

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

***DISEÑO DE UN MOLDE DE INYECCIÓN
DE PLÁSTICO PARA FABRICACIÓN
DEL TAPACUBOS DE UN AUTOMÓVIL***

DOCUMENTO 3- METODOLOGÍA

Alumno/Alumna: Maicas Seco, Miguel

Director/Directora: Lobato González, Roberto

Curso: 2019-2020

Fecha: 08/11/2019

ÍNDICE

| | |
|---|----------|
| 3.1. FLUJOGRAMA DE TAREAS..... | 1 |
| 3.2. PROCESO DE DISEÑO..... | 2 |
| 3.2.1. PIEZA PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE..... | 2 |
| 3.2.2. DISEÑO DE LAS PESTAÑAS DE SUJECCIÓN..... | 2 |
| 3.2.2.1. Geometría..... | 3 |
| 3.2.2.2. Condiciones de contorno..... | 4 |
| 3.2.2.3. Mallado..... | 5 |
| 3.2.2.4. Resultados..... | 6 |
| 3.2.3. REDISEÑO PARA EL MOLDEO..... | 7 |
| 3.2.3.1. Contrasalidas..... | 7 |
| 3.2.3.2. Caras verticales..... | 7 |
| 3.2.3.3. Aristas..... | 8 |
| 3.2.4 ANÁLISIS DE LLENADO..... | 9 |
| 3.2.4.1. Entrada de inyección..... | 9 |
| 3.2.4.2. Parámetros del proceso..... | 10 |
| 3.2.4.3. Refrigeración..... | 11 |
| 3.2.4.4. Resultados..... | 12 |
| 3.2.5. DISEÑO DEL MOLDE..... | 16 |
| 3.2.5.1. Inicialización del proyecto..... | 16 |
| 3.2.5.2 diseño del núcleo y la cavidad..... | 16 |
| 3.2.5.3. Creación de la cavidad y el núcleo. | 17 |
| 3.2.5.4 diseño de los componentes del molde..... | 17 |
| 3.2.5.5. Interferencias de elementos..... | 23 |
| 3.2.6. MÁQUINA INYECTORA..... | 24 |



| | |
|--|-----------|
| 3.3. CÁLCULOS..... | 25 |
| 3.4.1. DATOS DE PARTIDA..... | 25 |
| 3.4.1. FUERZA DE CIERRE..... | 26 |
| 3.4.1. REFRIGERACIÓN..... | 26 |
| 3.4.1. COMPROBACIÓN PANDEO EXPULSORES..... | 27 |
| 3.3.6. CAPACIDAD DE INYECCIÓN..... | 28 |
| | |
| 3.4. RESULTADOS..... | 29 |
| 3.4.1. FUNCIONAMIENTO..... | 31 |

FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Pieza inicial..... | 2 |
| Figura 2. Tapacubos con pestañas de sujeción..... | 2 |
| Figura 3. Clip de sujeción..... | 3 |
| Figura 4. Deformación..... | 3 |
| Figura 5. Condiciones de contorno..... | 4 |
| Figura 6. Desplazamiento..... | 4 |
| Figura 7. Mallado..... | 5 |
| Figura 8. Coeficiente de seguridad..... | 6 |
| Figura 9. Funcionamiento del desplazable..... | 7 |
| Figura 10. Ángulo de desmoldeo..... | 7 |
| Figura 11. Comprobación de las regiones..... | 8 |
| Figura 12. Redondeo..... | 8 |
| Figura 13. Análisis de posición de entrada..... | 9 |
| Figura 14. Refrigeración..... | 11 |
| Figura 15. Confianza de llenado..... | 12 |
| Figura 16. Tiempo de llenado..... | 13 |
| Figura 17. Predicción de la calidad..... | 13 |
| Figura 18. Líneas de soldadura..... | 14 |
| Figura 19. Temperatura en el frente de flujo..... | 15 |
| Figura 20. Pieza de trabajo..... | 16 |
| Figura 21. Plano de partición..... | 17 |
| Figura 23. Esquema base del molde..... | 18 |
| Figura 24. Base del molde..... | 19 |
| Figura 25. Insertos cavidad y núcleo..... | 19 |
| Figura 26. Anillo de centrado..... | 20 |
| Figura 27. Bebedero..... | 20 |
| Figura 28. Desplazable..... | 21 |

| | |
|--|----|
| Figura 29. Insertos refrigeración..... | 22 |
| Figura 30. Presión de inyección..... | 25 |
| Figura 31. Tiempo de refrigeración..... | 26 |
| Figura 32. Volumen del tapacubos..... | 28 |
| Figura 33. Vista isométrica del molde..... | 29 |
| Figura 34. Vista explosionada del molde..... | 30 |
| Figura 35. Vista frontal del molde..... | 31 |
| Figura 36. Molde abierto..... | 31 |
| Figura 37. Movimiento de expulsión..... | 32 |
| Figura 38. Posición final de expulsión..... | 33 |
| Figura 39. Extracción de la pieza..... | 33 |

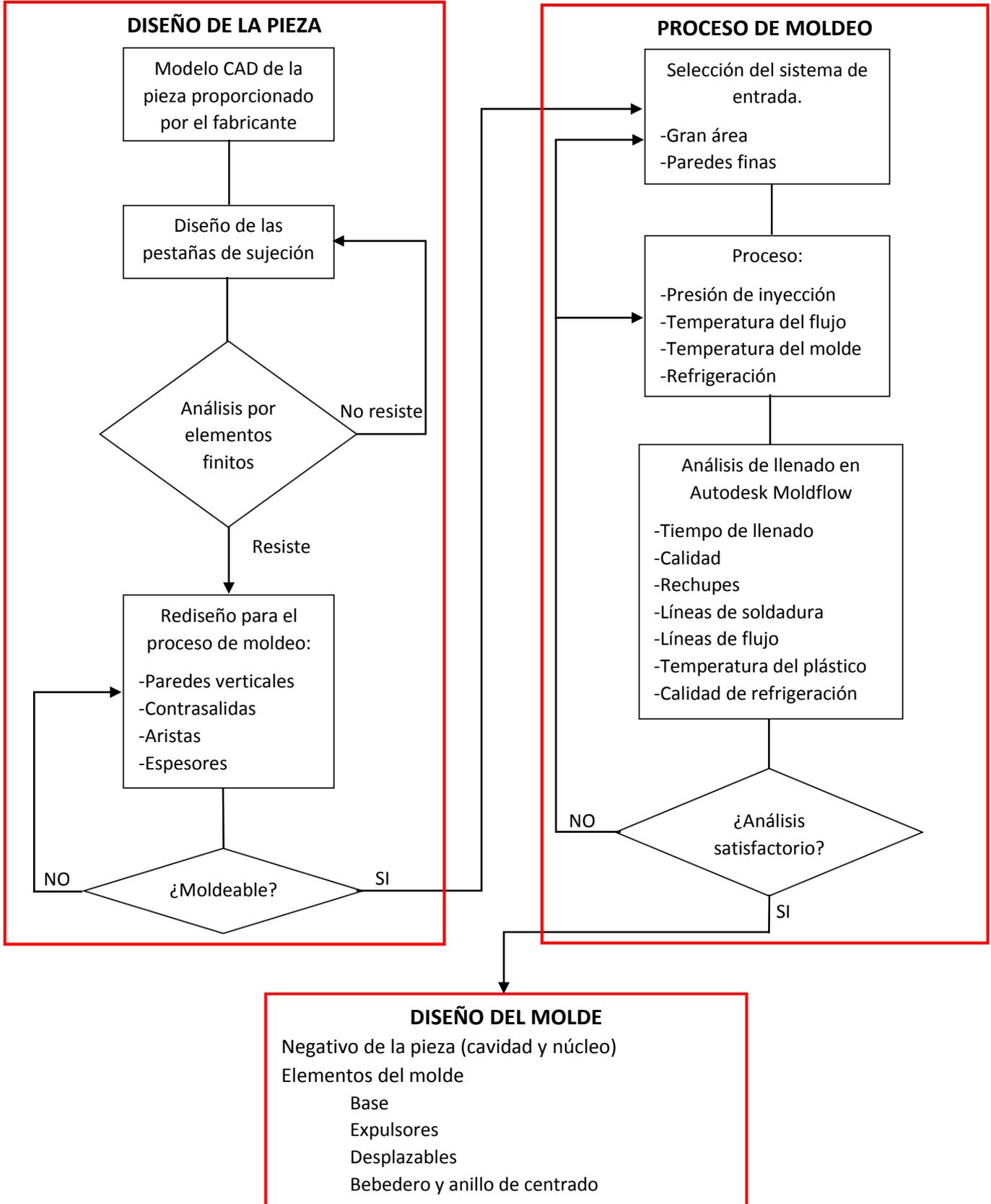


TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Parámetros de inyección..... | 10 |
| Tabla 2. Parámetros de la máquina inyectora..... | 24 |

3.1. FLUJOGRAMA DE TAREAS

El proceso de diseño del molde sigue los pasos que se muestran en el flujoograma.



3.2. PROCESO DE DISEÑO

3.2.1. PIEZA PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE

La pieza elegida es un tapacubos de 17 pulgadas. Se ha seleccionado esta pieza ya que, a priori, resulta recomendable el moldeo por inyección para su fabricación. Es una pieza en forma de disco con pequeño espesor que contiene 14 orificios, la mitad de ellos circulares de pequeño diámetro y la otra mitad algo más grandes y con una forma más compleja. Uno de estos últimos con una hendidura adicional para permitir el acceso a la válvula de hinchado del neumático.



Figura 1. Pieza inicial

3.2.2. DISEÑO DE LAS PESTAÑAS DE SUJECIÓN

Estos elementos son los encargados de fijar el tapacubos a la llanta. Se han colocado 9 en total, situados entre los agujeros de mayor tamaño.

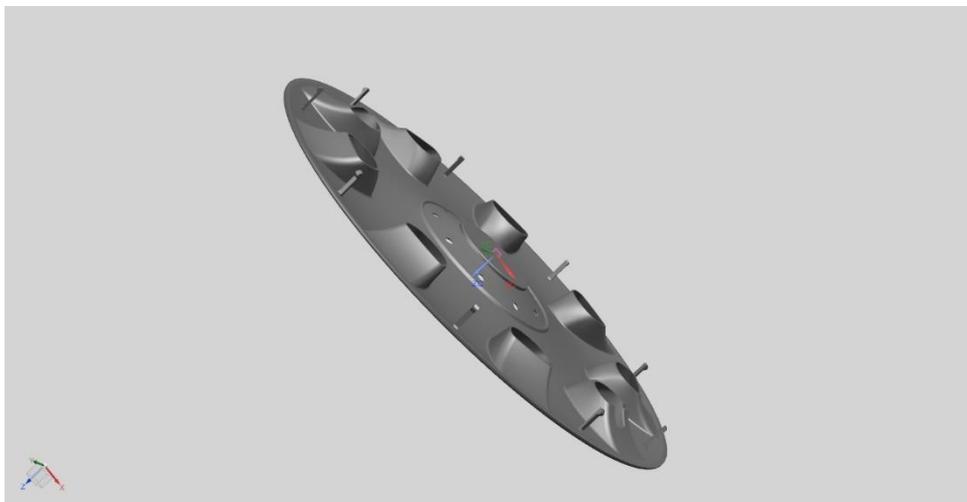


Figura 2. Tapacubos con pestañas de sujeción

Estos elementos deben resistir la deformación que se produce en el momento del ensamble o la separación, como se muestra en el centro de la figura xx. Mediante un análisis por elementos finitos se ha comprobado que la pieza resiste dicha deformación.

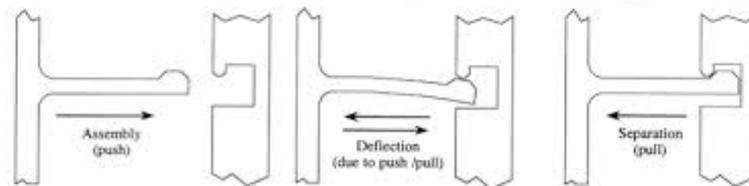


Figura 3. Clip de sujeción

En el análisis se ha impuesto una deformación igual a la medida del saliente de la parte superior.

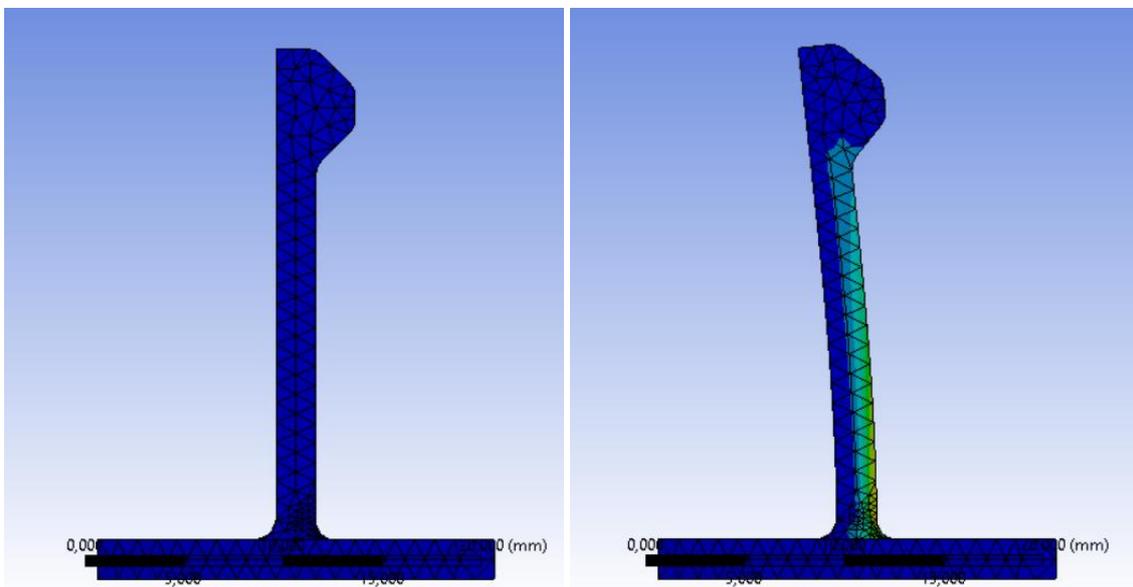


Figura 4. Deformación

3.2.2.1. GEOMETRÍA

Para no tener que analizar la pieza entera (con la carga computacional que ello supone) se ha hecho un modelo del clip con una sección del tapacubos donde está situado. De esta forma se facilita el análisis sin perder precisión.

3.2.2.2. CONDICIONES DE CONTORNO

Se han modelizado como empotramientos las cuatro caras laterales de la base del modelo para que así sea lo más fiel a la realidad posible.

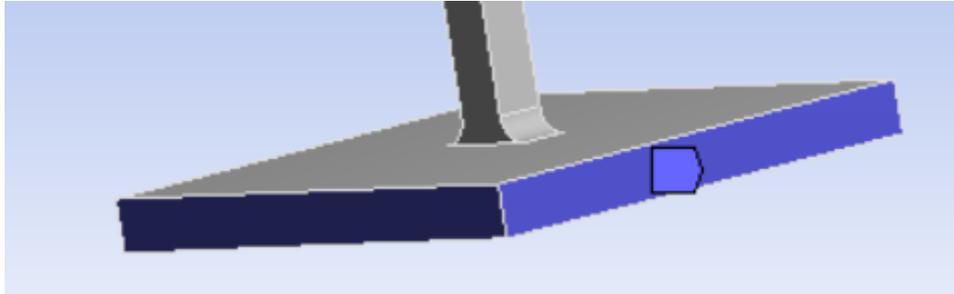


Figura 5. Condiciones de contorno

Para simular la condición de trabajo de la pieza, se le ha impuesto un desplazamiento a la parte superior tal y como se indica en la figura.

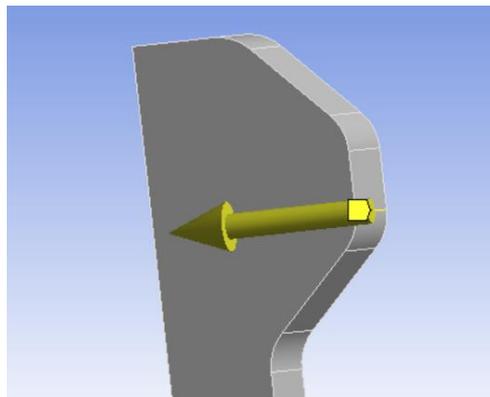


Figura 6. Desplazamiento

Dicho desplazamiento es igual a la medida del saliente y se aplica en el segmento que estará en contacto con el enganche en último lugar.

3.2.2.3. MALLADO

Se han utilizado elementos en forma de tetraedro de segundo orden. Esta forma resulta más adecuada para hacer refinamientos y al ser de segundo orden los elementos son de tensión variable, lo que aporta mejores resultados.

La zona refinada se corresponde con la unión del clip a la pieza, lugar donde se producirán las mayores tensiones.

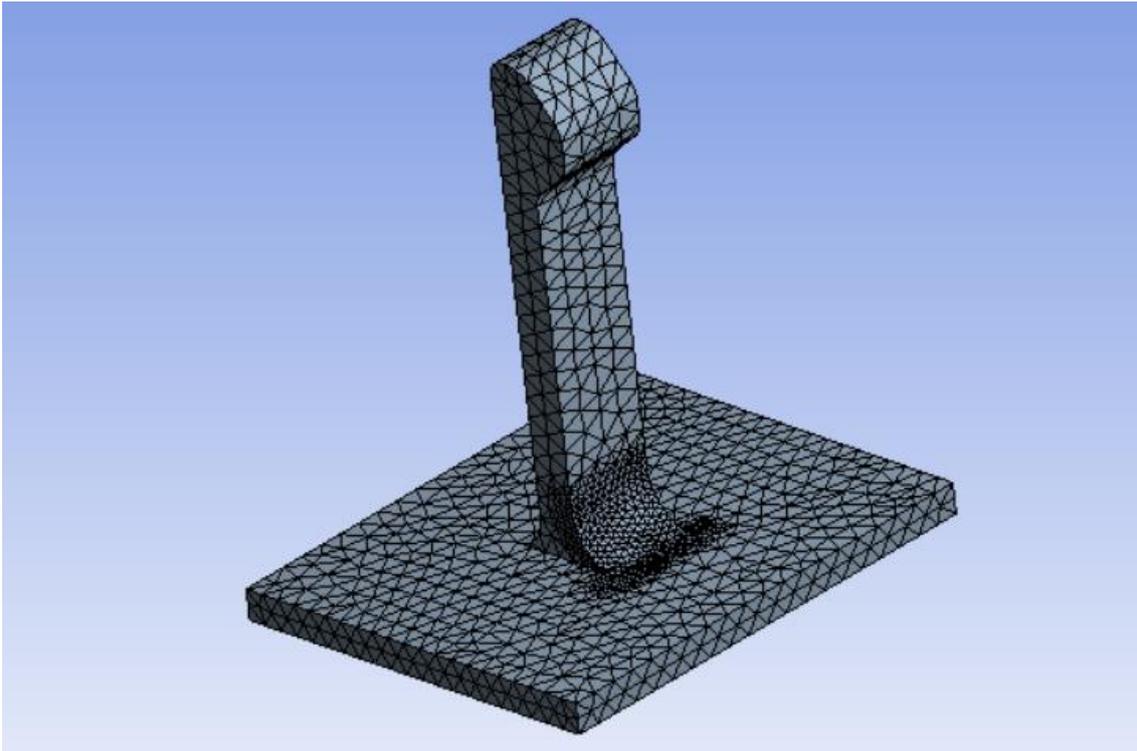


Figura 7. Mallado

3.2.2.4. RESULTADOS

EL material de la pieza es un polímero ABS. Los criterios de fallo de materiales plásticos no están tan desarrollados como para metales como puede ser el acero. Esto significa que no hay un criterio de fallo para este material en concreto por lo que se ha utilizado el esfuerzo axial máximo. Este criterio es quizá demasiado conservador pero a falta de más información resulta la opción más recomendable.

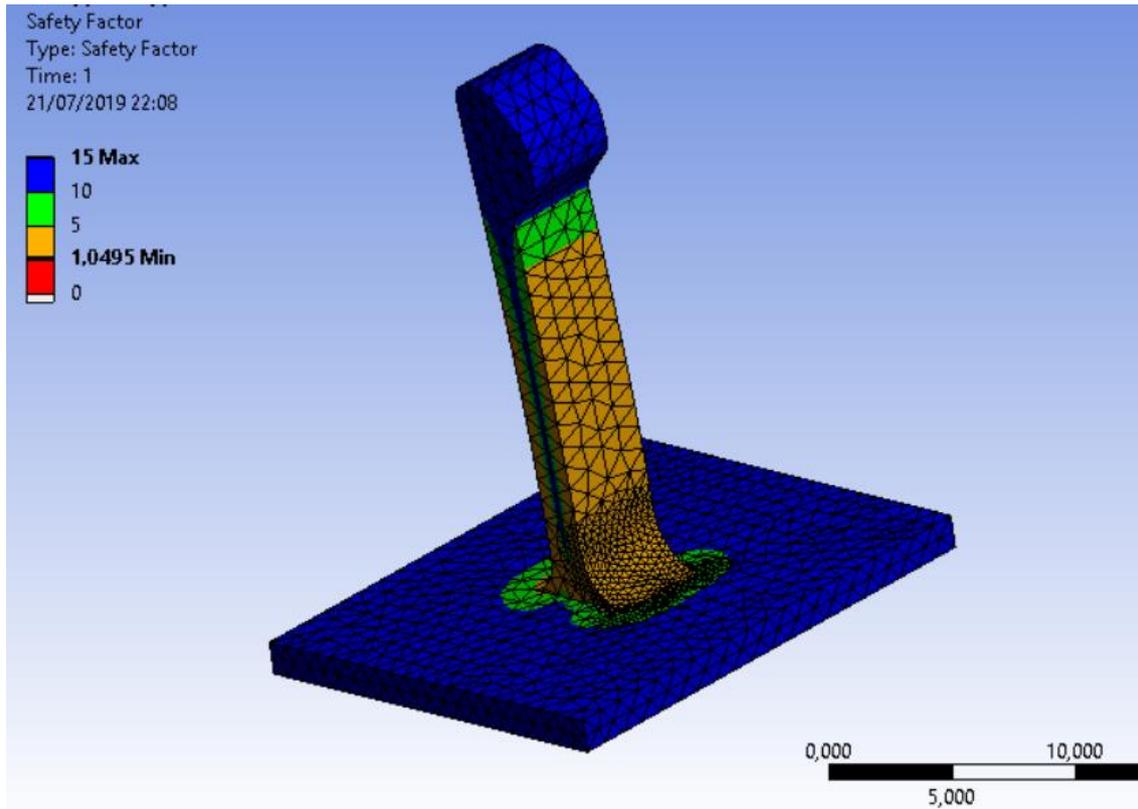


Figura 8. Coeficiente de seguridad

El resultado es un coeficiente de seguridad de $1,0495 < 1$ por lo que la pieza resiste la deformación.

3.2.3. REDISEÑO PARA EL MOLDEO

Como se explica en la memoria, las piezas tienen que cumplir unas determinadas características para ser producidas mediante moldeo. Por tanto, ha sido necesario cambiar algunos elementos de la pieza, tratando de modificar lo menos posible el diseño original.

3.2.3.1 CONTRASALIDAS

Las sujeciones del tapacubos suponen una contrasalida. Para solucionarlo se usarán desplazables (9 en total, uno por cada pestaña).

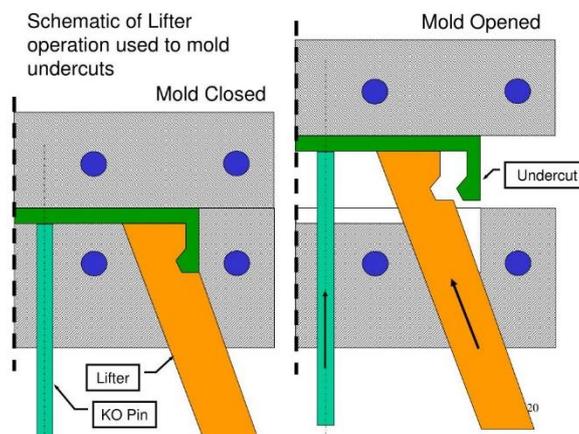


Figura 9. Funcionamiento del desplazable

3.2.3.2. CARAS VERTICALES

Para favorecer el desmoldeo es necesario que las caras tengan cierta conicidad. Utilizando el comando *check regions* el asistente muestra las caras positivas (región de la cavidad), negativas (región del núcleo) y verticales. También indica cuales tienen un ángulo menor a 3°.

Con el comando *draft* se aplica un ángulo de desmoldeo a las caras verticales. En este caso el ángulo elegido ha sido de 1°.

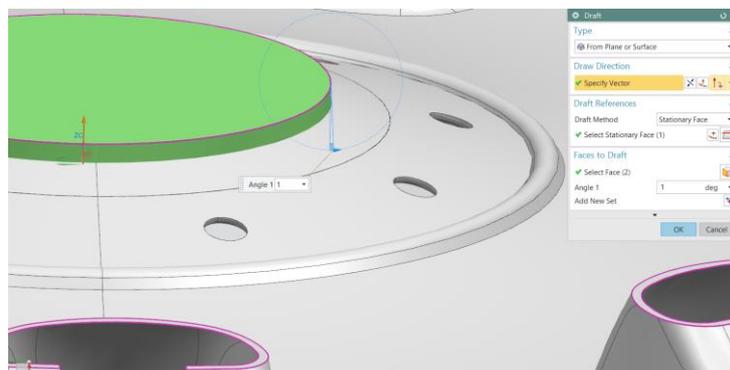


Figura 10. Ángulo de desmoldeo

Se vuelven a comprobar las regiones. Como se puede observar en la figura xxx, el número de caras verticales en la pieza modificada (derecha) se ha reducido a 0.

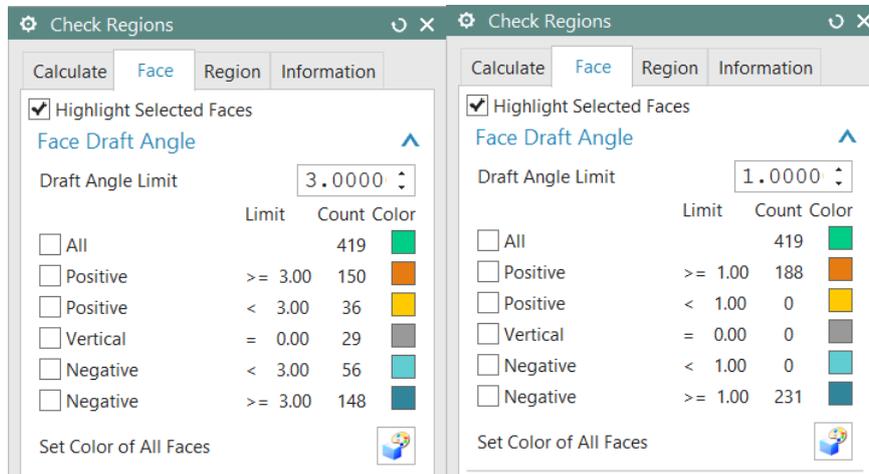


Figura 11. Comprobación de las regiones

El análisis también muestra que no hay caras con un ángulo inferior a 1° , que es el ángulo que se ha dado a las caras originalmente verticales.

3.2.3.3. ARISTAS

Las aristas vivas son fuentes de concentraciones de tensiones y por tanto de posibles puntos de rotura. Es por ello que se han modificado con un redondeo de 1mm.

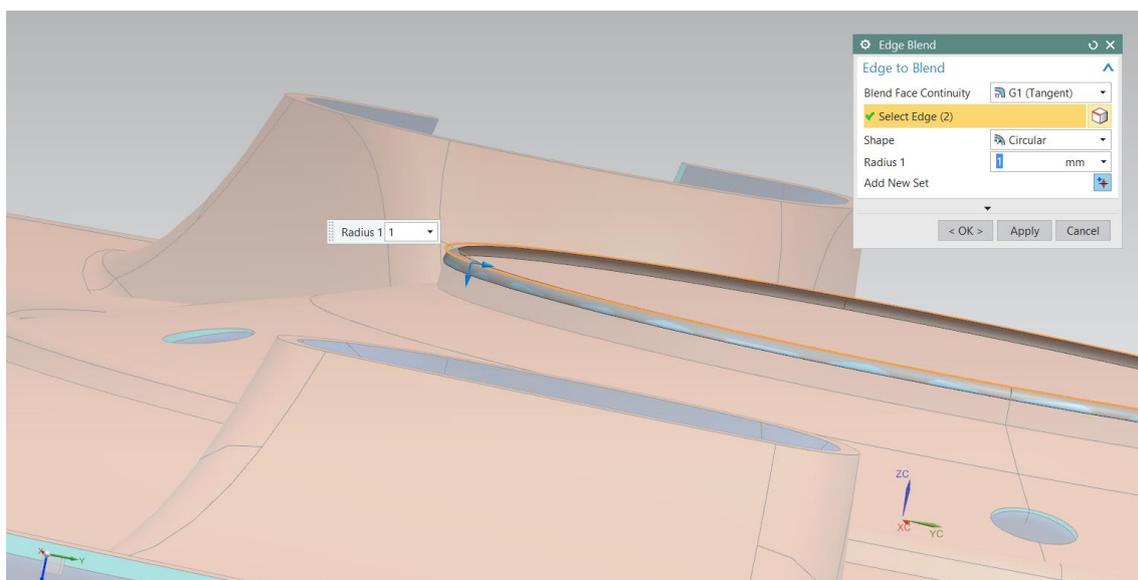


Figura 12. Redondeo

3.2.4. ANÁLISIS DE LLENADO

3.2.4.1. ENTRADA DE INYECCIÓN

Con la función de *análisis de posición de entrada* de Autodesk Moldflow, se califica la idoneidad de cada posición del modelo para ubicar un punto de inyección.

Este resultado se obtiene con el algoritmo localizador de las regiones de entrada, que utiliza una combinación de condiciones para determinar el mejor punto de inyección y los puntos de inyección sucesivos. Las áreas más adecuadas se clasifican desde la más apropiada (óptima) hasta la menos apropiada (peor).

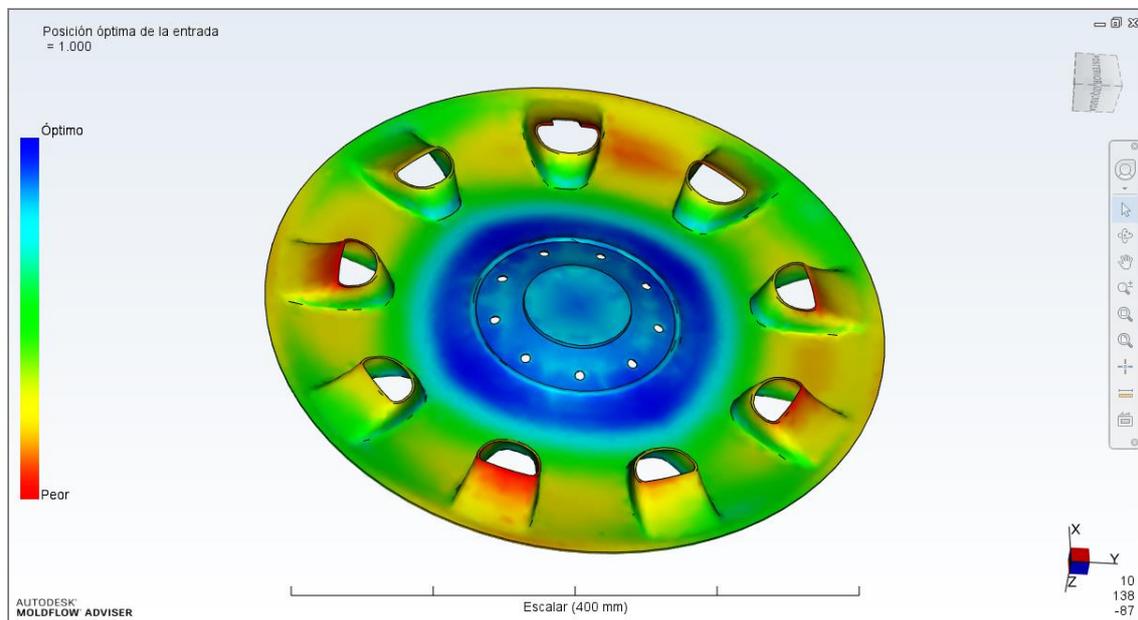


Figura 13. Análisis de posición de entrada

La zona central de la pieza es la más adecuada para situar la entrada. Por lo tanto, se ha optado por utilizar una entrada directa en dicho punto.

3.2.4.2. PARÁMETROS DEL PROCESO

Temperatura del molde: el molde debe calentarse a cierta temperatura en el momento de la inyección para que el plástico no se enfríe y comience a solidificar demasiado rápido. También influye en que la temperatura del frente de flujo sea lo más constante posible.

Temperatura de la masa fundida: una mayor temperatura favorece el llenado del molde ya que el plástico fluye mejor. Sin embargo, hay que mantener dicha temperatura por debajo del límite en el que se producen daños en el material.

Presión de inyección: controla la presión a la que se inyecta la masa fundida. Una mayor presión favorece el llenado del molde, pero puede afectar negativamente a la calidad de la pieza. El rango de presiones posibles depende de la máquina inyectora y de la fuerza de cierre del molde.

Tras varios análisis, los mejores resultados se obtienen con las siguientes condiciones del proceso.

| Parámetros del proceso | |
|--------------------------------|------------------|
| Material | Elyx ABS HH 3105 |
| Temperatura del molde | 80°C (60-80) |
| Temperatura de la masa fundida | 260°C (230-260) |
| Presión máxima de inyección | 160 MPa |

Tabla 1. Parámetros de inyección

3.2.4.3. REFRIGERACIÓN

El sistema de refrigeración está formado por tubos rectos con 6 pasos a cada lado de la pieza conectados en serie según se muestra en la figura siguiente. Los circuitos conectados en serie garantizan las mismas condiciones para todos los canales con un riesgo de obturación reducido, ofreciendo una elevada seguridad de proceso.

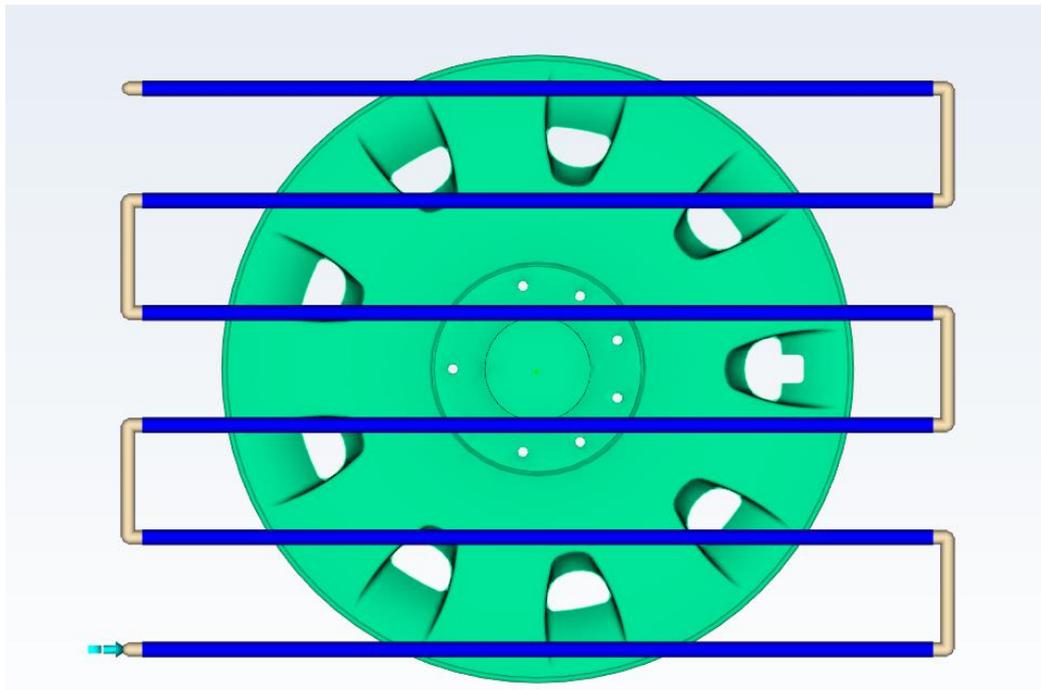


Figura 14. Refrigeración

Dado que la pieza es bastante plana, no es necesario el uso de deflectores o elementos similares.

Este sistema resulta el más adecuado dado que con él se obtienen unos resultados adecuados siendo un sistema relativamente sencillo. Los cálculos del tamaño y disposición de los tubos se recogen en el apartado 3.3. Además, se ha tenido en cuenta la presencia de otros elementos del molde (expulsores y desplazables) para evitar interferencias con el sistema de refrigeración.

3.2.4.4. RESULTADOS

A continuación, se recogen los resultados más relevantes de la simulación. el informe completo del análisis se recoge en el Anexo 4.

CONFIANZA DE LLENADO

El resultado Confianza de llenado muestra la probabilidad de llenar con plástico una región dentro de la cavidad en condiciones de moldeo por inyección convencional. Este resultado se deriva de los resultados de presión y temperatura.

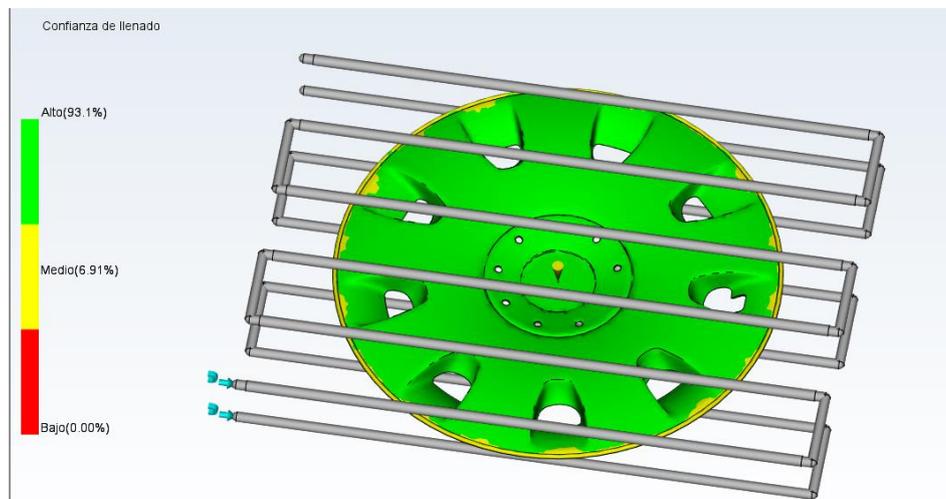


Figura 15. Confianza de llenado

El resultado anterior indica que la pieza se llenara completamente sin problemas. Únicamente encuentra dificultad el material en llenar la parte exterior del tapacubos, lo que es comprensible ya que es la parte más alejada del punto de inyección. A pesar de ello el análisis le asigna una confianza de llenado media, lo cual es aceptables.

TIEMPO DE LLENADO

Muestra el tiempo que tarda en llenarse cada zona de la cavidad. Sirve para hacerse una idea del recorrido del flujo de plástico durante la inyección. El gradiente de color va de azul ($t=0$) a rojo ($t=\text{tiempo total}$).

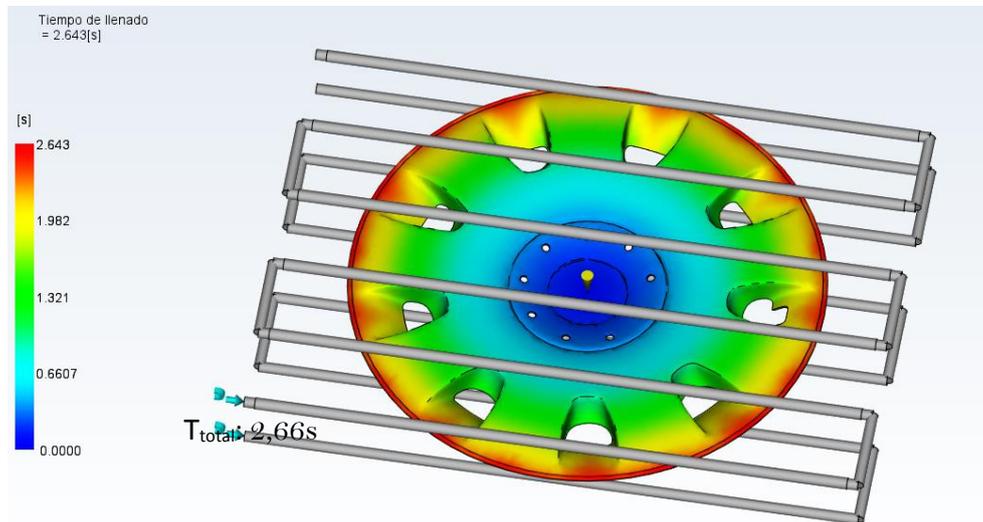


Figura 16. Tiempo de llenado

PREDICCIÓN DE LA CALIDAD

Se utiliza para calcular la calidad de las propiedades mecánicas y apariencia de la pieza de una forma general. Este resultado se deriva de la presión, la temperatura y otros resultados.

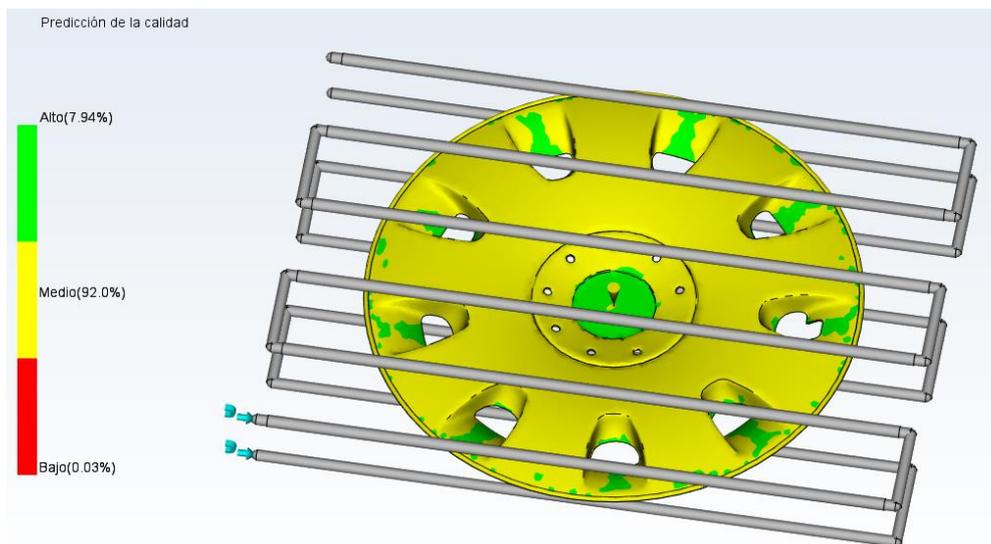


Figura 17. Predicción de la calidad

Ambos modelos presentan una calidad general media (amarillo) con zonas de calidad alta(verde) y baja (rojo) en el punto de inyección.

LÍNEAS DE SOLDADURA

Este defecto no se puede evitar ya que la pieza cuenta con 19 agujeros alrededor de los cuales van a aparecer líneas de soldadura.

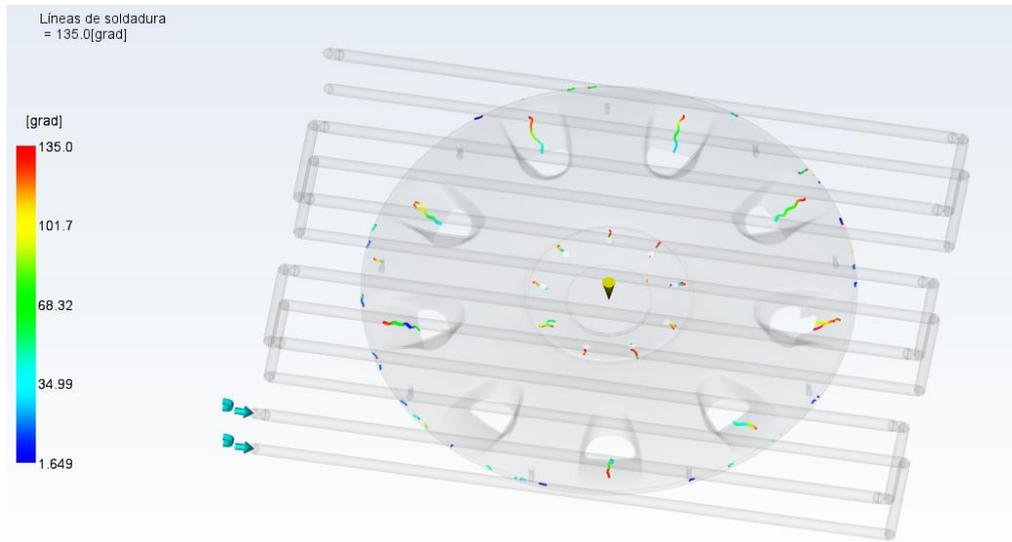


Figura 18. Líneas de soldadura

Los colores de la figura indican el ángulo con el que se encuentran los dos flujos de material que forman la soldadura. Estas líneas están repartidas uniformemente por toda la pieza situadas detrás de cada agujero.

Este análisis se considera válido ya que la situación de las líneas de soldadura no es mala y estas soldaduras se producen a una temperatura adecuada (ver apartado siguiente). Además, la finalidad principal de la pieza no es estructural por lo que no se ve comprometida en ese aspecto.

TEMPERATURA EN EL FRENTE DE FLUJO

El resultado temperatura en el frente de flujo muestra la temperatura del polímero cuando el frente de flujo alcanza un punto especificado, en el centro de la sección transversal del plástico

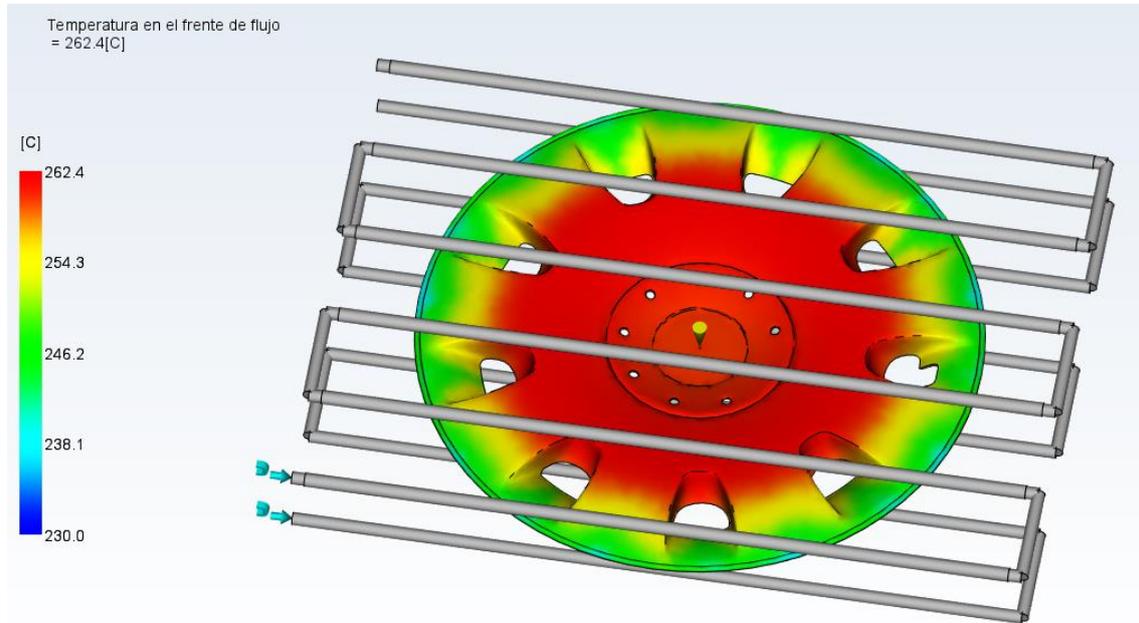
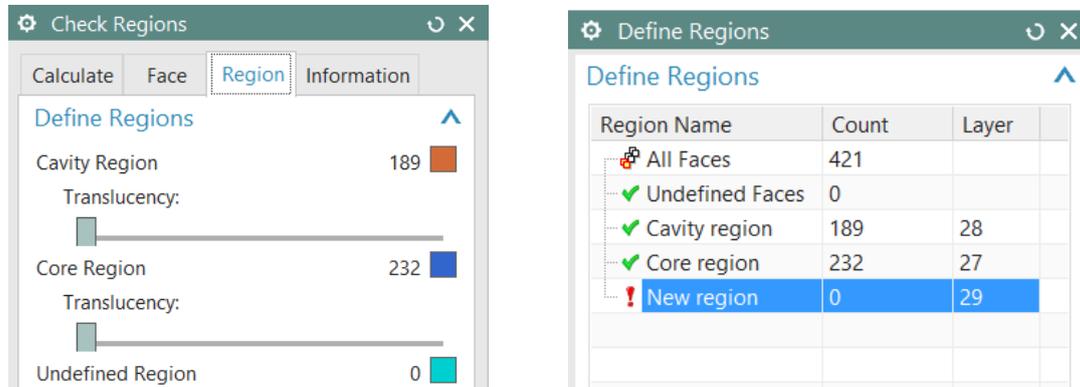


Figura 19. Temperatura en el frente de flujo

La diferencia de temperaturas es de unos 15°C, lo cual es aceptable dado el tamaño de la pieza

REGIONES DE LA CAVIDAD Y DEL NÚCLEO

El programa automáticamente asigna cada cara a la región del núcleo o la cavidad en función de si tienen un ángulo positivo o negativo.



Una vez comprobado que todas las caras han sido asignadas a la región correcta se procede a definir dichas regiones.

SUPERFICIES PARCHEADAS

Esta pieza tiene 18 orificios por lo que la superficie de las regiones cavidad y núcleo no es continua. Para solucionar esto es necesario crear una superficie de grosor 0 que actúe a modo de parche en los distintos agujeros.

PLANO DE PARTICIÓN

El siguiente paso es crear el plano de partición. Este plano delimita el lugar de contacto entre los bloques de la cavidad y el núcleo. Dado que ambas regiones ya están definidas, el programa crea automáticamente este plano.

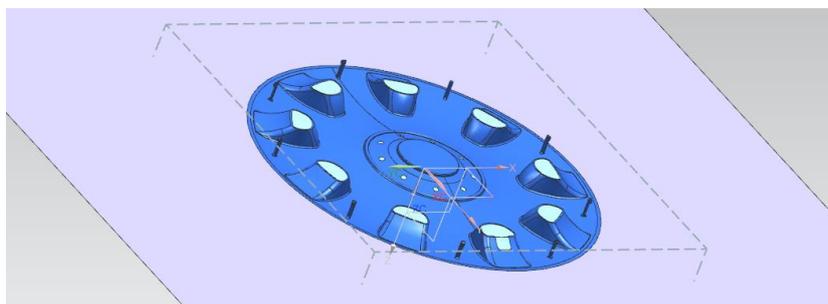


Figura 21. Plano de partición

3.2.5.3. CREACIÓN DE LA CAVIDAD Y EL NÚCLEO.

Finalmente, se crea la cavidad y el núcleo. Cada uno tiene la forma del negativo de la región correspondiente y se encuentra integrado en el bloque “pieza de trabajo”.

Así termina la fase de diseño de la cavidad y el núcleo. A partir de aquí se irán añadiendo el resto de piezas y elementos que terminarán por formar el molde.

3.2.5.4. DISEÑO DE LOS COMPONENTES DEL MOLDE

En este paso del diseño se escogen las piezas que formarán el molde. Utilizando el software *NX Mold Wizard*, es posible crear un ensamble en CAD. Este asistente tiene varios catálogos de diversos fabricantes y piezas normalizadas de los que extrae la geometría de las piezas que formarán el molde.

En algún caso habrá que modificarlas para que se ajusten a la pieza a fabricar. Los expulsores y el bebedero tienen una longitud diferente a la del catálogo por lo que deberán estar hechos a medida.

Todos los componentes están recogidos en el Anexo II: PLANOS. Aquellos pertenecientes a catálogos se pueden encontrar en el Anexo 4.Piezas de catálogo.

BASE DEL MOLDE

La base del molde es la estructura principal a la que se irán acoplando el resto de elementos.

Modelo D 6060 del catálogo DME-Metric con las siguientes características:

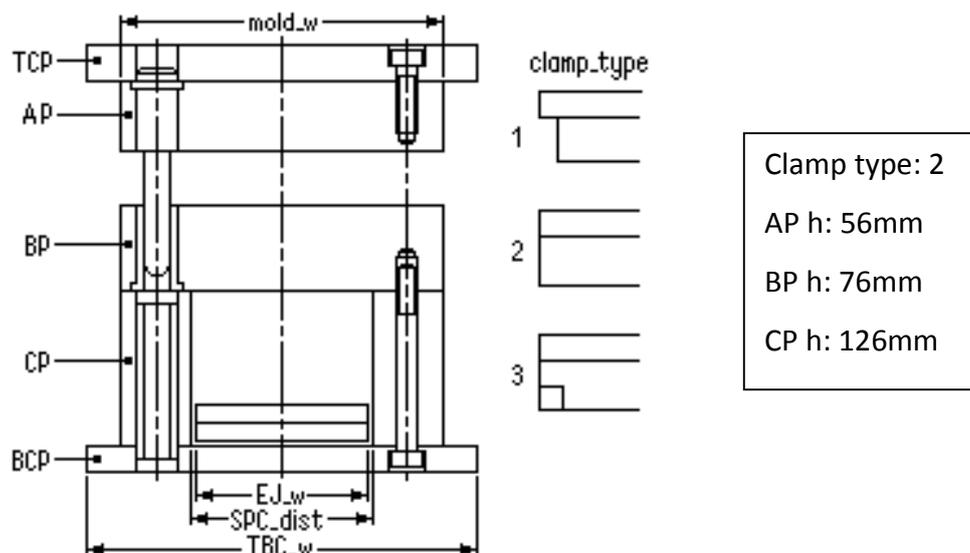


Figura 23. Esquema base del molde

En la imagen siguiente se encuentra la base del molde con los agujeros correspondientes al resto de elementos del molde.

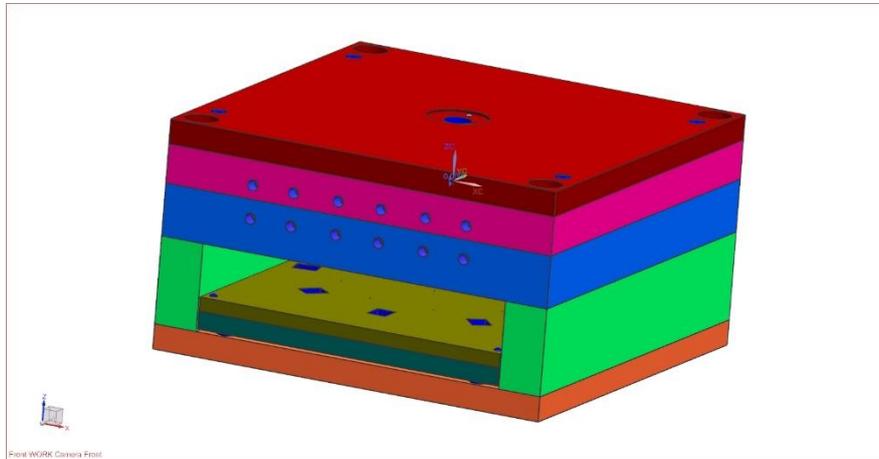


Figura 24. Base del molde.

Los insertos de la cavidad y el núcleo se sitúan en el interior de la base del molde según se muestra en la figura siguiente. Quedan unidos por 4 tornillos situados en las esquinas. También forman parte de la base del molde las placas que empujan y guían a los expulsores y los desplazables.

En la parte superior se acoplan el bebedero y el anillo de centrado.

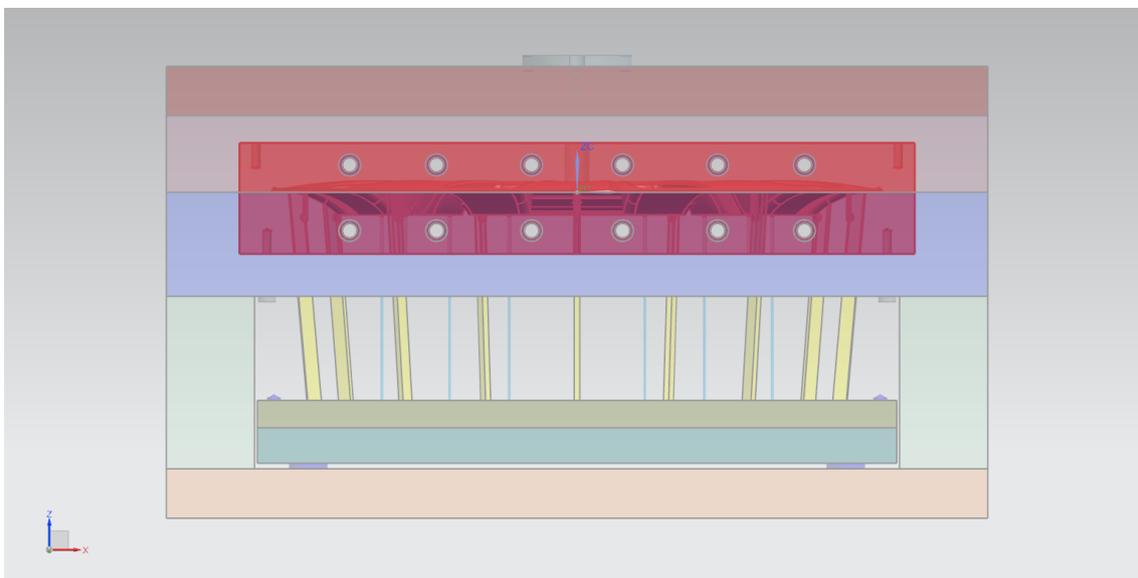


Figura 25. Insertos cavidad y núcleo

ANILLO DE CENTRADO

Su función es situar el bebedero (que se introduce en su interior) en la posición correcta. Se atornilla a la parte fija de la base del molde (lado de inyección).

Modelo DHR21 80x12 del catálogo DME-Metric

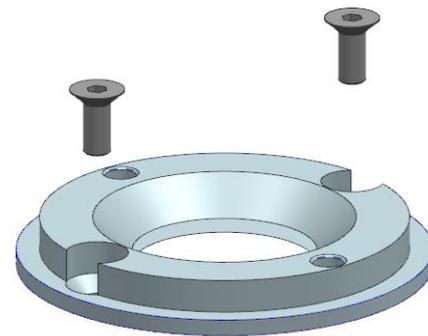
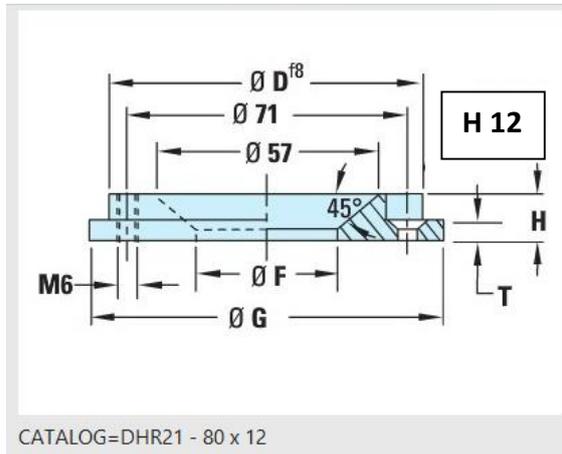


Figura 26. Anillo de centrado

BEBEDERO

Comunica la boquilla de la máquina de inyección con el sistema de alimentación del molde. En este caso como la entrada es directa, va a parar directamente a la pieza.

Modelo DHR76 del catálogo DME-Metric

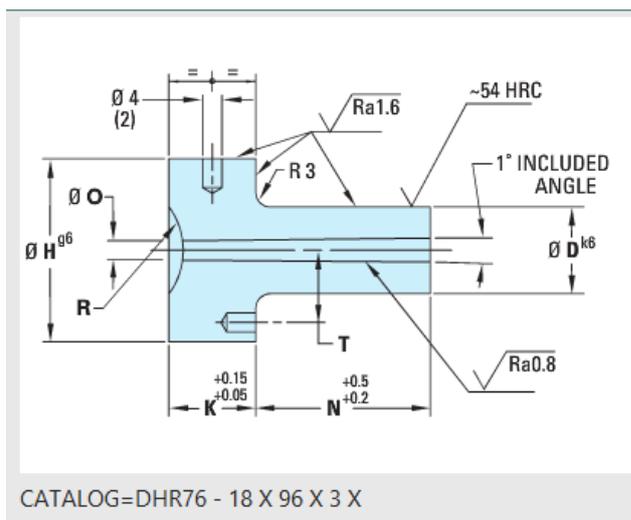


Figura 27. Bebedero

D18 /N96/O3

Es necesario acortar el valor de N a 88,57mm

EXPULSORES

Su función es empujar la pieza fuera del molde. Se sitúan en la parte móvil del molde o lado de expulsión.

Expulsores nitrurados DIN EJP-EHN 2x160

Ajustar $L=155,61$

DESPLAZABLES

Estos elementos se desplazan perpendicularmente a la dirección de apertura del molde permitiendo la extracción de los clips de sujeción. Se sitúan junto a los expulsores en la parte móvil del molde.

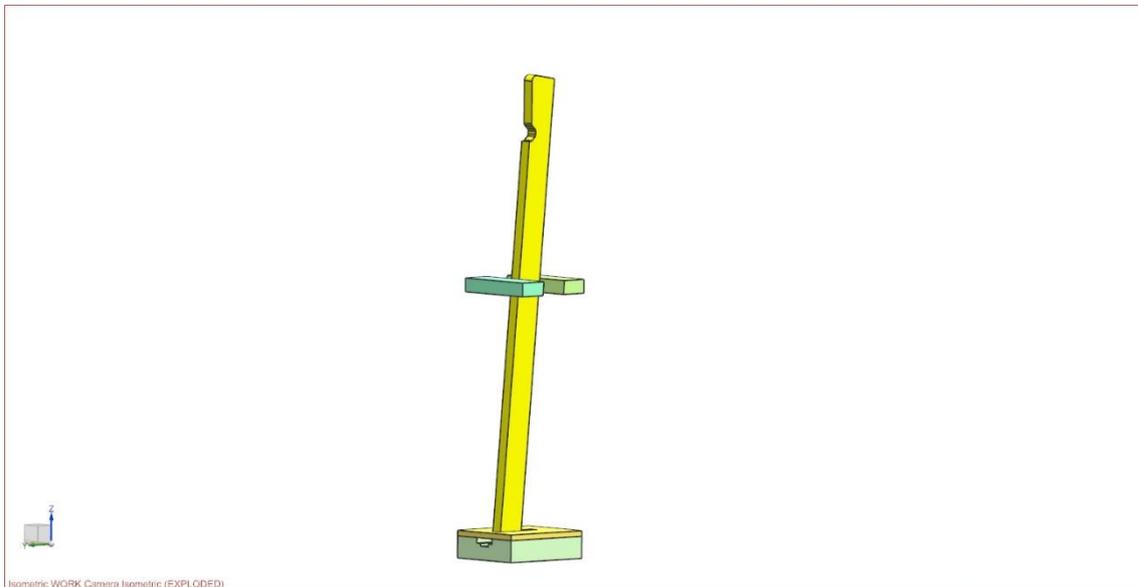


Figura 28. Desplazable

REFRIGERACIÓN

La refrigeración la componen 12 tubos de 11 mm de diámetro, 6 por cada lado del molde.

Los agujeros en los que se introducen los tubos de refrigeración están situados de forma que se mantenga la distancia entre ellos lo más constante posible sin interferir con los desplazables o los expulsores.

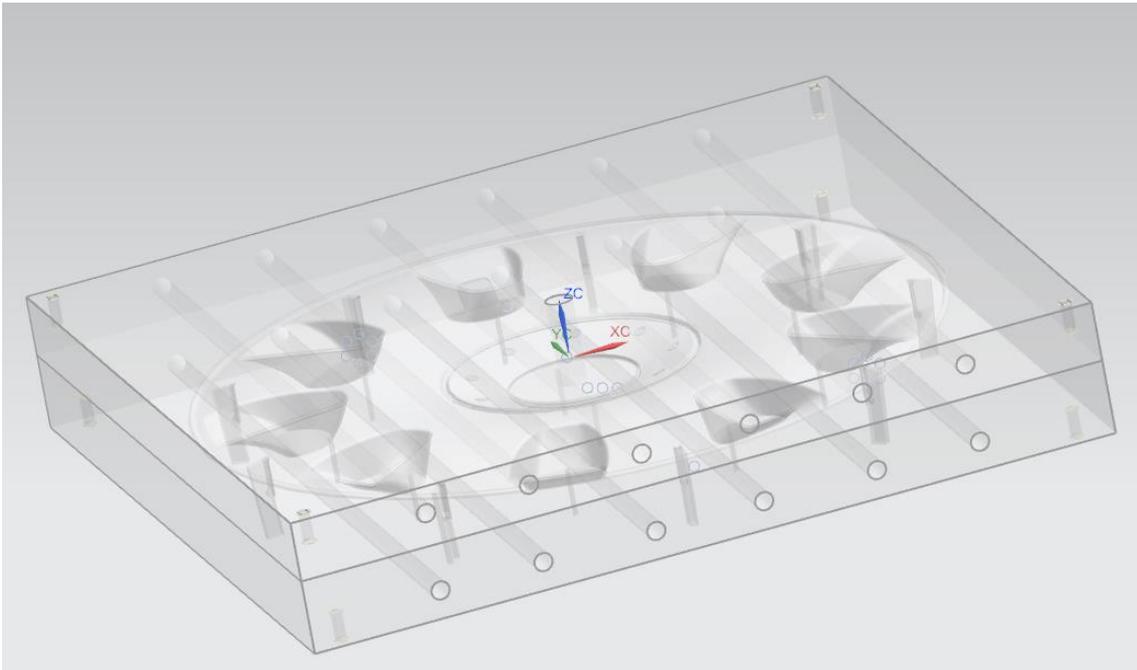
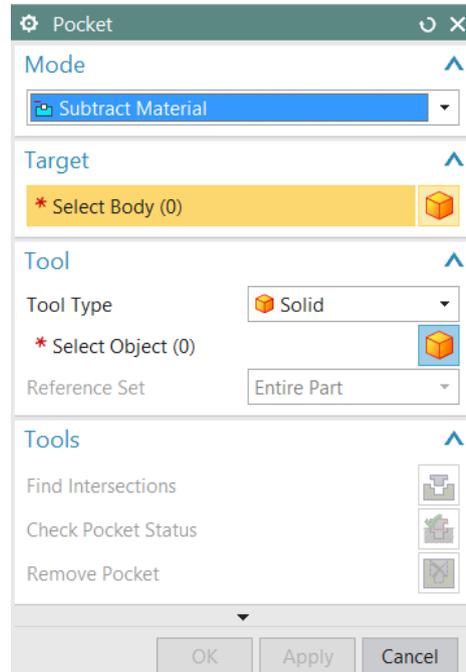


Figura 29: Insertos refrigeración

3.2.5.5. INTERFERENCIAS DE ELEMENTOS

Con todos los elementos situados en el molde es necesario “vaciar” los lugares donde interfieren dichos elementos ejecutando el comando *pocket* en Moldwizard.



Se selecciona el cuerpo que se quiere vaciar (*target*) y los elementos con los que interfiere (*tool*). El software detecta las interferencias entre esos dos (o más) elementos y crea un vaciado en dichas intersecciones.

3.2.6. MÁQUINA INYECTORA

Una correcta selección de la máquina inyectora es de gran importancia para el proyecto. Si la máquina no es capaz de cumplir los requisitos del proceso, pueden darse fallos en el resultado final de la pieza (por ejemplo, una fuerza de cierre insuficiente puede dar lugar a la aparición de rebabas). A su vez, no es conveniente escoger una máquina con una capacidad que exceda ampliamente dichos requisitos ya que sería un desperdicio de recursos y afectaría a la rentabilidad del proceso.

En la tabla siguiente se recogen los parámetros que definen la elección de la máquina inyectora junto con los valores que debe cumplir. Los cálculos para la obtención de estos valores están recogidos en el apartado 3.3.

| | |
|-----------------------------|--------------------------|
| Tamaño del molde | 596 x 596 x 330 mm |
| Capacidad de inyección | 241,37 g de poliestireno |
| Presión máxima de inyección | 160 MPa |
| Fuerza de cierre | 1100 t |
| Carrera de apertura | 130 mm |

Tabla 2. Parámetros de la máquina inyectora

3.3. CÁLCULOS

3.3.2. FUERZA DE CIERRE

Las placas del molde deben soportar la fuerza producida por la inyección del plástico a presión. Esta fuerza es uno de los factores que determinan la máquina de inyección adecuada.

El valor de esta fuerza se obtiene a partir de la presión interior del molde y el área de la pieza proyectada sobre el plano de partición según la siguiente fórmula:

$$F = P \cdot A$$

El área proyectada calculada por Nx es 143079.67 mm²

El cálculo de la presión en el interior del molde se obtiene de la simulación de Moldflow. En este caso se ha obtenido una presión máxima de 123.3 MPa.

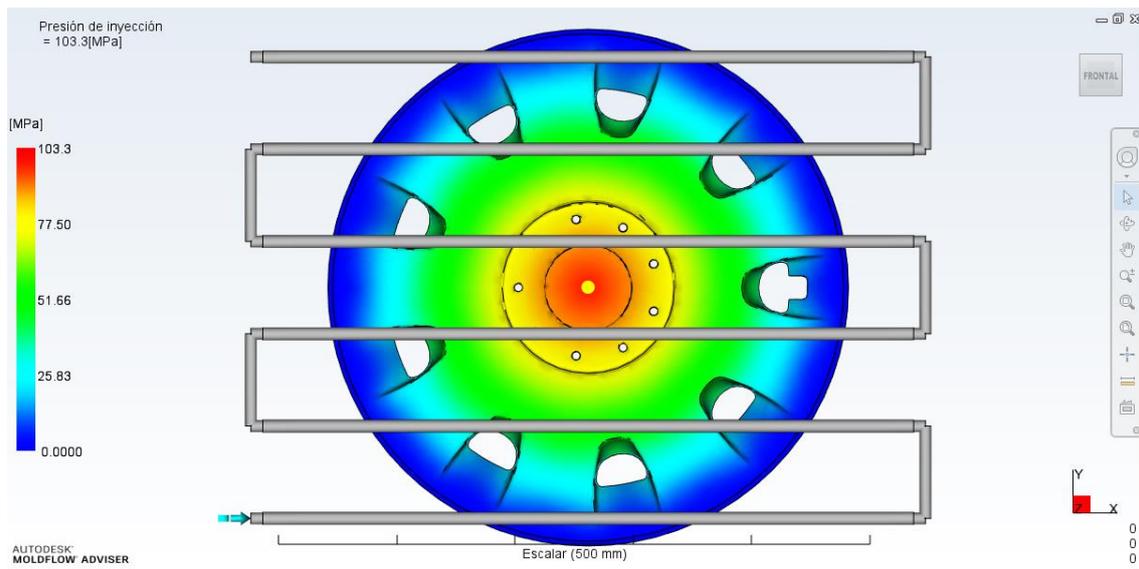


Figura 30. Presión de inyección

Introduciendo estos valores se obtiene:

$$F = 103.3MPa \cdot 143079mm^2 = 10780060N \approx 1080 t$$

La máquina a utilizar debe tener una fuerza de cierre superior a 1080 toneladas.

3.3.3. REFRIGERACIÓN

El análisis con Moldflow da como resultado un tiempo de refrigeración $t_{enf} = 27s$.

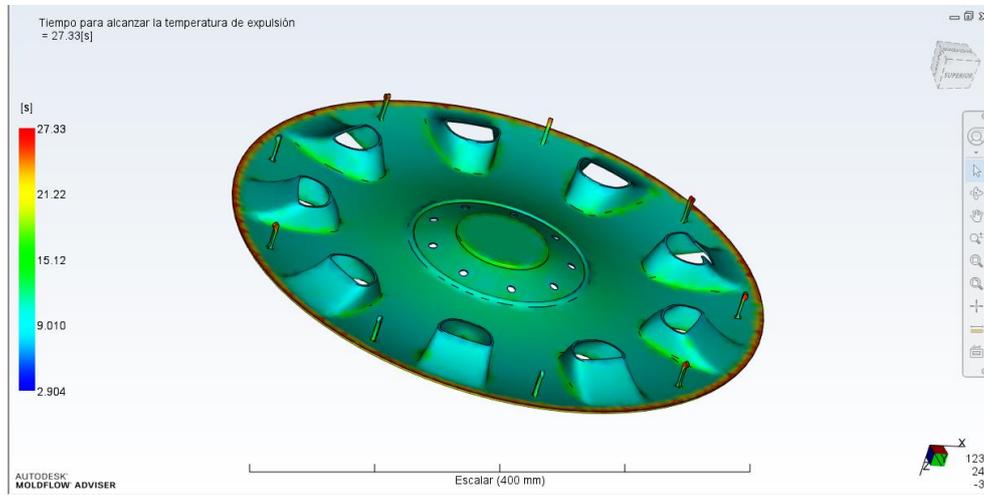


Figura 31. Tiempo de refrigeración

Para diseñar el sistema de refrigeración hay que cumplir unas determinadas condiciones de geometría y disposición.

El espesor de la pieza no es uniforme, aunque se considera aproximadamente 2mm.

El diámetro elegido para los canales es $D=11\text{mm}$ (entre 5 y 6 veces el espesor de la pieza) y se sitúan a una distancia igual a $2 \cdot D$. La distancia adecuada entre canales es aproximadamente $6 \cdot D=66$. Debido a la presencia de otros componentes del molde (expulsores y desplazables), la distancia entre los canales no puede ser igual y varía entre 63 y 74 mm.

Los canales se conectan en serie, lo que facilita una evacuación del calor uniforme a lo largo de todo el sistema de refrigeración.

3.3.4. COMPROBACIÓN DE LOS EXPULSORES A PANDEO

Los expulsos se modelizan como una viga empotrada en la base y articulada en la parte superior. La carga crítica viene dada por la siguiente ecuación:

$$P_c = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_p^2}$$

Donde:

$$L_p = 0,7L = 0,7 \cdot 155,61 = 109mm$$

$$D = 2mm$$

$$E = 210.000MPa$$

$$I = \frac{\pi D^4}{32}$$

Se obtiene una carga crítica $P_c = 274$ N.

La comprobación se realiza con el esfuerzo que soportan los expulsos debido a la presión del plástico en el interior del molde.

$$N = P_{iny} \cdot A_{expulsor} = 103,3 \cdot \frac{\pi 2^2}{4} = 162,26 N$$

3.3.6. CAPACIDAD DE INYECCIÓN

Es la cantidad máxima de material que la máquina puede inyectar en una operación de llenado. Habitualmente en los catálogos viene indicada para el poliestireno (PS).

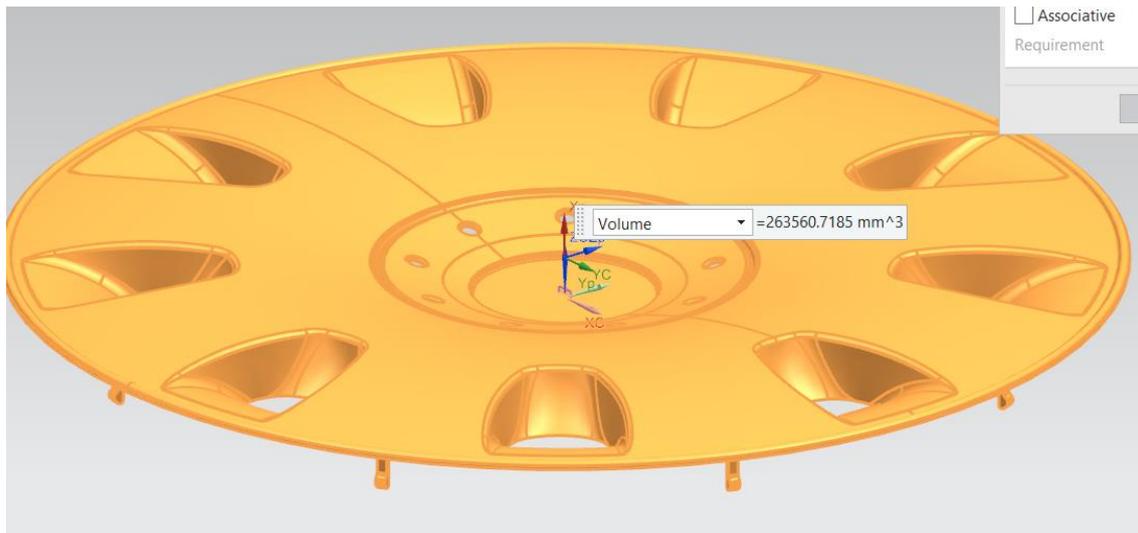


Figura 32 . Volumen del tapacubos

Nx calcula un volumen de la pieza de 263,56 cm³ al que hay que añadir el cono del bebedero.

$$V_{total} = V_{pieza} + V_{bebedero} = 263,56 + 1,68 = 265,24 \text{ cm}^3$$

$$Cap_{inyeccion} = V \cdot \rho = 265,24 \cdot 0,91 = 241,37g \text{ de poliestireno}$$

3.4. RESULTADOS

A continuación, se muestra una vista isométrica del molde en posición cerrada y un explosionado del mismo.

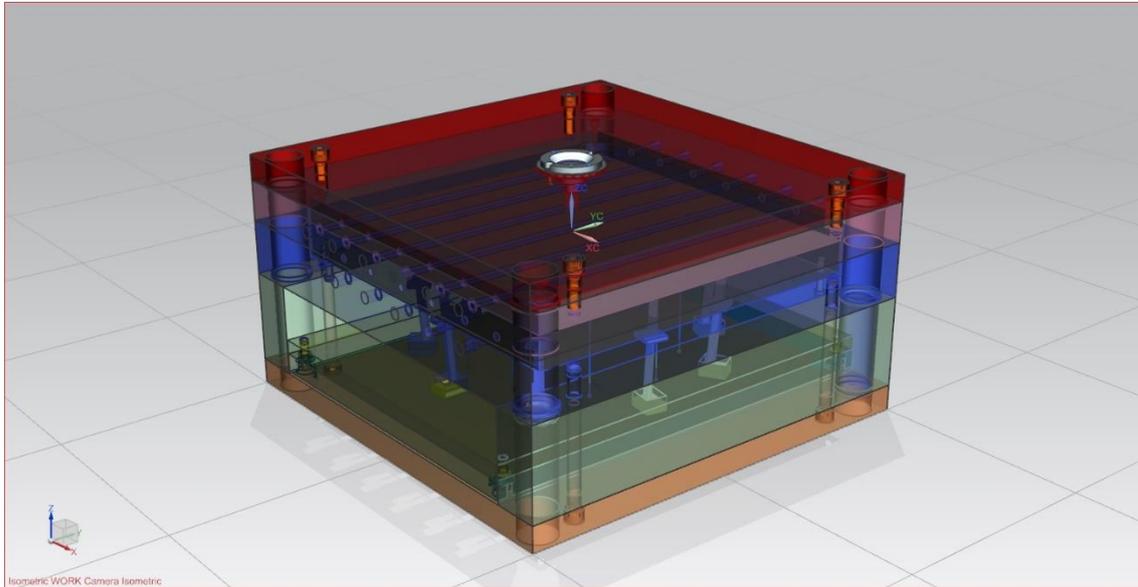


Figura 33. Vista isométrica del molde

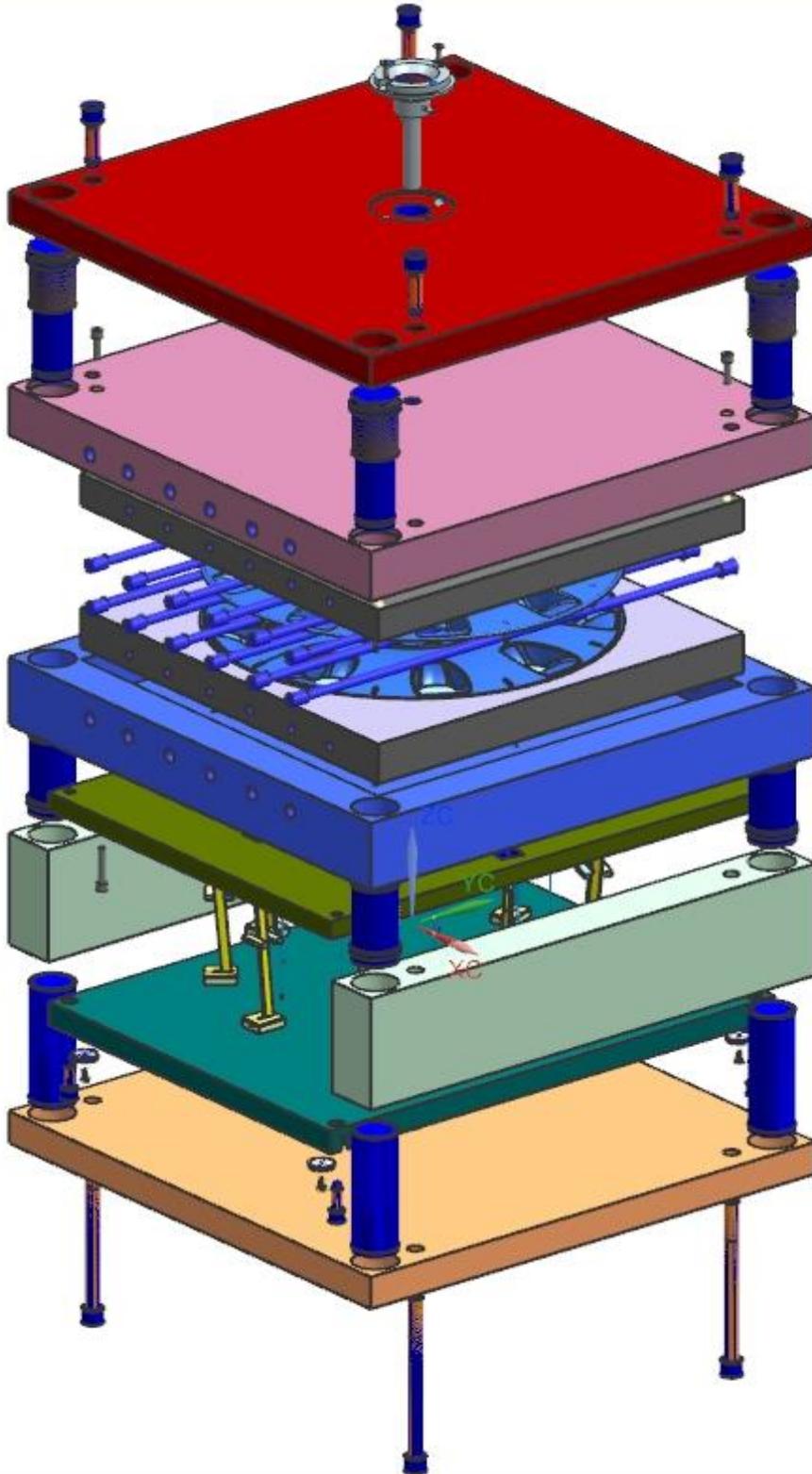


Figura 34. Vista explosionada del molde

3.4.1. FUNCIONAMIENTO

Las tres primeras etapas del proceso ocurren con el molde cerrado. Se inyecta el plástico fundido manteniendo la presión indicada y después se enfría para que solidifique la pieza.

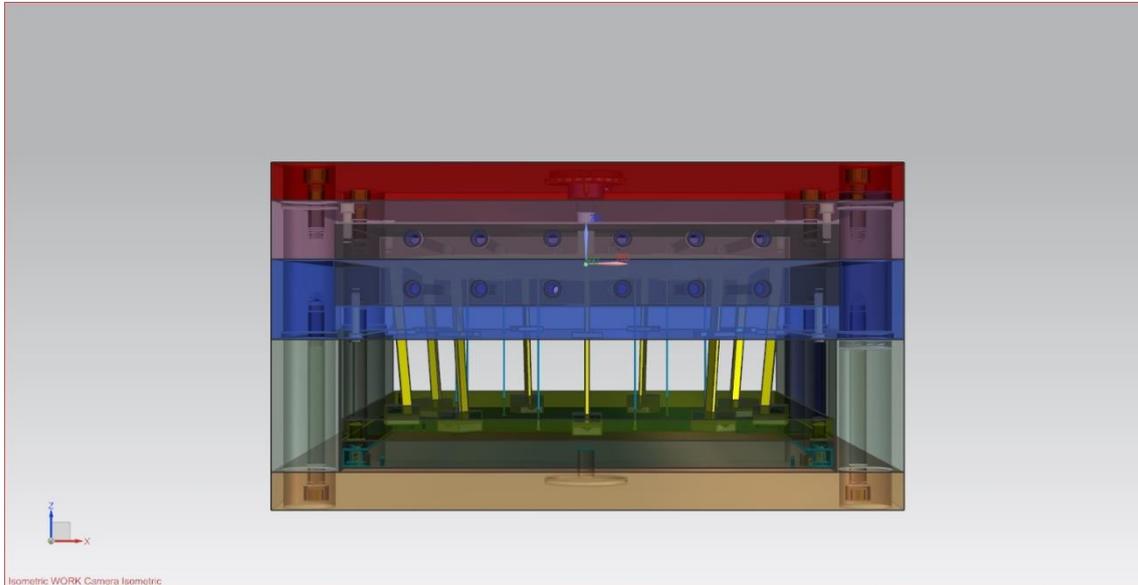


Figura 35. Vista frontal del molde

A continuación, la parte móvil del molde se separa 130 mm, quedando la pieza adherida al semimolde correspondiente al núcleo.

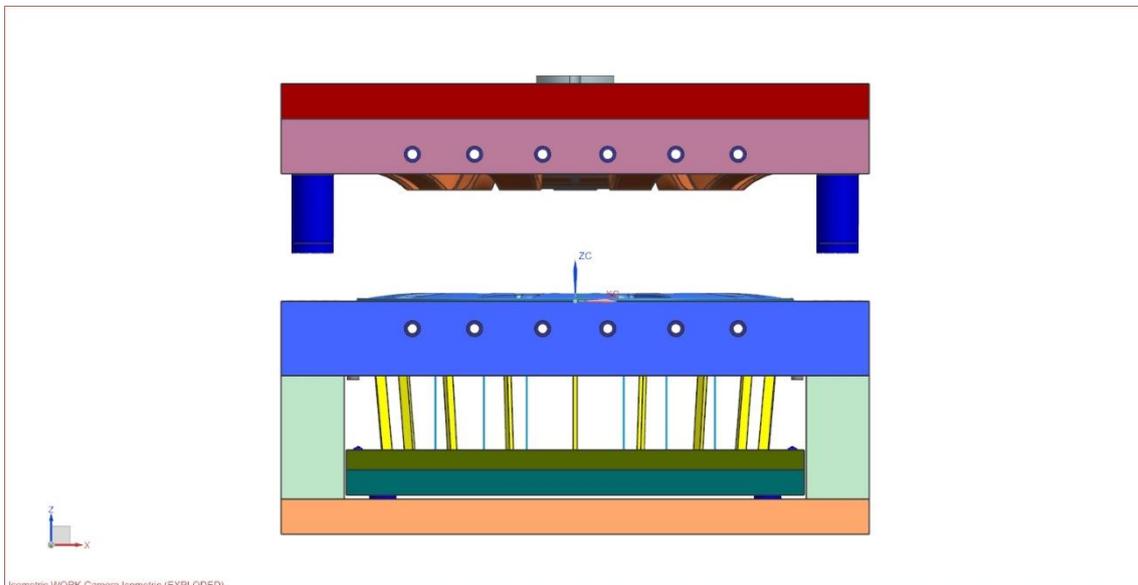


Figura 36. Molde abierto

En la siguiente fase, se desplaza la placa de los expulsores, que empujan la pieza fuera del molde. Al mismo tiempo los desplazables liberan las pestañas de sujeción permitiendo la completa extracción de la pieza.

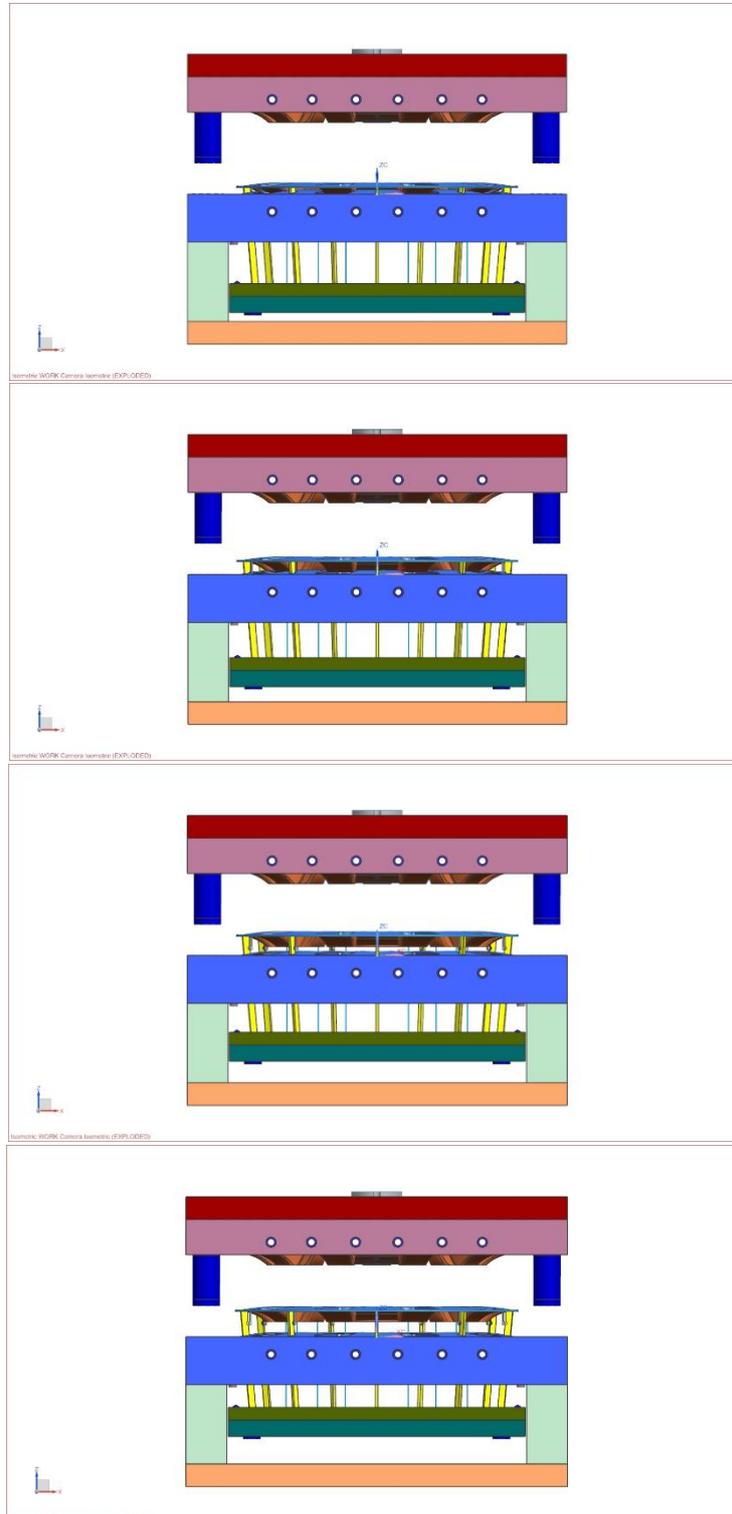


Figura 37. Movimiento de expulsión

En la figura siguiente se aprecia cómo una vez completado el movimiento de la placa expulsora, los desplazables liberan las pestañas de sujeción permitiendo la extracción de la pieza.

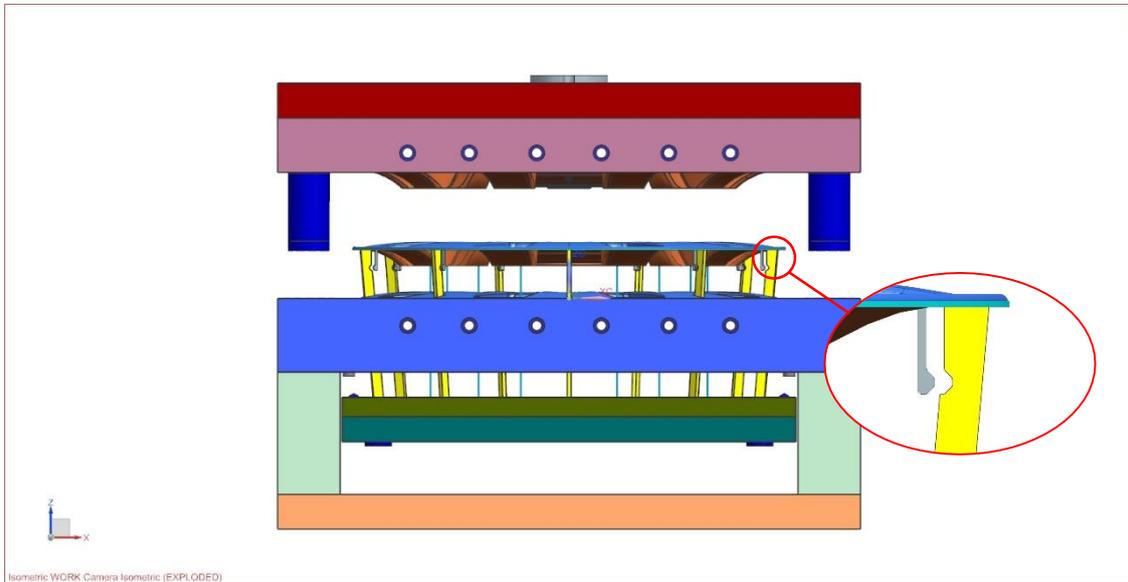


Figura 38. Posición final de expulsión

La carrera de expulsión es de 50 mm. Una vez la placa expulsora se ha desplazado esa distancia, la pieza se extrae del molde manualmente.

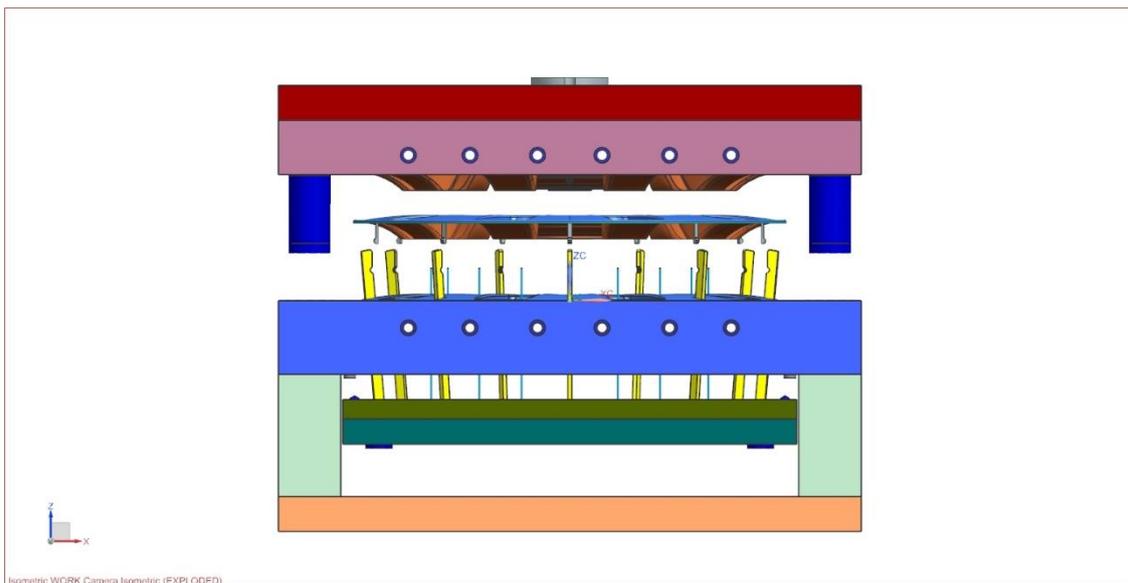


Figura 39. Extracción de la pieza