda por cerrar, en una segunda fase de este trabajo, el diseño del sistema de refrigeración del molde con los insertos intercambiables y completar su fabricación. La experiencia adquirida en esta primera fase es de gran valor para acometer la fabricación del molde definitivo con las máximas garantías de éxito.





BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Groover, M. (2007): “Fundamentos de Manufactura Moderna”. McGraw Hill. Mexico.

Malloy, R. (2010): “Plastic Part Design for Injection Molding - An Introduction”. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG. Munich.

Taboada, S.; Hernández, P.; Suárez, L. (2014): “Elaboración de Material Didáctico Mediante el Desarrollo de un Producto por Inyección”. TFG. EIIC. ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria.

Webgrafía

Sandisk, proveedor de memorias flash USB (Consultado Diciembre 2014)

<http://www.sandisk.es/products/usb/drives/>

Stratasys, proveedor de la tecnología PolyJet (Consultado Diciembre 2014)

<http://www.stratasys.com/es/impresoras-3d/technologies/polyjet-technology>

Total, proveedor del polipropileno PPH9069 (Consultado Diciembre 2014)

<http://www.totalrefiningchemicals.com/EN/ProductCatalog/Catalog/Pages/default.aspx?biz=PP>

Bru y Rubio, proveedor de componentes para moldes (Consultado Diciembre 2014)

<http://www.bruyrubio.com>





INSTRUCCIONES DE USO





INSTRUCCIONES DE USO

PANTALLA COMPLETA

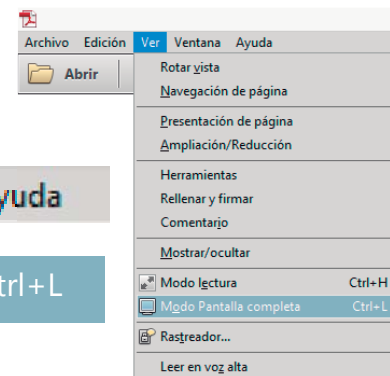
ATAJO DE TECLADO

Pulsando



BARRA DE MENÚ

Ver > Modo pantalla completa



Archivo Edición Ver Ventana Ayuda

 Modo Pantalla completa Ctrl+L

MENÚ

PRESENTACIÓN CLÁSICA

Para avanzar o retroceder en la lectura de esta obra, debe pulsar



PRESENTACIÓN INTERACTIVA



Puede pulsar  sobre el menú y submenú deseado, que se le marcará, **MENÚ** y **SUBMENÚ** para indicarle en que punto de la obra en que se encuentra en cada momento.



INSTRUCCIONES DE USO

BOTÓN INSTRUCCIONES

IR AL MENÚ INSTRUCCIONES

En el transcurso de la obra, se podrá volver a este anexo picando sobre  situado en la parte inferior derecha de la pantalla.

VOLVER A LA PRESENTACIÓN

Para volver al modo presentación, se debe picar  y se situará en el mismo punto desde el que se accedió a este anexo.

VÍDEO

IDENTIFICAR VÍDEO



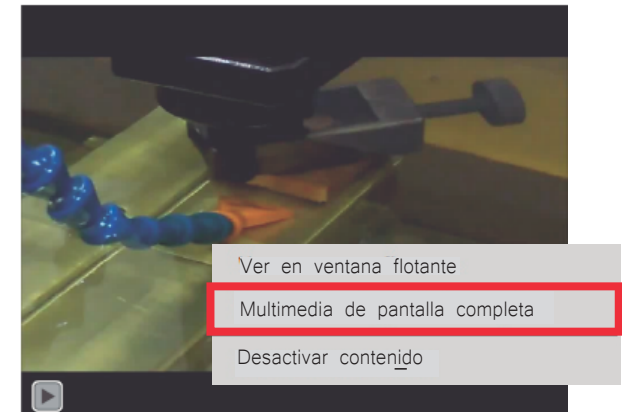
Aparecerá  en la parte superior derecha de la imagen.

INICIAR VÍDEO



Para iniciar el vídeo picar  sobre 

PANTALLA COMPLETA



Picar sobre él  una vez iniciado y se selecciona *Multimedia de pantalla completa*.

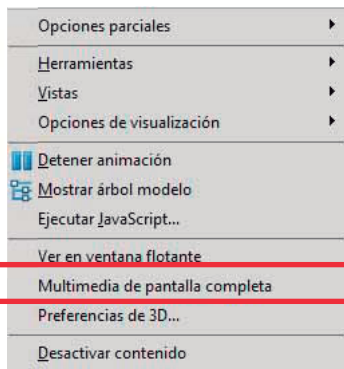


INSTRUCCIONES DE USO

3D INTERACTIVO



PANTALLA COMPLETA



Picar el  y se selecciona

Multimedia de pantalla completa.

GIRAR Y ZOOM



Manteniendo picado  se puede hacer girar el modelo.

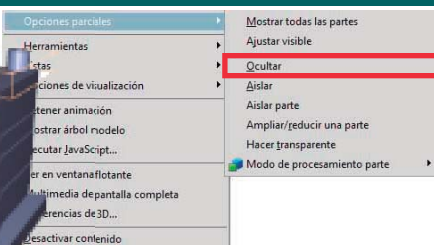
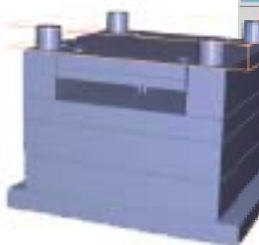
Y si se hace rodar  se puede hacer zoom.

SELECCIONAR PIEZA



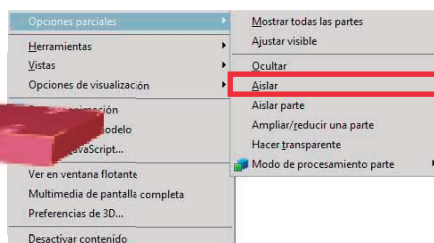
Se puede seleccionar cualquier pieza del modelo picando  sobre ellas.

OCULTAR PIEZA



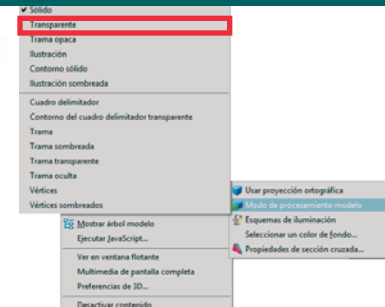
Con una pieza seleccionada, se abre menú  y dentro de *Opciones parciales* se puede ocultar la pieza.

AISLAR PIEZA



Con una pieza seleccionada, se abre menú  y dentro de *Opciones parciales* se puede aislar la pieza.

VISTA TRANSPARENTE



Se abre menú,  *Opciones de visualización*, *Modo de procesamiento de modelo*, aquí se puede hacer transparente y volver a poner opaco.

OTRAS CARACTERÍSTICAS

Dentro del menú, se puede realizar diferentes acciones tales como secciones o mediciones en la pieza.

