



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Diseño y desarrollo del cubre cárter de una moto.  
Anteproyecto de molde de inyección.

Design and development of a motorcycle skid cover.  
Preliminary Project of the injection mold.

### MEMORIA

Autor/es

Manuel Rivera Muniesa

Director/es

Aránzazu Martínez Pérez

Daniel Mercado Barraqueta

Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto  
2020

La siguiente memoria cumple con las recomendaciones sobre la elaboración de memorias de TFG de la EINA en las que se indica no superar las 25 páginas o estar en torno a 10.000 palabras.

El elevado número de imágenes de esta memoria hacen que se alcance una extensión de 70 páginas, sin embargo, el número de palabras utilizadas es de en torno a 11.400.

## Agradecimientos

Me gustaría agradecer a mis tutores, Arantza y Daniel, por haberse implicado tanto en el proyecto. Gracias a ellos he aprendido cosas nuevas y me han ayudado a potenciar mis capacidades.

Para acabar, dar gracias a mi familia y amigos que cuando los he necesitado, han estado ahí sin pensárselo dos veces.

# Índice

<b>Índice</b>	<b>3</b>
<b>0 Descripción proyecto</b>	<b>6</b>
<b>0.1 Objetivos y problemas abordados</b>	<b>6</b>
0.1.1 Relación/contribución con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus Metas [0]	6
<b>0.2 Resumen</b>	<b>7</b>
<b>0.3 Planificación</b>	<b>8</b>
<b>1 Información</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Motocicleta</b>	<b>9</b>
1.1.1 ¿Qué es una motocicleta?	9
1.1.2 Clasificación de Motocicletas	9
1.1.3 Partes Básicas de la motocicleta	11
1.1.4 Selección moto	13
1.1.5 Legislación motocicletas.	13
<b>1.2 Plásticos</b>	<b>14</b>
1.2.1 Proceso de Inyección [21,22]	14
1.2.2 Molde [26]	14
1.2.3 Aplicaciones del moldeo por inyección	17
1.2.4 Diseño piezas de plástico [29]	17
<b>2 Estudio de mercado</b>	<b>18</b>
Cubre cárter motos Trail	18
Cubre cárter Honda CB 500X	18
Cubre cárter plástico	18
Cubre cárter plástico	19
Cubre cárter fibra de carbono	19
<b>2.1 Conclusiones estudio de mercado</b>	<b>19</b>
<b>3 Especificaciones de diseño</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Requisitos estéticos</b>	<b>20</b>
<b>3.2 Requisitos materiales</b>	<b>20</b>
<b>3.3 Requisitos de tamaño y peso</b>	<b>20</b>
<b>3.4 Requisitos de fabricación</b>	<b>20</b>
<b>3.5 Otros</b>	<b>20</b>
<b>4 Generación de conceptos</b>	<b>21</b>
<b>4.1 Selección del concepto a desarrollar</b>	<b>25</b>
<b>5 Desarrollo de concepto</b>	<b>27</b>
<b>5.1 Mediciones de los puntos de anclaje en la moto seleccionada: Honda CB 500X</b>	<b>27</b>
<b>5.2 Explicación del concepto elegido.</b>	<b>28</b>
<b>5.3 Modelado del concepto.</b>	<b>28</b>
<b>5.4 Diseño del cubre cárter por superficies.</b>	<b>30</b>

5.5	Diseño del cubre cárter mediante sólidos.	30
<b>6</b>	<b>Estudio material</b>	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>Estudios de simulación</b>	<b>39</b>
7.1	Determinar el punto de inyección	39
	Ensayo 3 - Balanceado:	39
7.2	Tipo de inyección	41
	Ensayo cámara caliente:	41
	Ensayo colada fría:	41
	Conclusiones (Cámara caliente – Colada fría):	41
7.3	Estudio de refrigeración	42
7.4	Ajuste caso definitivo	43
7.5	Caso definitivo	43
<b>8</b>	<b>Desarrollo anteproyecto molde.</b>	<b>46</b>
8.1	Contracción PE	46
8.2	Desarrollo cavidades del molde	46
8.3	Partes del molde	47
8.3.1	Cavidad	47
8.3.2	Núcleo	47
8.3.3	Conjunto núcleo-cavidad	48
8.4	Rebajes	49
8.5	Contrasalidas	49
8.5.1	Topes de sujeción	50
8.5.2	Hidráulicos	50
8.6	Sistema de refrigeración	51
8.7	Sistema de llenado	53
8.8	Sistema de expulsión	53
8.9	Elementos normalizados	55
8.10	Molde completo	56
<b>9</b>	<b>Listado de piezas</b>	<b>58</b>
<b>10</b>	<b>Estimación de coste de fabricación de la pieza</b>	<b>58</b>
10.1	Coste del material	58
10.2	Coste del proceso	59
10.3	Coste del molde	60
10.4	Coste total	61
	Coste total por pieza	61
11.1	Conclusiones sobre el diseño de la pieza	62
11.2	Conclusiones sobre los ensayos de inyección y el diseño del molde	62
11.3	Conclusiones generales	62
	<b>Bibliografía memoria</b>	<b>67</b>

<b>Listado de Imágenes Referenciadas</b>	<b>67</b>
<b>Listado de Referencias de Información</b>	<b>69</b>

# 0 Descripción proyecto

## 0.1 Objetivos y problemas abordados

El primer objetivo es el diseño y desarrollo de cubre cárter para moto lo más universal posible, con forma de montaje rápida y segura. El segundo es el diseño y desarrollo del anteproyecto de molde en el que fabricar esta pieza, buscando que sea de sencillo desmoldeo, intentando evitar contrasalidas. Para alcanzar los objetivos planteados, se realizarán las simulaciones y cálculos que sean necesarios.

### 0.1.1 Relación/contribución con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus Metas [0]

Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.

8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra.

8.3 Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financiero.

8.4. Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados.

Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.

9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo.

Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.

12.a Ayudar a los países en desarrollo a fortalecer su capacidad científica y tecnológica para avanzar hacia modalidades de consumo y producción más sostenibles.

12.c Racionalizar los subsidios ineficientes a los combustibles fósiles que fomentan el consumo antieconómico eliminando las distorsiones del mercado, de acuerdo con las circunstancias nacionales, 9 incluso mediante la reestructuración de los sistemas tributarios y la eliminación gradual de los subsidios perjudiciales, cuando existan, para reflejar su impacto ambiental, teniendo plenamente en cuenta las necesidades y condiciones específicas de los países en desarrollo y minimizando los posibles efectos adversos en su desarrollo, de manera que se proteja a los pobres y a las comunidades afectadas.

## 0.2 Resumen

Este proyecto consiste en el diseño y desarrollo de un cubre cárter de moto por inyección de plásticos y el anteproyecto de su molde de inyección.

Se ha realizado una fase de información en la que se ha recopilado información sobre motos y sus componentes en concreto el cárter y el cubre cárter, también sobre la moto seleccionada y sobre las líneas de diseño de Honda. Además, se ha hecho un estudio de la fabricación por inyección de plásticos teniendo en cuenta cómo se realiza todo el ciclo y que partes intervienen en él.

Se ha realizado un estudio de mercado en el que se han analizado cubre cárteres de distintos materiales y usos.

Seguidamente se ha realizado una generación de conceptos y se ha desarrollado uno de ellos. Una vez se decidió el concepto a desarrollar se realizó una medición de los puntos de anclaje y se comenzó con el desarrollo 3D del modelo.

Cuando se tuvo el modelo definido se comenzó con el estudio de simulación de inyección. Este se trabajó a la vez que el desarrollo del molde ya que había determinados elementos que se han modificado dependiendo de los resultados obtenidos en el estudio.

Finalmente, se realizó un estudio del coste de fabricación de la pieza.

## 0.3 Planificación

Febrero 2022

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
31	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	1	2	3	4	5	6

Marzo 2022

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
28	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	1	2	3

Abril 2022

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	1

Mayo 2022

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31	1	2	3	4	5

Junio 2022

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	1	2	3

Julio 2022

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
27	28	29	30	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

-  (28 de Febrero a 22 de Marzo) Descripción del proyecto, Información, Estudio de mercado y EDP's.
-  (23 de Marzo a 1 de Abril) Generación de conceptos.
-  (4 a 27 de Abril) Desarrollo concepto elegido.
-  (28 a 29 de Abril) Materiales.
-  (3 a 13 de Mayo) Simulación.
-  (16 a 30 de Mayo) Desarrollo anteproyecto molde CAD.
-  (31 de Mayo a 1 de Junio) Costes.
-  (2 a 3 de Junio) Terminar de maquetar.
-  (6 a 10 de Junio) Conclusiones, renders, planos, bibliografía.
-  (16 a 22 de Junio) Depósito.
-  (4 a 8 de Julio) Defensa.

# 1 Información

## 1.1 Motocicleta

### 1.1.1 ¿Qué es una motocicleta?

Una **motocicleta** es un vehículo a motor de dos ruedas que debe tener una cilindrada superior de 50 cc si es de combustión y superar los 45 Km/h. En el caso de que sea eléctrica se considera motocicleta si supera los 4kW de potencia. Existe una gran cantidad de tipos de motos, dependiendo de factores como la forma. [1,2]

El modo de uso, la configuración, el motor, la posición de conducción, la geometría, el tipo de chasis, la mecánica, la altura al suelo, la protección contra el aire, entre otros y todo ello va a influir en el comportamiento y la experiencia al conducirlos. Todas ellas tienen una estructura en común constituida por dos ruedas, el chasis, la tija, el asiento y el motor. En la mayoría de las motos la rueda motriz es la trasera mientras que en todas ellas la rueda de dirección es la delantera. Como primer análisis se va a tratar de hacer un **estudio de los tipos de motocicletas** que existen actualmente. [1]



[F1.1] Interior Moto.

### 1.1.2 Clasificación de Motocicletas

Las motocicletas se pueden clasificar en tres grandes grupos principales: motocicletas de carretera, motocicletas de campo y motocicletas Trail (uso mixto campo carretera).

Dentro de las **motocicletas de carretera** se pueden dividir en: Superdeportivas, Deportivas, Turismo, Sport turismo, Gran turismo, Naked, Retro, Scrambler, Supermotard, Streetfighter, Custom y Scooter. [1]



[F1.2] Superdeportiva



[F1.3] Deportiva



[F1.4] Turismo



[F1.4] Sport Turismo



[F1.4] Gran Turismo



[F1.5] Naked



[F1.6] Retro



[F1.4] Scrambler



[F1.4] Supermotard



[F1.7] Streetfighter



[F1.4] Custom



[F1.4] Scooter

Las **motocicletas de campo** están diseñadas para su uso fuera de asfalto, se pueden diferenciar en tres tipos: Cross, Enduro y Trial.



[F1.8] Cross



[F1.9] Enduro



[F1.10] Trial



[F1.11] Trail asfáltica

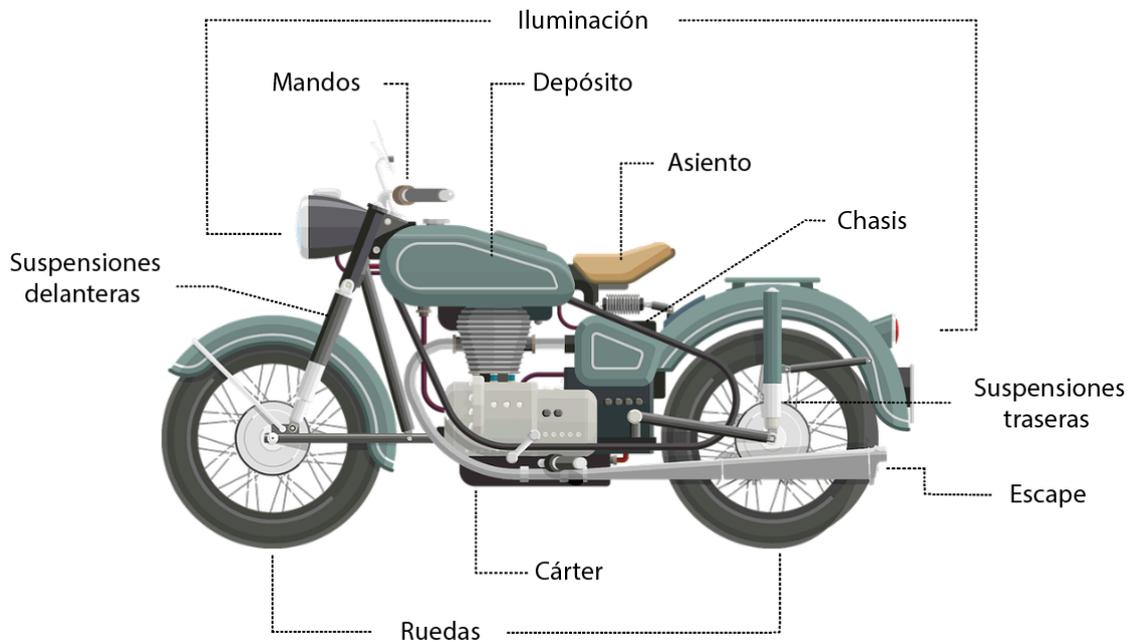


[F1.12] Trail

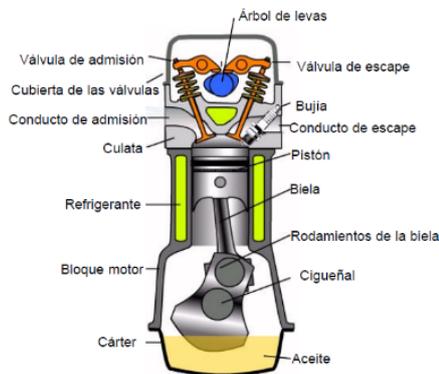
En el anexo 1 se profundiza en las características principales de cada tipo de motocicleta.

### 1.1.3 Partes Básicas de la motocicleta

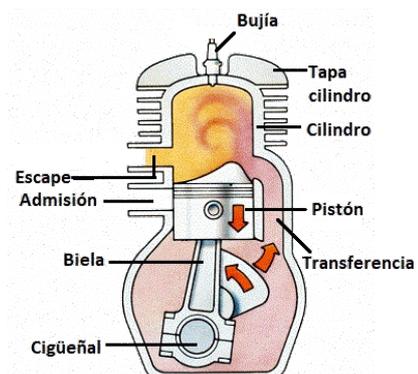
Se va a realizar un estudio de las **partes principales** de una motocicleta. Posteriormente se analizará más en profundidad las piezas realizadas en plástico y el cárter. En este apartado se va a explicar el funcionamiento de las partes más relevantes para el desarrollo del cubre cárter. En el anexo 1 se profundiza en cada una de estas partes y se explica su funcionamiento.



[F1.13] Partes moto



[F1.14] Motor 4 tiempos



[F1.15] Motor 2 tiempos

### 1.1.3.1 Cárter

Al igual que en los automóviles es el encargado de almacenar el aceite para engrasar los componentes móviles internos del motor y asegurar su correcto funcionamiento.

Suele estar fabricado en chapa de acero, aunque a veces se fabrica en materiales más ligeros como el aluminio. Solamente cuentan con cárter los motores de cuatro tiempos ya que en los de dos tiempos el aceite se mezcla con la gasolina y el aire, por eso consumen más aceite. En su interior se encuentran componentes como las bielas y el cigüeñal.

La mayoría suelen estar divididos en **dos partes**:

- Carter superior: es la parte que está en contacto con los cilindros del motor. Tiene que ser rígido ya que soporta las grandes fuerzas y vibraciones que produce el motor.
- Carter inferior: va unido mediante unos tornillos y una junta al cárter superior. Es la parte del cárter que se suele romper ya que es la parte más baja por lo que va más cerca del suelo.

**Tipos de cárter:**

- Húmedo: son los que tienen un depósito de aceite. Son simples y menos costosos, más ligeros y sencillos de instalar además de que lubrican mejor los pistones y pasadores.
- Secos: tienen un depósito externo que lubrica el motor. Se utilizan en coches y motos de prestaciones deportivas y “off road” ya que permite bajar el motor, y por tanto, su centro de masas. También tiene más capacidad de aceite y es más complicado que falle en grandes aceleraciones. Genera más potencia en el motor ya que ayuda a reducir la viscosidad y fricción dentro del motor.

**Averías típicas:**

- Rotura / Fisura: suelen ocurrir debido a golpes o malas instalaciones, por lo que se sale el aceite y hay peligro de gripar el motor.
- Presión: al estar sometido a altas temperaturas se generan vapores que necesitan controlarse ya que pueden exceder la presión en el cárter y perder así la estanqueidad de este. Hoy en día cuentan con válvulas PVC (válvulas antirretorno liberadoras de presión) y ventilación positiva que se encargan de liberar el exceso de presión. [3,4,8-10]

### 1.1.3.1 Cubre cárter

Como su propio nombre indica se encarga de cubrir el cárter de la moto para **proteger** de algún posible impacto. Sobre todo, se utiliza en motos “off road” donde es más común que impacte con algún elemento del camino. Como se ha comentado anteriormente el cárter es una pieza muy importante ya que es la encargada de mantener lubricado el motor para su correcto funcionamiento, por lo que un golpe que lo rompiera podría ocasionar una **costosa avería**.

Debe tener aberturas, no solo para realizar el cambio de aceite de forma sencilla, también para dejar que el motor refrigere.

Lo más frecuente es que estén fabricados en aluminio ya que es resistente y pesa poco. También se pueden fabricar en acero, fibra de carbono y plástico. [11]

## 1.1.4 Selección moto

### 1.1.4.1 Honda CB 500X 2019



[F1.16] Honda CB 500X 2019

La moto elegida para la realización del cubre cárter es la **Honda CB 500X 2019**, una Trail asfáltica de media cilindrada con 48 cv a 6.500 revoluciones, por lo tanto, válida para el carné A2. Cuenta con un bicilíndrico paralelo de 471 cc con sistema de inyección electrónica. En cuanto a la parte ciclo cuenta con un disco de 320mm en la rueda delantera y un disco de 240mm en la rueda trasera. Tiene un chasis de acero tipo diamante y cuenta con suspensiones con precarga ajustable. En la rueda delantera monta neumáticos 120/70 x 19" y en la trasera 160/60x17". [12]

Se ha elegido esta moto ya que en el **estudio de mercado** realizado no se ha visto que tuviese ningún modelo de cubre cárter fabricado en plástico. Debido a que muchos de sus usuarios entre ellos yo, no nos metemos por tierra con ella existe una oportunidad desarrollando uno de plástico que pese menos y sea menos costoso. Además, esta moto es la cuarta moto (no scooter) más vendida en España en 2019, vendiendo ese año 1839 unidades (en España). A raíz de su gran éxito en el mercado han salido competidoras de otras marcas, estas son: Macbor, Benelli, Vogue y KTM. En 2022 se ha hecho un rediseño de la moto, pero no ha cambiado la estructura del chasis ni del motor por lo que servirá el mismo cubre cárter. [13]

Se ha realizado un estudio de las motos del segmento de la CB 500 X. También se ha estudiado la historia de Honda. Estos estudios han aportado conocimientos sobre las líneas de diseño a seguir en el desarrollo del cubre cárter, y están reflejados en el anexo 1.

## 1.1.5 Legislación motocicletas.

Para poder pasar la **ITV** (Inspección Técnica de Vehículos) en España es necesario tener el seguro en regla, el permiso de circulación y la tarjeta de inspección técnica del vehículo. Las motos tienen que pasar la ITV a partir del cuarto año desde su matriculación, desde ese momento tendrán que pasarla cada dos años. [17]

Dentro de la normativa, existen apartados relacionados con los **accesorios** para moto. Existen **dos tipos**:

- Pequeñas mejoras: regulados por el Real Decreto 750/2010. No necesitarán pasar la ITV, deben estar homologados. [18]
- Reformas más importantes: regulados por el Real Decreto 866/2010. [19]

Todos los accesorios tienen que estar homologados, estos no pueden poner en peligro ni al conductor ni a los peatones, es decir, no puede tener filos cortantes, puntas y sus medidas no pueden superar las de la ficha técnica de la moto.

Los accesorios desmontables tampoco necesitan pasar la ITV si cumplen los requisitos y utilizan los anclajes dados por los fabricantes. El cubre cárter no se considera como reforma ya que es desmontable y no sobrepasa las medidas de la moto. [20]

## 1.2 Plásticos

### 1.2.1 Proceso de Inyección [21,22]

**El moldeo por inyección** consiste en introducir material plástico en un molde para que adquiera la forma de este y se solidifique en su interior, generando una pieza en un tiempo reducido.

El moldeo por inyección no emite gases ni desechos acuosos. Sin embargo, muchos plásticos son tirados al medio ambiente ya que no se pueden reciclar.

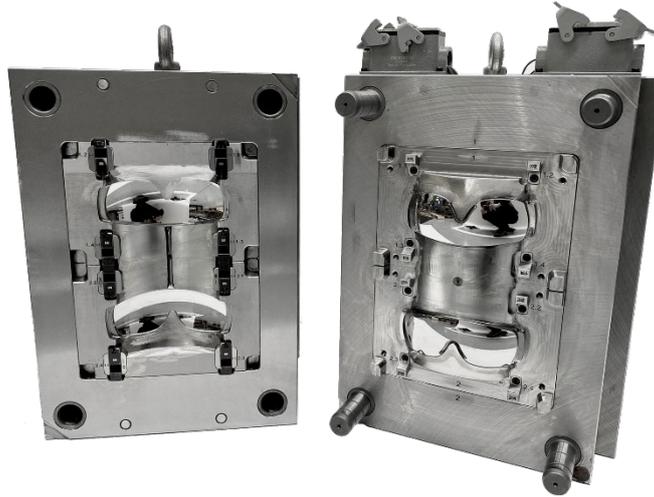
Este tipo de producción tiene tanta fama debido a su **versatilidad**, rapidez de fabricación, **bajo coste** en largas tiradas de piezas, alto nivel de producción, buena tolerancia dimensional y buenos acabados superficiales sin necesidad casi de postprocesado.

En el anexo 1 se explica detalladamente el ciclo de inyección de plásticos y la máquina utilizada para inyectar desglosándola en tres partes principales: unidad de inyección, unidad de cierre y bancada.

### 1.2.2 Molde [26]

Dado que el diseño de molde es uno de los objetivos de este TFG, se va a realizar una descripción detallada del mismo.

Los **molde**s son una parte clave en la inyección de plástico. Su función es recibir y distribuir el plástico por su interior dándole una forma determinada. Posteriormente se encarga de enfriar el material manteniendo la forma dada. Finalmente expulsa la pieza al exterior y repite el proceso.



[F1.25] Molde

Un molde necesita tener **gran exactitud dimensional y acabado**. Para ello, debe tener en cuenta la contracción del plástico generada por la presión, temperatura, tiempo de enfriamiento, entre otros.

Los moldes están fabricados en aceros especiales con buena resistencia térmica, a la abrasión y a la compresión. Deben tener buena conductividad térmica para facilitar el enfriamiento de la pieza.

Para fabricar la cavidad del molde primero se **desbasta** y después se **mecaniza el acabado**. La superficie generada tiene gran importancia ya que repercutirá en el comportamiento del plástico, así como en el resultado de la pieza generada.

### 1.2.2.1 Componentes del Molde [27]

El molde está formado por **dos partes**: parte fija (de inyección) y parte móvil (de expulsión).

- **Parte fija:** es la parte del molde que no se mueve, está sujeta al plato fijo de la máquina. Es la parte que se junta con el cilindro de inyección.
- **Parte móvil:** está sujeta al plato móvil de la máquina y se mueve con este. En esta parte generalmente está situado el sistema de expulsión de la pieza.

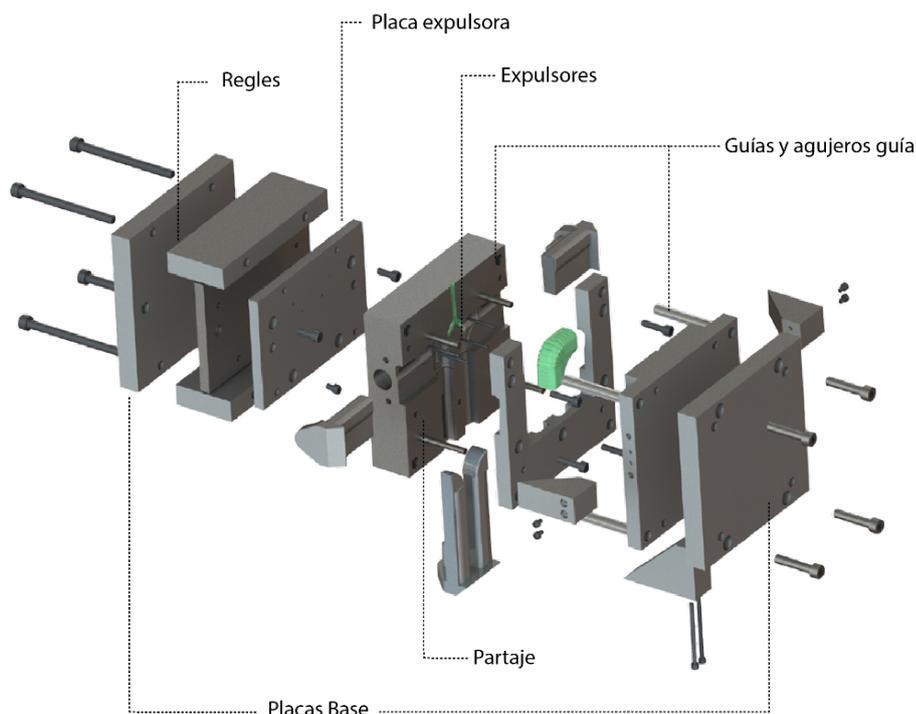
Las piezas más importantes de la parte fija del molde son:

- **Placa base:** se encarga de sujetar el molde al plato fijo de la máquina. Su grosor debe ser adecuado para evitar deformaciones (20-50 mm). Debe tener dimensiones conformes al tamaño de la pieza a inyectar.
- **Placa porta figuras:** se encuentra en las dos mitades del molde. En ellas se mecanizan las formas de la pieza, también pueden realizarse en postizos ajustados a la misma. Tendrá un postizo hembra y otro macho. La hembra casi siempre se coloca en la parte fija del molde y el macho en la móvil.
- **Centrador:** trata de centrar el molde en la máquina. Sale de la placa base y se introduce en el plato fijo de la máquina para alinear el bebedero del molde con el cilindro de inyección.
- **Bebedero, ramales de distribución y entradas:** son las cavidades creadas en el molde para conducir el plástico fundido hasta los huecos con la forma de la pieza.
- **Circuitos de refrigeración:** están en ambas partes del molde. Por ellos pasa líquido refrigerante que trata de enfriar de manera homogénea la pieza.

- **Guías o columnas del molde:** en una de las partes se encuentran las guías y en la otra los agujeros guía. Tienen gran nivel de ajuste para asegurar el perfecto acoplamiento de las dos partes.

Las piezas más importantes de la parte móvil del molde son:

- **Placa base:** al igual que en la parte móvil se encarga de sujetarse al plato en este caso “el móvil” de la máquina.
- **Placa expulsora:** en ella se alojan los expulsores y recuperadores. Los expulsores se encargan de la extracción de la pieza de la cavidad del molde. Los recuperadores aseguran la recuperación a la posición inicial de los expulsores.
- **Regles:** son gruesos de hierro cuya función es crear un hueco entre la placa base y la placa porta figuras para permitir el movimiento de la placa expulsora.
- **Plano de partición:** es la zona de alrededor las cavidades dónde ambas partes del molde se tocan. Toda su superficie debe estar en contacto para un correcto funcionamiento de este. Para ello se utiliza una técnica llamada comprobación de ajuste.
- **Salida de gases:** suelen estar situados en las últimas partes que se llenan del molde. Son pequeños espacios por los que se deja salir al aire, pero no al plástico líquido.



[F1.26] Partes del molde

### 1.2.2.2 Diseño de un molde de Inyección [26]

A la hora de diseñar un molde de inyección se han de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **La geometría de la pieza:** en el proceso de diseño se pensará en la línea de partición, la zona de entrada, la colocación de los expulsores, el espesor y otros aspectos para asegurar la sencillez de fabricación del molde. Para dimensionar los moldes se tienen en cuenta: la distancia máxima y mínima de apertura, las dimensiones de las placas y la carrera del sistema de expulsión necesaria, entre otros.

- El **polímero** utilizado será un factor clave ya que dependiendo de él variarán determinados factores como el flujo, abrasión y los requerimientos térmicos.
- Se ha estudiado que algunos factores como el **material** y los **métodos de fabricación del molde** son muy importantes ya que de ellos depende la durabilidad de este y la calidad de las piezas producidas.
- Además, muchas de las partes de los moldes (expulsores, columnas, bridas de centrado...) actualmente son **normalizadas** para abaratar los costes de este.

### 1.2.3 Aplicaciones del moldeo por inyección

El proceso de inyección de plástico permite obtener piezas complejas de manera rápida y eficiente. Se pueden usar materiales diferentes por lo que amplía las aplicaciones del proceso. Se utiliza en diferentes industrias: **automotriz** (piezas de coche: salpicadero, parachoques...), **alimenticia** (envases como botellas, tapas, herméticos...), **hogar** (utensilios de cocina, bandejas, palanganas...), **dispositivos médicos** (jeringuillas, válvulas, test antígenos...), **piezas mecánicas** (incluso engranajes) **electrónica** y **telecomunicaciones**, entre otras. [28, 29]

### 1.2.4 Diseño piezas de plástico [29]

En el diseño de una pieza de plástico para inyección se deben tener en cuenta una gran cantidad de aspectos. Un buen diseño garantiza una pieza resistente, fácil de fabricar y ensamblar. En el anexo 1 está reflejado el estudio de qué tensiones y contracciones sufre una pieza de plástico y qué espesores de pared se recomiendan dependiendo del tipo de plástico a inyectar. También, están reflejadas las recomendaciones para diseñar agujeros, nervios y contrasalidas, además de explicar porque son tan necesarias las contrasalidas.

## 2 Estudio de mercado

Se va a realizar un estudio de los cubre cárter que existen en la actualidad. Para ello se va a estudiar más en profundidad los cubre cárteres que ya están diseñados para la moto seleccionada, como motos del estilo y los recursos de los cubre cárteres de plástico. Las características de cada cubre cárter mostrado están desarrolladas en el anexo 2.

### Cubre cárter motos Trail



[F2.1] Cubre cárter Honda SRF 1000L



[F2.2] Cubre cárter para BMW F 800 GS



[F2.3] Cubre cárter Acero Trk 502 / 502 X – PFERD

### Cubre cárter Honda CB 500X



[F2.4] Cubre cárter aluminio



[F2.5] Cubre cárter bajo precio



[F2.6] Cubre cárter alto precio

### Cubre cárter plástico



[F2.7] Cubre cárter Plástico Acerbis Ktm Exc 125



[F2.8] Cubre cárter Polisport Off Road Fortress



[F2.9] Cubre cárter Acerbis Yamaha YZF 250-450

### Cubre cárter plástico



[F2.10] Cubre cárter Acerbis Honda CRF 250-450

### Cubre cárter fibra de carbono



[F2.11] Cubre cárter fibra de carbono

## 2.1 Conclusiones estudio de mercado

Se puede observar en todos los cubre cárteres analizados características similares. Todos ellos cuentan con sistemas para que el barro no afecte a la eficacia de los mismos, además cuentan con orificios que sirven de ventilación para el motor. Los de mayor calidad aparentan mayor robustez ya que tienen mejores sujeciones. Las motos de cross y enduro poseen mayor facilidad para incorporar estos protectores ya que son un elemento indispensable en conducción fuera del asfalto. El grosor de los cubre cárteres fabricados en plástico varía de los 4 mm a los 6 mm, siendo los de 4 mm los más comunes.

En la mayoría de los casos además de cubrir el frontal y la parte baja del motor cubren también los laterales prestando así mayor protección. Los cubre cárteres más vendidos para motos trail son los de aluminio ya que presentan muy buenas características mecánicas, mientras que los de plástico son más utilizados en motos de enduro y cross.

La principal ventaja que se puede observar de los cubre cárteres de plástico frente a los de metal es el precio. Además, los de plástico son más ligeros y tienden a amortiguar mejor los golpes, mientras que los de metal soportan choques más fuertes, pero se quedan deformados.

En cuanto a la fijación del cubre cárter suele ser más sencilla con los de plástico ya que pueden deformarse algo en caso de que fuera necesario. Existen diferentes tipos de fijaciones, pero las más comunes en las motos trail que no cuentan con barras de protección son con tornillos directamente al chasis.

El usuario en los cubre cárteres de motos trail valora el diseño en conjunto con su moto, la resistencia y el precio de este.

## 3 Especificaciones de diseño

Se enumeran a continuación las especificaciones de diseño propias de la pieza a diseñar, y que posteriormente se va a utilizar para generar el anteproyecto del molde de inyección.

### 3.1 Requisitos estéticos

El cubre cárter debe cumplir con la estética de su entorno, es decir debe tener líneas de diseño propias de las motos Trail y de la marca Honda. Debe tener un aspecto de ligereza a la par que robustez.

### 3.2 Requisitos materiales

En cuanto al material que se va a usar debe soportar impactos desde los  $-50^{\circ}\text{C}$  hasta los  $70^{\circ}\text{C}$  aproximadamente. Tiene que ser un material que pueda absorber impactos y que no tenga fractura frágil.

### 3.3 Requisitos de tamaño y peso

Debe cumplir con la normativa no saliéndose de las medidas de alto y ancho de la moto. También debe tener un peso contenido, menor a un kilogramo.

### 3.4 Requisitos de fabricación

Se procurará evitar en la medida de lo posible las contrasalidas, y reducir el espesor al máximo para reducir el tiempo de ciclo y por tanto el coste

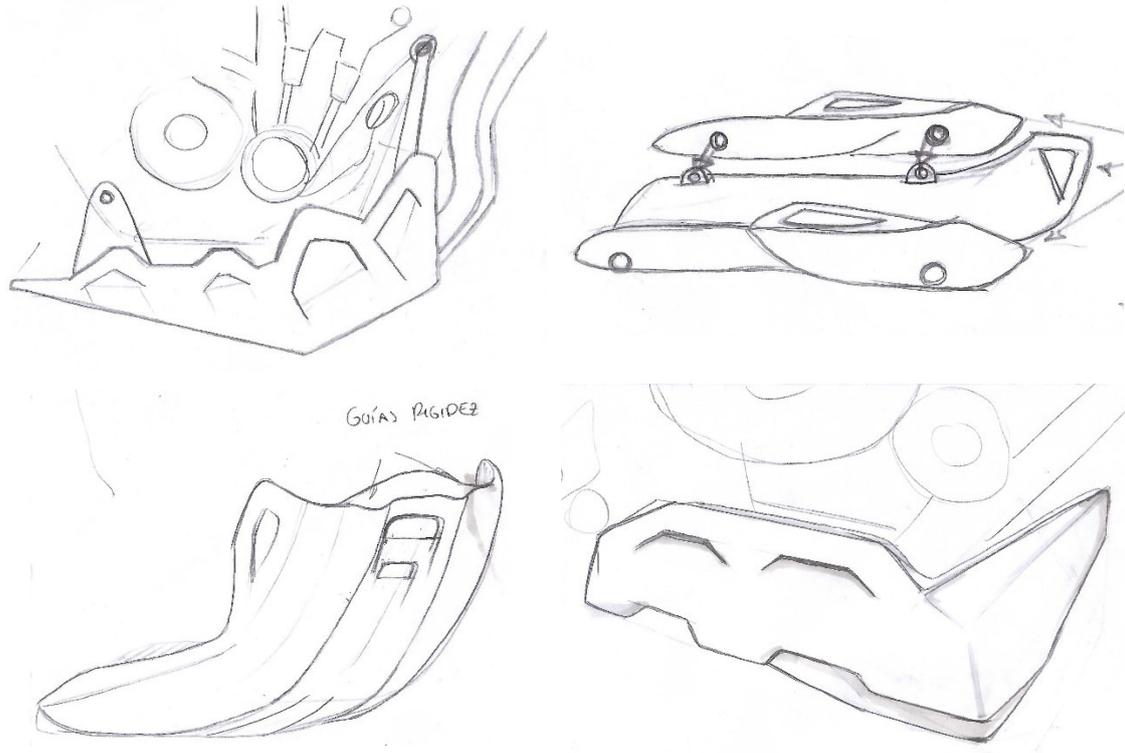
### 3.5 Otros

Debe quedarse fijo y sin holguras para evitar vibraciones, para ello debe tener como mínimo 4 puntos de anclaje.

## 4 Generación de conceptos

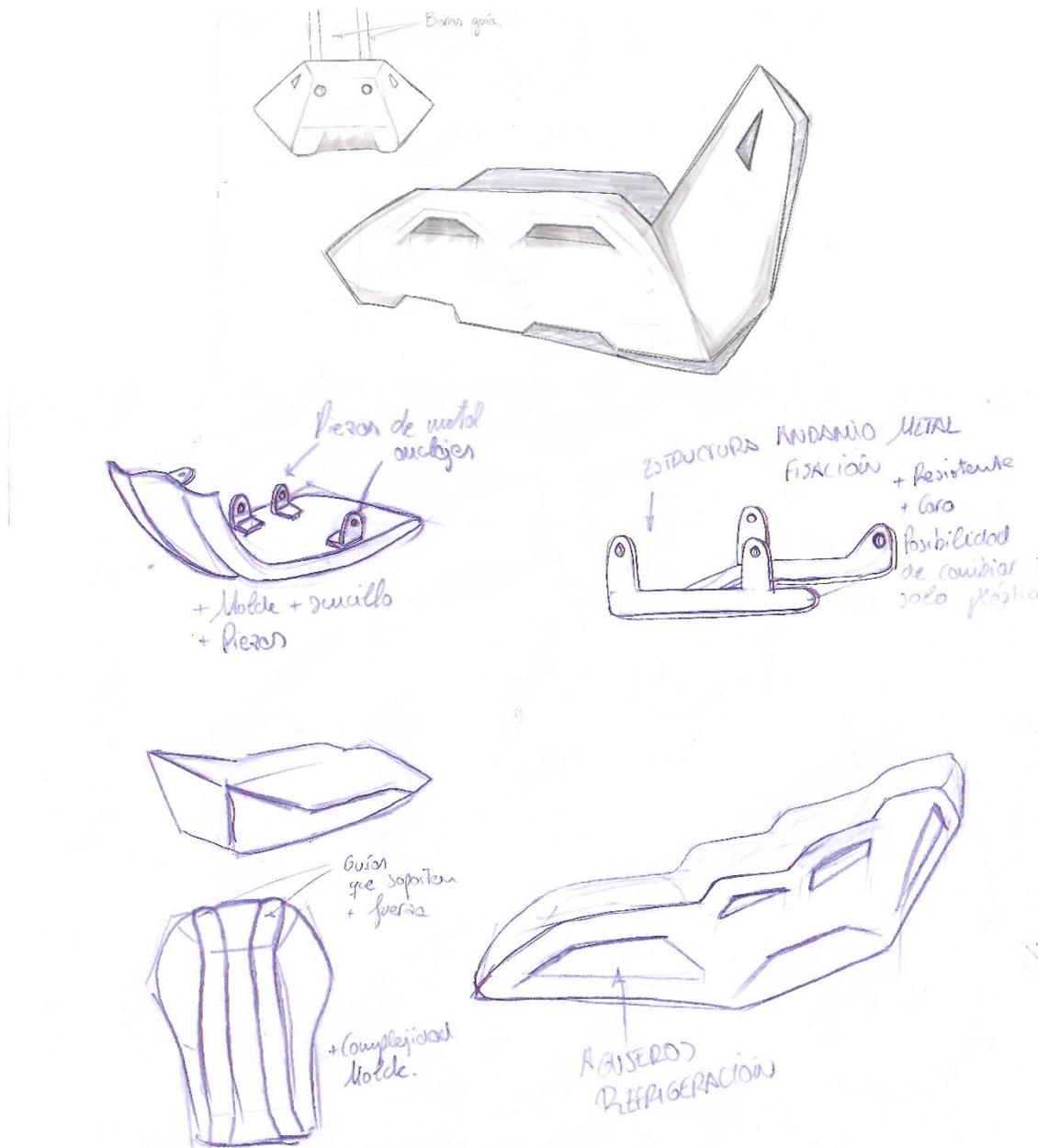
Para el desarrollo de los conceptos se han tenido en cuenta las **EDP's** del producto. Primero se realizó una fase de desarrollo conceptual. Se diseñó desde un punto de vista **formal**.

Mediante técnicas de **dibujo creativo** se ha desarrollado la forma del producto final.



F4.1 Desarrollo conceptual

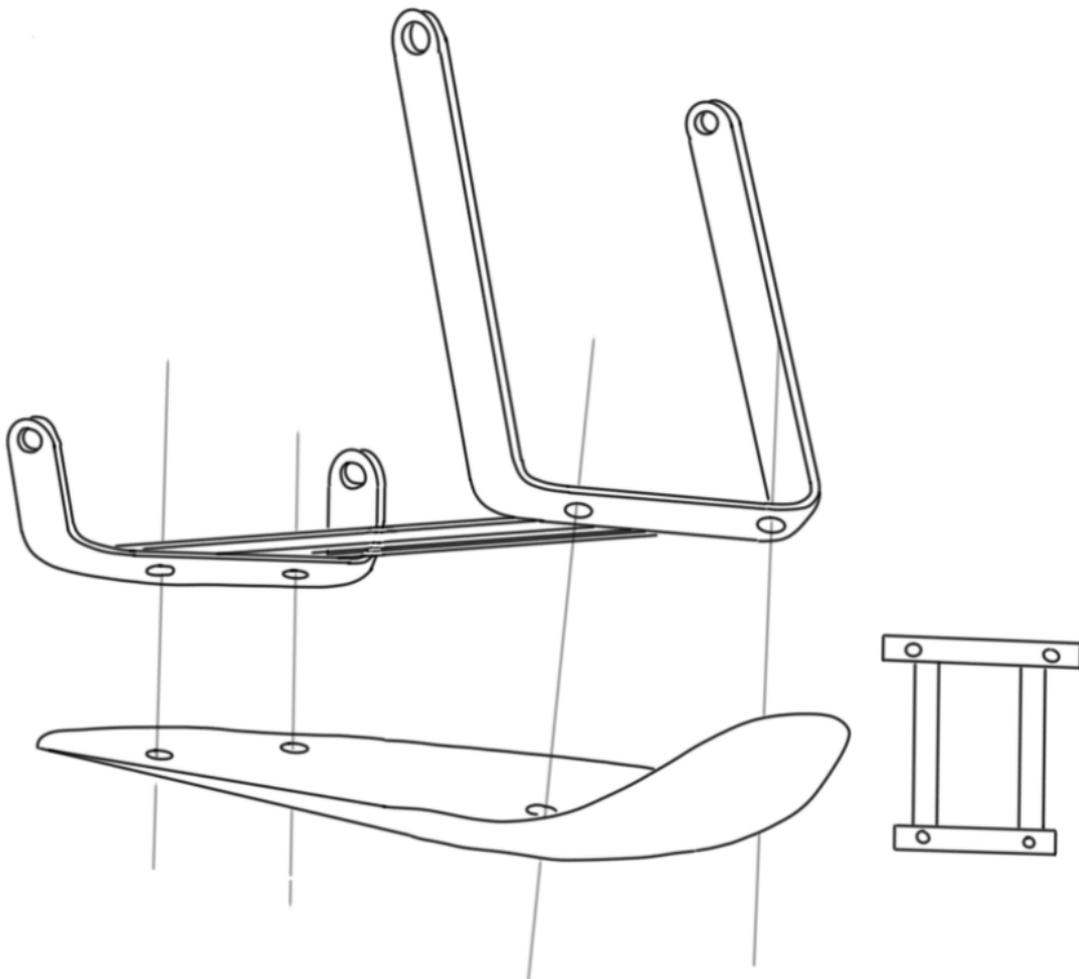
Para ello, se han realizado múltiples bocetos en los que se incluían todos los elementos que este debía tener. Se pensó en cómo dar rigidez a la estructura, como mantener el motor a una temperatura óptima, además de si se iba a ajustar a la moto, si iba a tener una o más piezas, el qué iba a cubrir y si iba a ser compatible con el caballete de la moto entre otras cosas.



#### F4.2 Desarrollo conceptual

Se han valorado **tres opciones** diferentes: un cubre cárter que se divida en dos partes una estructura metálica la cuál soporte los golpes más fuertes y una cubierta de plástico inyectado, otro completamente de plástico y por último un cubre cárter de plástico, pero con adaptadores de metal. Todos ellos van anclados a la moto mediante tornillos, tuercas y arandelas.

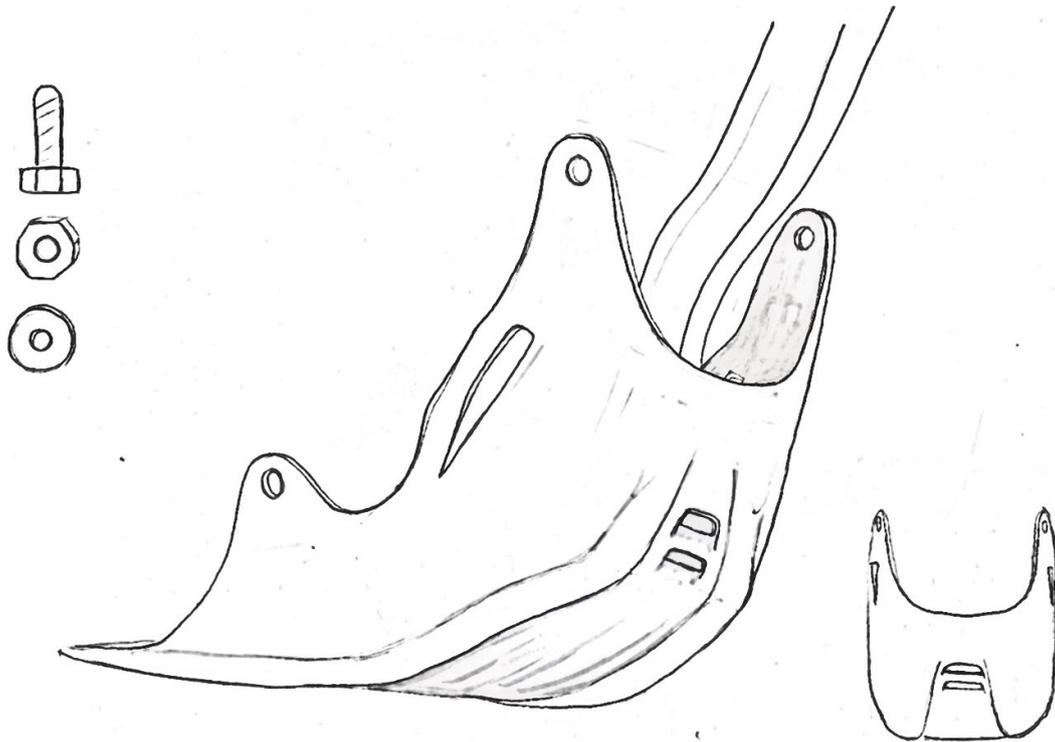
**El primero**, se ha llamado el **mixto** ya que cuenta con una estructura principal realizada en metal. La estructura metálica se encargaría de soportar los impactos más fuertes, mientras que la parte de plástico sería la encargada de no dejar pasar suciedad y proteger el motor de elementos más pequeños.



F4.3 Concepto 1: Mixto

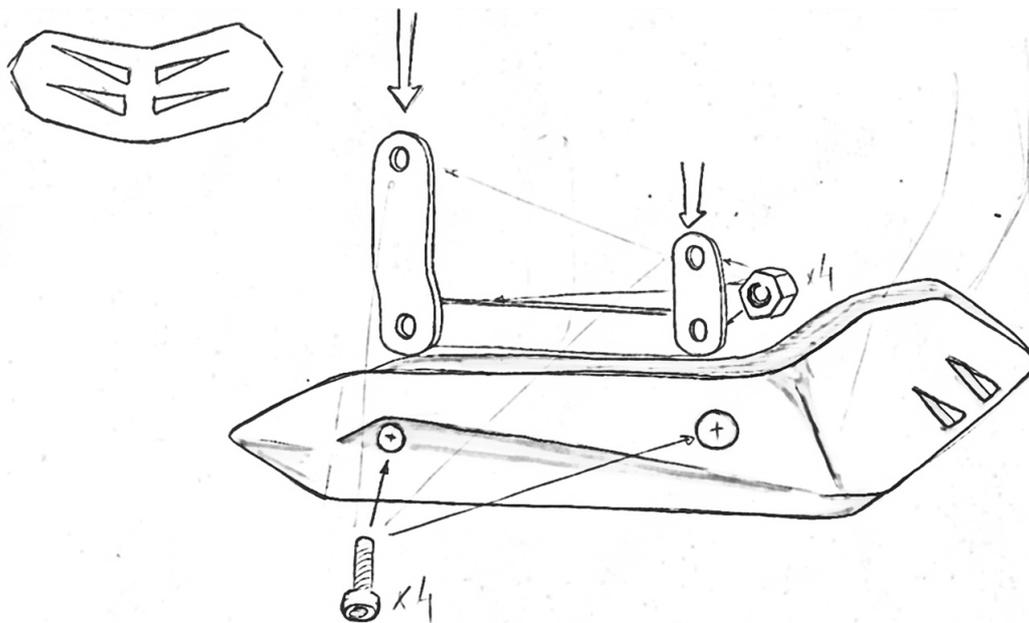
Las **ventajas** de este concepto son que la parte de plástico es **fácil de sustituir** en caso de rotura. Además, al contar con una estructura metálica es el más **resistente** de los tres conceptos. Su principal **desventaja** es el **precio**, ya que al contar con diferentes materiales, piezas y procesos de fabricación el coste de este sería similar a los que existen actualmente.

El **segundo concepto** es el completamente fabricado en **plástico**. En este concepto se ha buscado adaptar la forma del cubre cárter a la forma de la placa lateral de la moto en la que se encuentra el logo de honda. Es el más **sencillo** a la hora de montar ya que se anclaría únicamente con 4 tornillos. Además, previsiblemente es el más **ligero** y **barato** de los tres ya que estaría fabricado en su totalidad en plástico inyectado. La **desventaja** principal de este concepto es la **complejidad del molde**.



F4.4 Concepto 2: Plástico

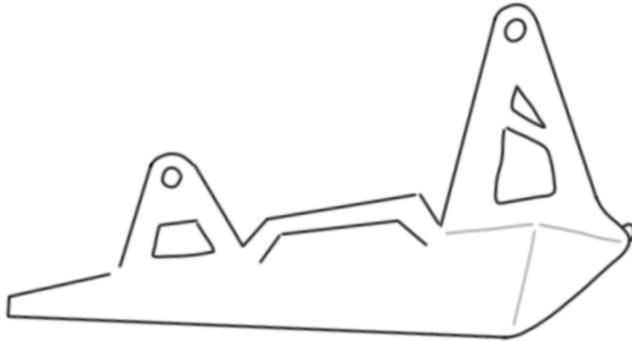
El **tercer** y último concepto es una combinación de los dos anteriores. El cubre cárter estaría fabricado en plástico, pero los soportes dónde va unido serían de metal. Este método es el más utilizado en los cubre carteres de plástico en la actualidad ya que permite **reducir costes** frente al metálico y **complejidad** del molde frente al completamente realizado en plástico.



F4.5 Concepto 3: Combinación

## 4.1 Selección del concepto a desarrollar

En este TFG se decide trabajar con el concepto realizado íntegramente en plástico, ya que es el más **innovador** de los tres puesto que en la actualidad no existen cubre cárter de este estilo para la moto seleccionada. Como ya se ha comentado es un cubre cárter fabricado en **una sola pieza** de plástico inyectado. Se va a adaptar la forma teniendo en cuenta los requisitos de la inyección de plástico. Además, también se adaptará a las formas del **diseño de la moto** porque se ha partido como base de la pieza de plástico del lateral.

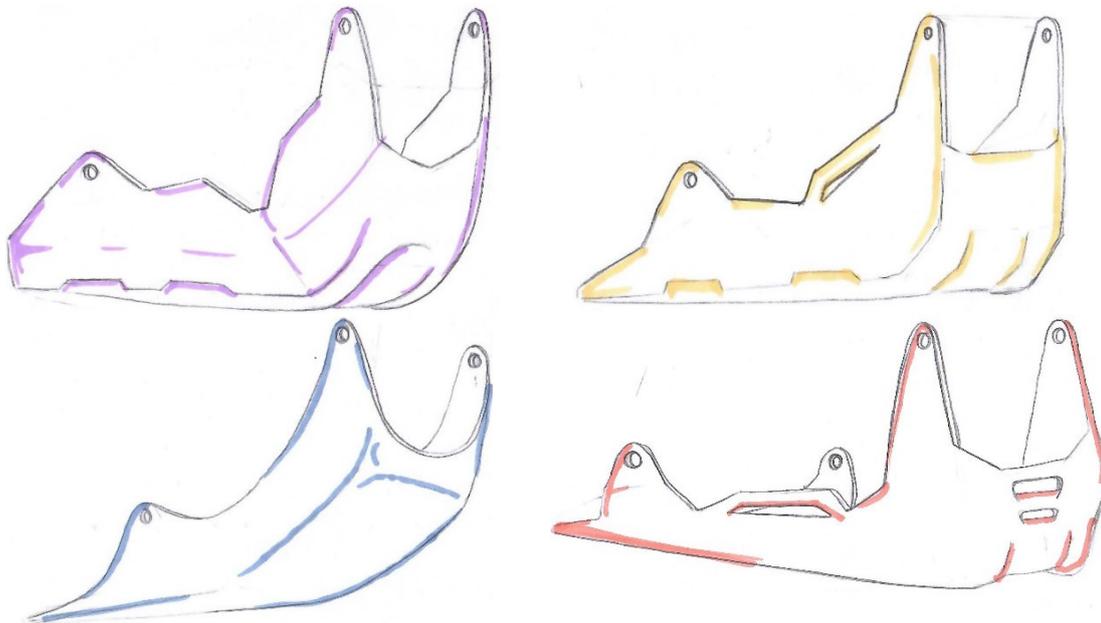


F4.7 Lateral concepto final

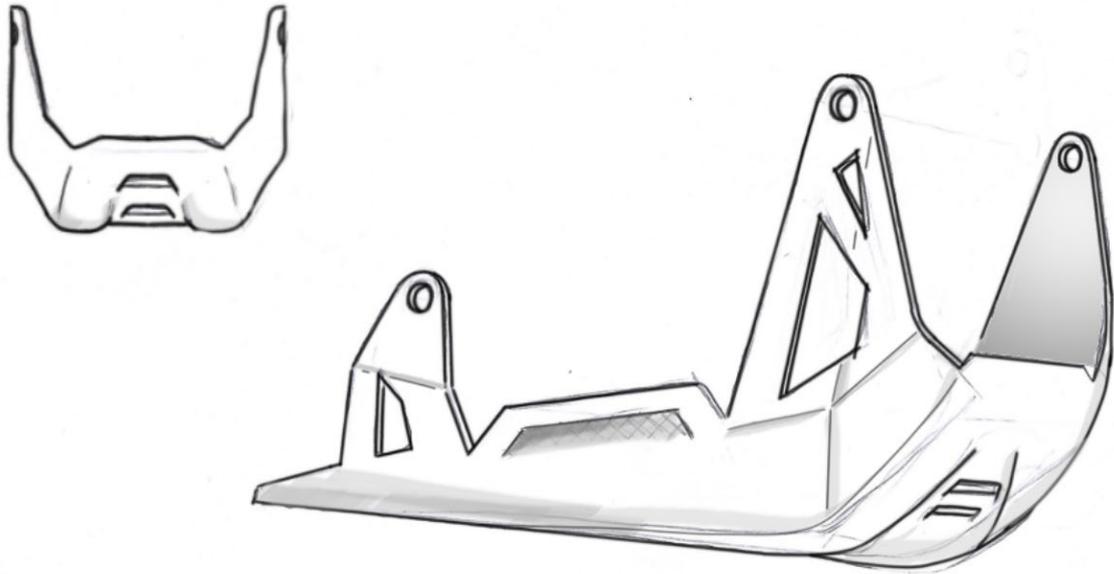


[F4.8] Plástico lateral moto seleccionada

Durante todo el proceso de **desarrollo formal** se han tenido en cuenta las **formas actuales** de la **moto seleccionada**, la estética de los cubre cárter de este **tipo de motos** y las corrientes de diseño de **Honda**. Con todas estas influencias se han generado diferentes formas que podrían encajar en el desarrollo final del cubre cárter.



F4.6 Desarrollo formal



F4.9 Concepto final

El boceto presentado en la figura F4.9 es el que se va a desarrollar posteriormente. Sus formas son las que mejor cumplen con los requisitos técnicos y estéticos.



[F4.10] Concepto final en moto

## 5 Desarrollo de concepto

### 5.1 Mediciones de los puntos de anclaje en la moto seleccionada: Honda CB 500X

Se ha estudiado donde se fijan los cubre cárteres ya diseñados para la moto seleccionada y se han tomado sus **referencias**.



F5.1 Puntos de anclaje 1, 2 y 3



F5.2 Puntos de anclaje 2 y 3

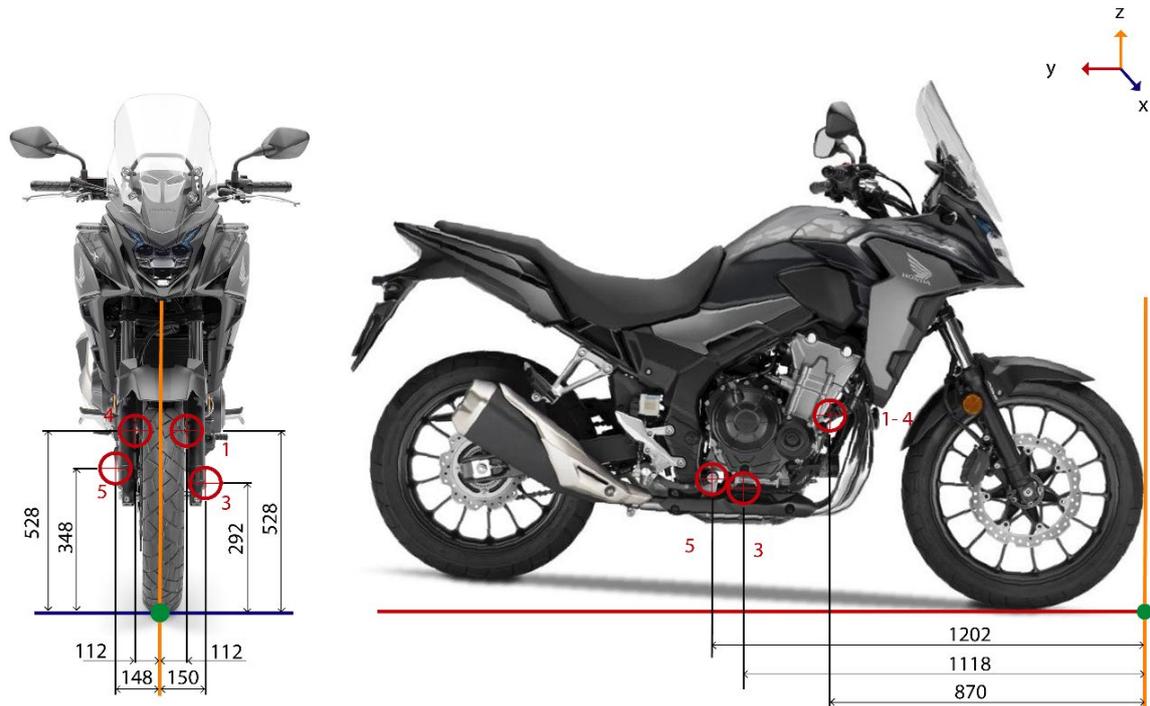


F5.3 Puntos de anclaje 4 y 5



F5.4 Puntos de anclaje 6 y 7

Todo el proceso de medida se encuentra detallado en el anexo 3. El resultado al que se llega es el mostrado en la siguiente imagen:



F5.10 Medidas moto.

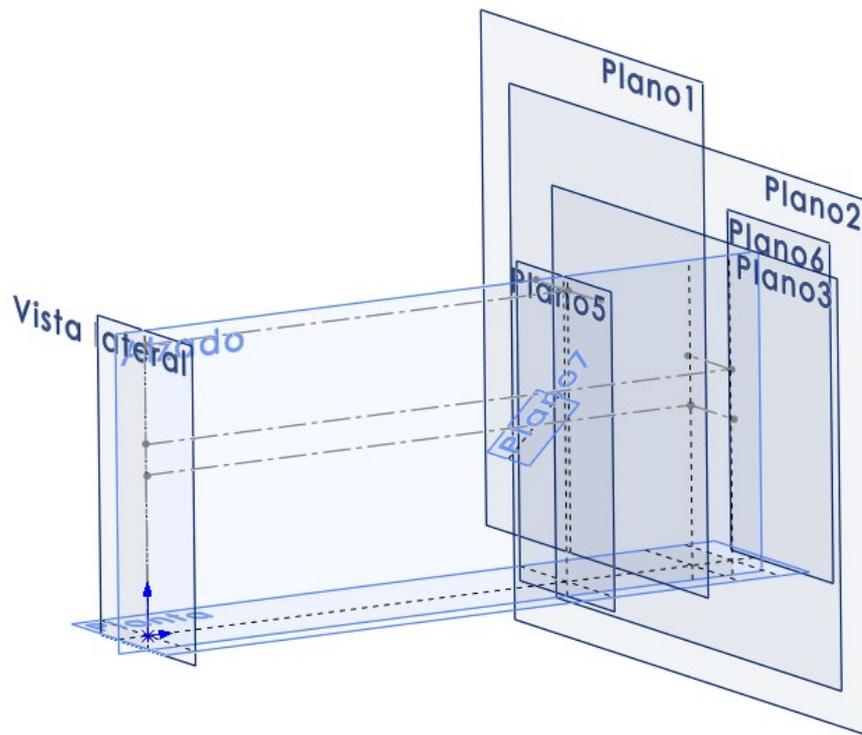
## 5.2 Explicación del concepto elegido.

Partiendo de la conceptualización final vista en el apartado 4.1., en esta conceptualización final ya se ha procurado tener en cuenta el **correcto funcionamiento** de este. Por ello, cuenta con dos **realizados** principales en la parte inferior que aportan **rigidez** al conjunto en caso de impacto. También cuenta con múltiples **orificios** que ayudan a la correcta circulación del aire además de ahorrar material y reducir la fuerza de cierre necesaria en el proceso de inyección. Protege el cárter, el catalizador y los colectores de la moto de posibles impactos. Cuenta también con **protectores laterales** que protegen los diferentes tubos y cables de la parte inferior de la moto. Además, es compatible con el caballete de la moto.

## 5.3 Modelado del concepto.

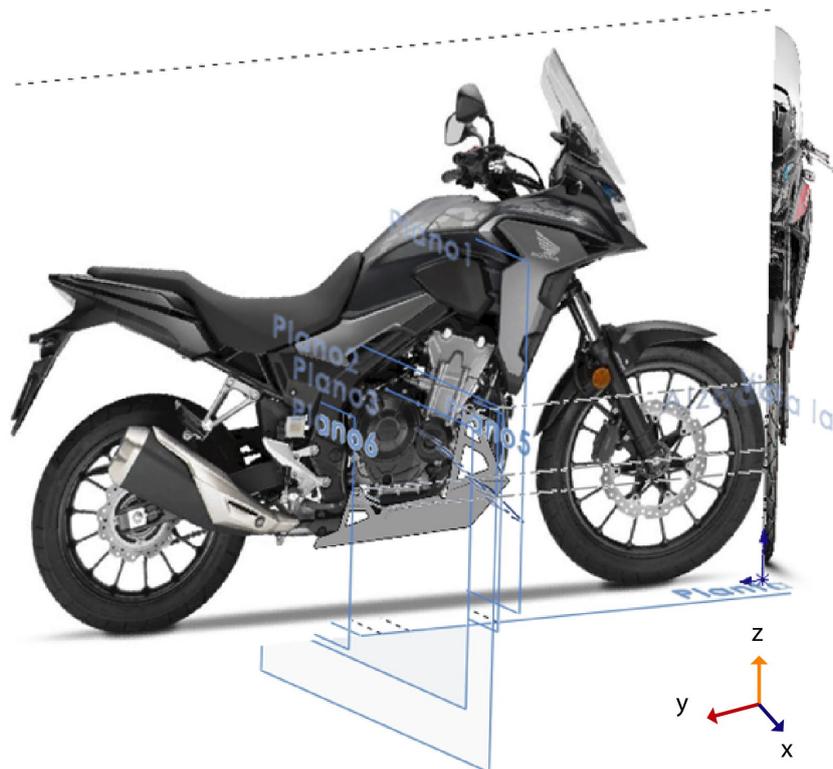
En este apartado se va a explicar la evolución del **modelo 3D** del cubre cárter hasta llegar a su forma final. Se van a comentar todos los **requisitos** que debe cumplir y como se ha conseguido llegar a la **solución**.

Se comenzó situando los **puntos de anclaje** hallados en la medición dentro de una nueva pieza en SolidWorks.



F5.11 Concepto final en moto

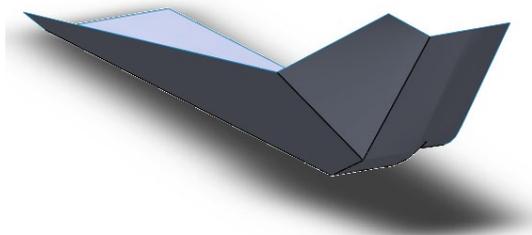
Posteriormente se colocaron dos imágenes de la moto, una de frente y otra de lateral para cumplir los requisitos de la normativa de accesorios de la moto comentados en el apartado 1.1.6. Estas imágenes se situaron con los puntos de anclaje en los puntos situados previamente. Esto ayudó a comprobar que estaban medidos correctamente ya que cuadraban con las imágenes.



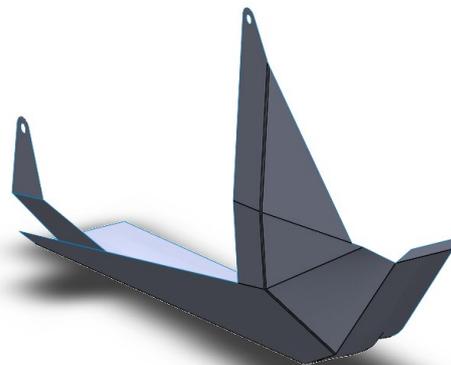
[F5.12] Concepto final en moto

## 5.4 Diseño del cubre cárter por superficies.

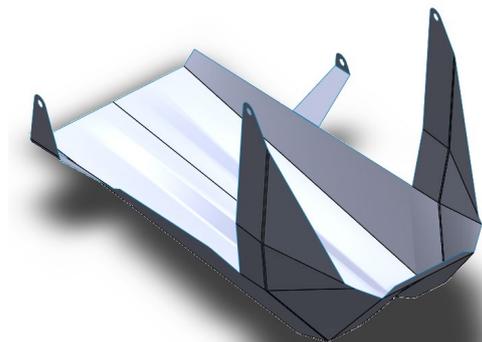
Como se deseaba que el cubre cárter tuviera espesor constante se comenzó trabajando con superficies, para posteriormente aplicar la operación “dar espesor” y que este fuera lo más uniforme posible. Se empezó trabajando la forma de la parte inferior, en esta destacan los realzados y los puntos de anclaje. Se realizó únicamente una de las dos mitades ya que posteriormente se iba a utilizar una simetría.



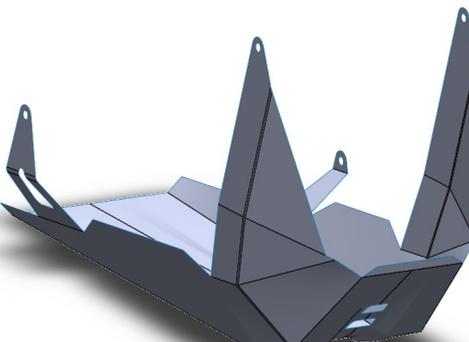
F5.13 Superficies fase 1



F5.14 Superficies fase 2



F5.15 Superficies fase 3



F5.16 Superficies fase 4

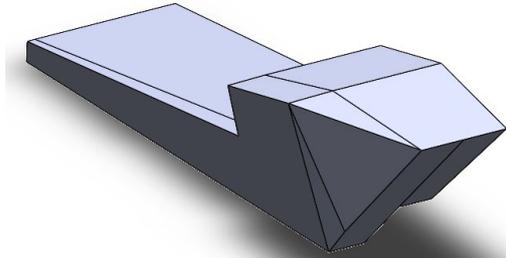
En la **secuencia** se puede observar que, una vez realizada la simetría de los componentes correspondientes, se ha diseñado el anclaje del otro lado, los protectores laterales y los vaciados inferiores de refrigeración.

Este modelo ha servido para terminar de refinar los aspectos del concepto que se habían quedado si definir y generar una primera idea del 3D de la pieza. Debido a fallos con la herramienta “dar espesor” no se pudo generar el sólido asociado a esta geometría por lo que se procedió a generarla de nuevo mediante sólidos directamente.

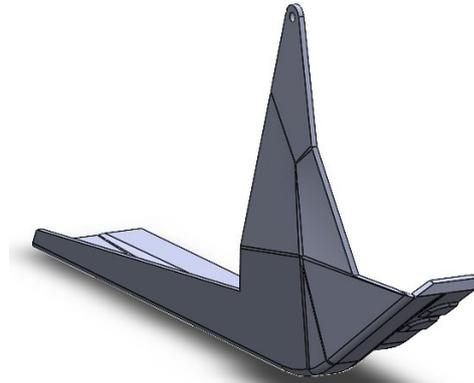
## 5.5 Diseño del cubre cárter mediante sólidos.

Se partió de la **misma base**, es decir, de los puntos introducidos manualmente en un archivo 3D de SolidWorks. También se comenzó realizando la **parte inferior** del concepto utilizando extrusiones y recubrimientos para generar la geometría deseada. Posteriormente se realizaron las extrusiones **para el anclaje** (4) dándole las formas pertinentes para su correcto desmoldeo y funcionalidad. Después de esto se realizarían

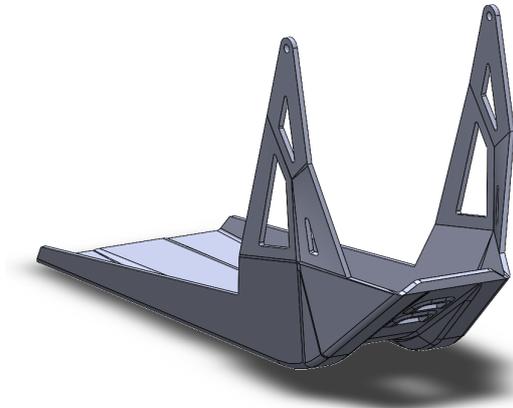
los **vaciados** necesarios para garantizar la refrigeración del motor además de cumplir una función estética.



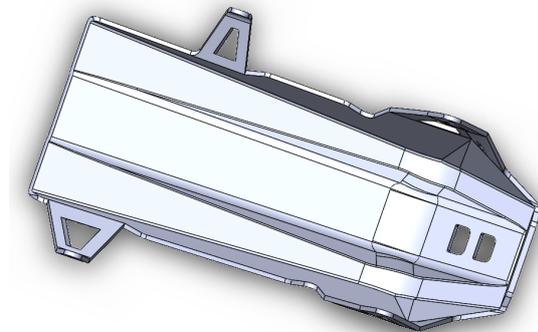
F5.17 Sólidos fase 1



F5.18 Sólidos fase 2



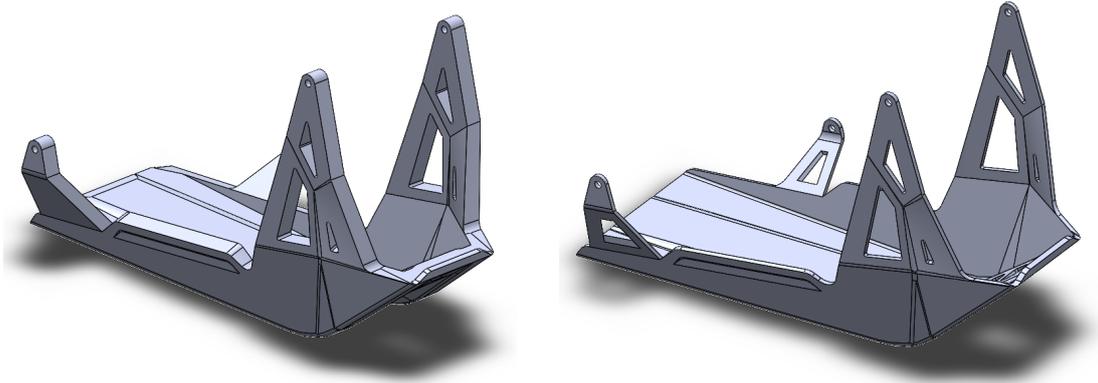
F5.19 Sólidos fase 3



F5.20 Sólidos fase 4

Seguidamente se ha realizado la simetría ya que los anclajes (1) y (4) son **simétricos** respecto al plano "YZ" definido anteriormente en la figura [F5.12]. Finalmente, se han añadido las **protecciones laterales**, una pequeña **protección frontal** y las orejas de anclaje lateral.

Se ha modelado pensando en la constante modificación del modelo para que a la hora de cambiar determinados **parámetros** como es el espesor y algunos redondeos del cubre cárter se pueda hacer cambiando únicamente un valor.



F5.21 Sólidos con ecuaciones (Espesor: 20 Redondeos:10)

F5.22 Sólidos con ecuaciones (Espesor: 5 Redondeos:15)

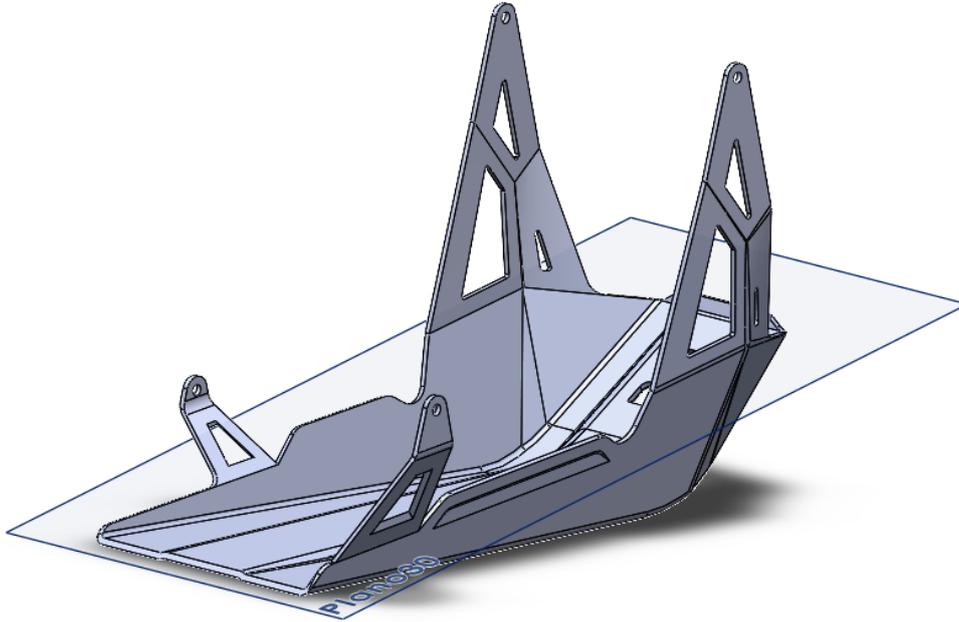
El modelo se ha diseñado pensando principalmente en la **resistencia** del mismo. Los **realzados** no solo ayudan a otorgar rigidez al conjunto, sino que también permiten que este se deslice mejor al contar con menos superficie en la zona de contacto. Los **protectores laterales** protegen correctamente los cables de la parte inferior de la motocicleta. Y los **vaciados** generados dejan pasar suficiente aire como para refrigerar el bloque motor.



F5.23 Forma final

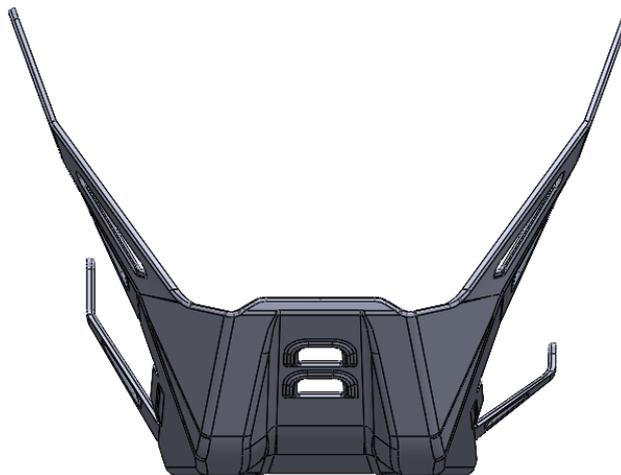
Una vez se ha conseguido la forma deseada se ha profundizado en su **fabricación** mediante **inyección de plástico**. El primer paso ha sido comprobar que el plano de

partición elegido desde el principio es el adecuado (ver figura F5.24). Este plano está elegido para poder **reducir** el **tamaño** y la **complejidad** del molde. Desde el comienzo del modelado se han aplicado los ángulos de desmoldeo respecto a este plano.



F5.24 Línea de partición

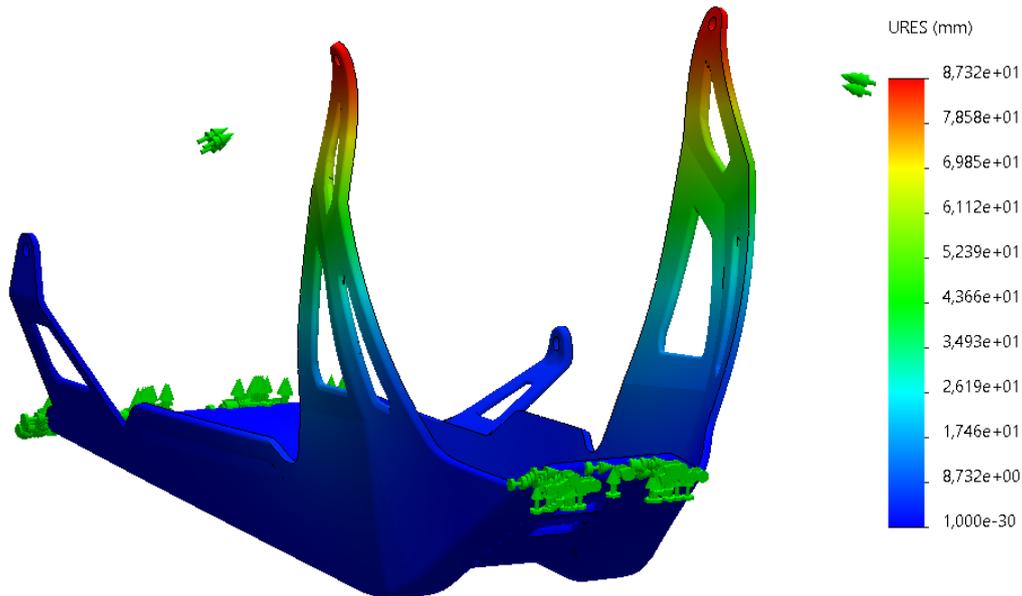
El problema que se encontró fue que las **contrasalidas** que se generarían en los vaciados laterales de las orejas de unión de los puntos **1 y 4**, daban lugar a unas correderas bastante grandes, cuya superficie, combinada con la presión de inyección, generaría una fuerza contra dichas correderas muy elevada. Se decidió aumentar el **ángulo** de las orejas para únicamente necesitar contrasalidas en los cuatro agujeros redondos de los anclajes. Así, después aprovecharía la flexibilidad del material para llevarlas a los puntos de anclaje y mantener la funcionalidad y estética de la idea original.



F5.25 Línea de partición

La **apertura** de las orejas se diseñó para que una vez sujeta la pieza a la moto tuviera la **misma estética** que la forma final de la figura F5.23. Antes de seguir con el modelado,

se realizó una simulación de elementos finitos aplicando en los puntos de anclaje el desplazamiento necesario para llevar los taladros a su posición con el chasis. se observó que era inviable ya que **cada una de las orejas**, necesitaba **desplazarse 90 mm** para recuperar la forma inicial. Además al doblarlas, estéticamente quedaban **más abiertas** y se **comprometía la funcionalidad** del cubre cárter.



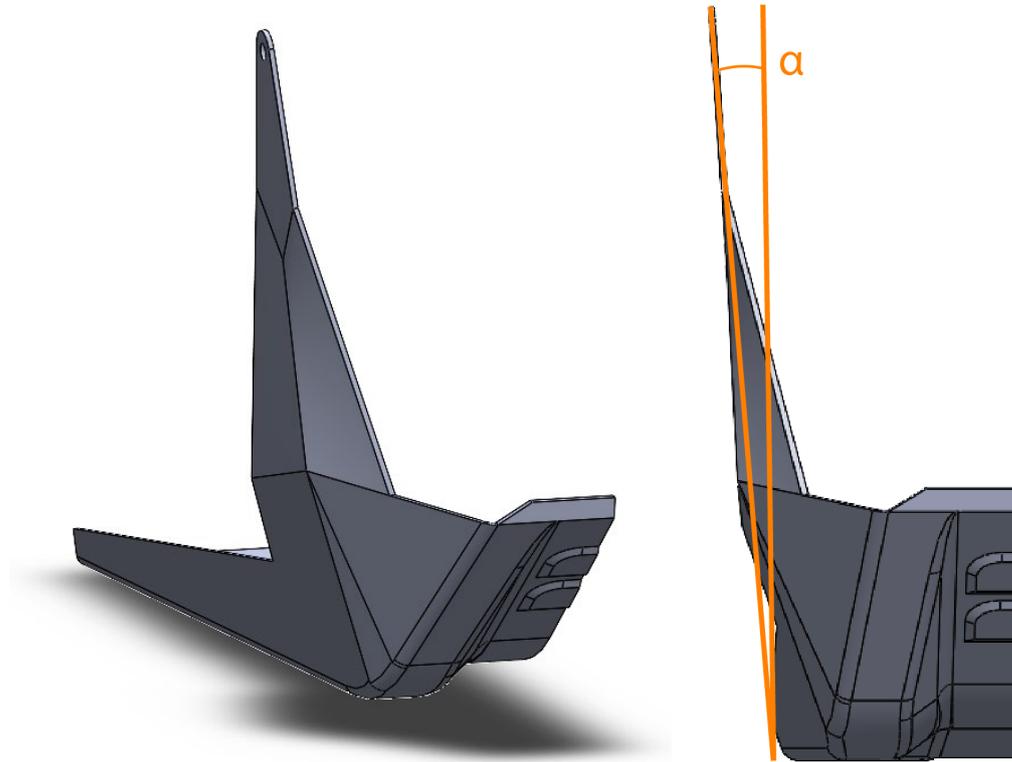
F5.26 Deformación con orejas a 20°

Posteriormente, se intentó reducir el ángulo de las orejas para reducir el desplazamiento de estas una vez sacado del molde. Se estudió que las orejas se desplazaran entre 15 y 20 mm. Se calculó qué ángulo se necesitaba en las orejas para tener este desplazamiento.

$$\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{\text{Cateto Opuesto}}{\text{Cateto Contiguo}}$$

$$\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{15}{210} \rightarrow \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{15}{210}\right) = 4,08^\circ$$

$$\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{20}{210} \rightarrow \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{20}{210}\right) = 5,44^\circ$$



F5.27 Deformación con orejas a 4,08°.

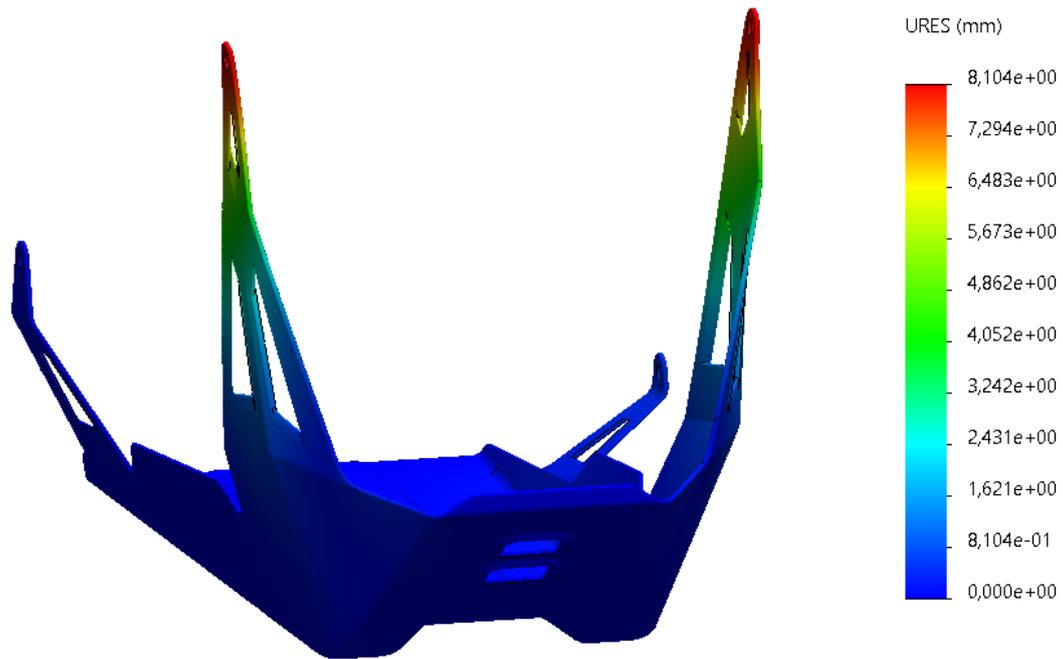
El **problema** encontrado en este punto fue que, debido al alto espesor dado inicialmente a la pieza de plástico y el reducido ángulo, los **agujeros** de los laterales **no podían moldearse**.

A continuación, se probó a **reducir el espesor de las orejas** para aumentar el tamaño de los vaciados laterales y reducir el abombamiento en el proceso de montaje. Se decidió que las orejas tuvieran un espesor variable entre 2,5 y 4 mm. Este cambio mejoró la amplitud de los agujeros, pero resultaba recomendable desde el punto de vista de la fabricación y el desmoldeo directo dar un ángulo a las orejas algo mayor, sin aumentar los 15-20 mm de desplazamiento de las mismas para el montaje.

Por ello, se decidió aumentar el ángulo de las orejas hasta 6. 25°, calculando el aumento de desplazamiento que generaba. Ese aumento suponía 8 mm adicionales a los 15 dados como buenos. Para solucionar esto sin deformar de más la pieza, se propone añadir unos tubos a modo de arandela, de una longitud de 8 mm, entre la pieza y el punto de anclaje de la moto.

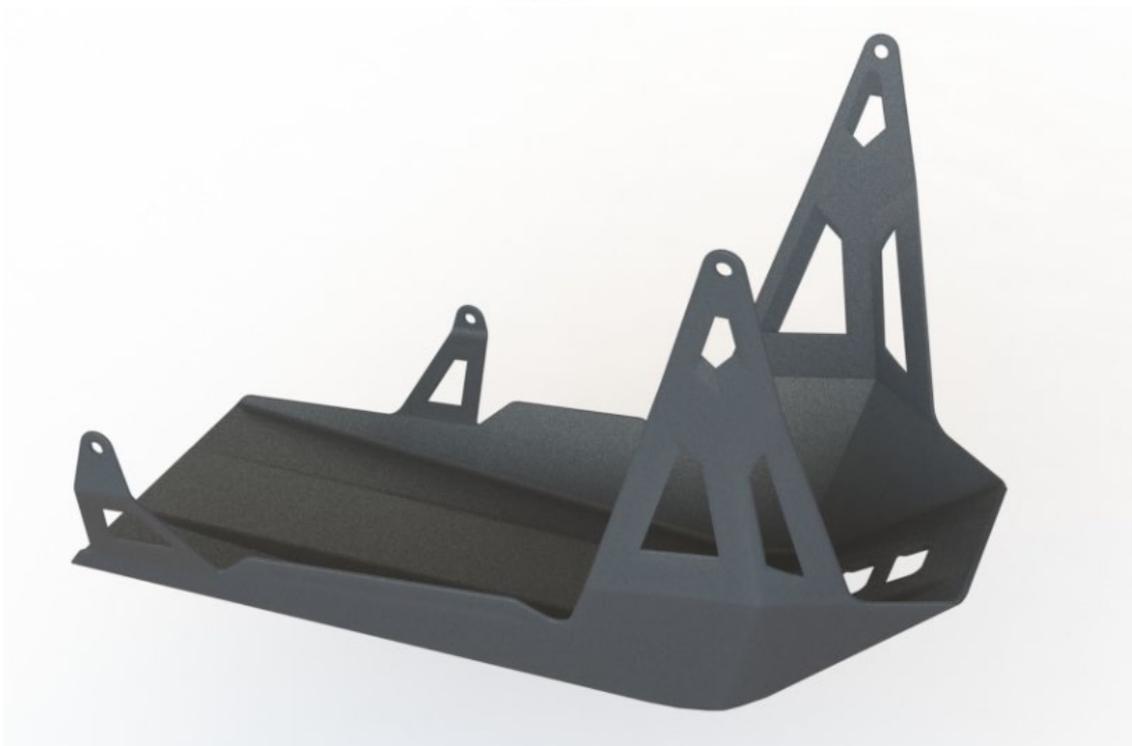
$$\operatorname{tg}(6,25) = \frac{(15 + x)}{210} \rightarrow x = (210 * \operatorname{tg}(6,25)) - 15 = 7,998 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$

Con el **ángulo de 6,25°** se consiguió una amplitud suficiente en los vaciados para la correcta refrigeración del motor. Además, se consiguió **reducir la deformación** de las orejas para que se asemejara al máximo posible a la forma inicial.



F5.28 Deformación con orejas a 6,25°.

A continuación se muestra un **render** de la **pieza final**. Los **cambios principales** respecto a la primera han sido: el ángulo de las orejas, los redondeos y el espesor de las orejas.



F5.29 Forma final.

## 6 Estudio material

En este **estudio** se va a seleccionar un **material polimérico** para la fabricación del cubre cárter. Previamente, se va a analizar la **rigidez, tenacidad, rango de temperaturas de trabajo, comportamiento a impacto y precio** de los materiales plásticos más relevantes para este estudio.

El estudio va a centrarse en el estudio de cuatro polímeros semicristalinos: PP (Polipropileno), PE (Polietileno), PA (poliamida) y POM (Polioximetileno - resina acetálica) ya que tienen un comportamiento tenaz. No se van a estudiar los materiales amorfos ya que, al ser frágiles no son convenientes para el montaje, ni su funcionalidad en general.

		PP	PE	PA	POM
Rigidez (E)	Gpa	1.15	0.9	2.6	3.1
Resistencia tracción ( $\sigma$ lim)	Mpa	30	28	78	75
Resistencia flexión	Mpa	23	10	75	89,6
Temperatura trabajo	°C	0/100	-100/80	-40/90	-40/90
Comportamiento a impactos	J/m	20-100	20-210	30-250	No rompe
Precio	€/Kg	2,111-2,16	2,126-2,176	5,31-5,7	4

Tabla de materiales [47-51]

En cuanto a rango de temperatura de trabajo, todos los materiales tienen un amplio rango, **destacando el PE** por su mejor **aguante a temperaturas negativas**. Es verdad que el motor no permitirá que la pieza alcance temperaturas bajas cuando ya esté funcionando durante un tiempo, sin embargo, en el arranque, la **pieza** podría estar muy **fría en época de invierno**.

Por otro lado, a la vista de los datos, se considera que tanto el POM como PA con mejores valores de rigidez, resistencia a tracción y resistencia a flexión estarían sobredimensionados para la función que tiene la pieza. Dado el elevado precio que tienen por ser plásticos muy técnicos se descartan.

En cuanto a impacto, tiene **mejor comportamiento el PE que el PP**. Al ser ambos de un precio similar, se decide elegir este material para la fabricación de la pieza.

# 7 Estudios de simulación

Se han hecho una serie de **estudios de inyección** para determinar el punto de inyección, el correcto llenado de la pieza, la fuerza de cierre necesaria y el tiempo de ciclo total.

## 7.1 Determinar el punto de inyección

El **primer paso** ha sido decidir el número de puntos de inyección y dónde colocarlos. Al ser una pieza de espesor 4 mm, se ha considerado que un **único punto de inyección** era suficiente para completar el llenado de la pieza satisfactoriamente.

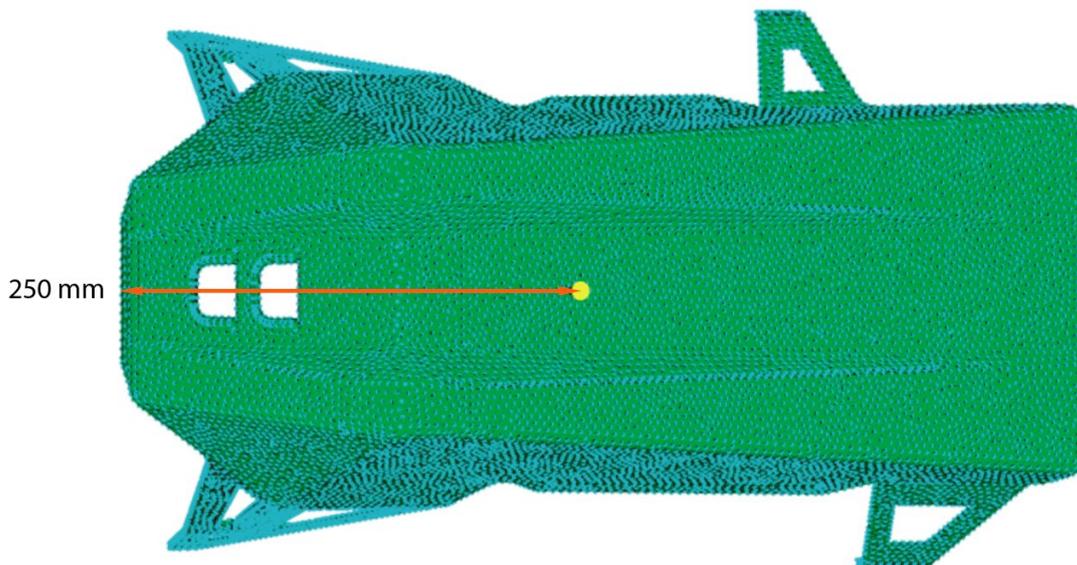
Después, se ha estudiado la **posición** del punto de inyección. Para realizar este estudio se han ido corriendo casos con diferentes puntos de inyección para balancear el llenado de la pieza.

En el anexo 4 se pueden observar todos los ensayos que han ayudado a generar el resultado final (ensayo 3 – balanceado).

### Ensayo 3 - Balanceado:

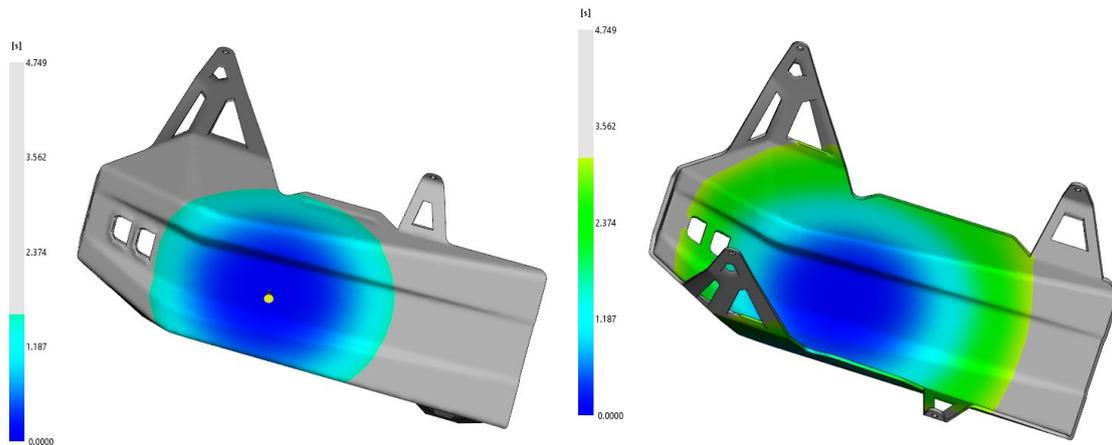
En este ensayo se ha situado el punto de inyección a **250 mm** del frontal del cubre carter con la finalidad de llegar a los dos extremos de la pieza de forma simultanea y que no se originen sobrepresiones.

*Posición:*



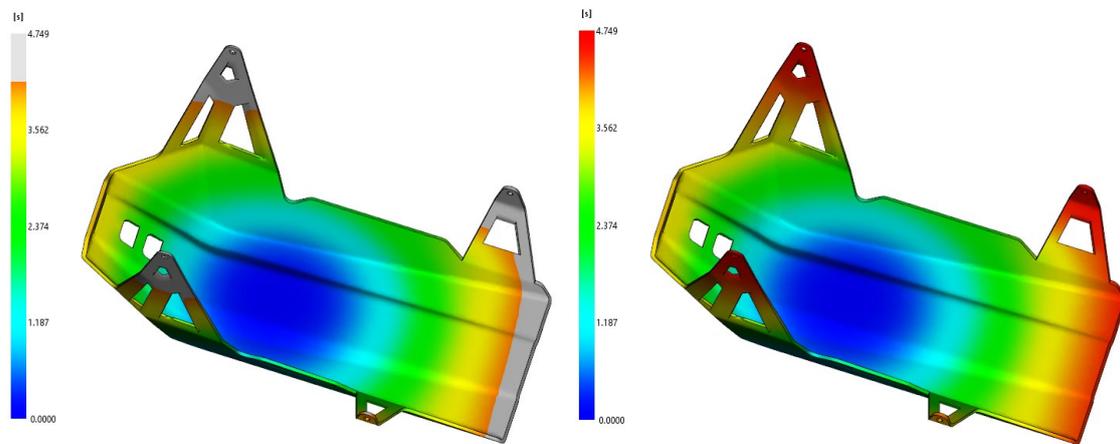
F7.13 Posición: punto de inyección 3

### Llenado:



F7.14 Llenado: punto inyección 3.1

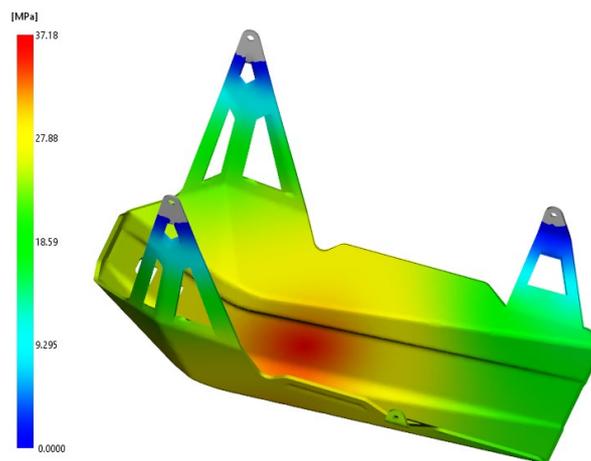
F7.15 Llenado: punto inyección 3.2



F7.16 Llenado: punto inyección 3.3

F7.17 Llenado: punto inyección 3.4

### Presión:



F7.18 Presión de cambio de fase: punto inyección 3

Al comprobar los resultados, se puede observar como se **alcanzan los extremos** de la pieza, en este caso las orejas, **simultáneamente** por lo que el llenado está balanceado. Esto quiere decir que se **reducen las sobrepresiones** originadas por el llenado. Se puede observar que tanto las orejas delanteras como una de las traseras se **terminarán de llenar durante la fase de compactación**.

## 7.2 Tipo de inyección

En este apartado se va a estudiar si es necesario la usar **cámara caliente** o se podría usar **bajante fría**. Para esta elección se ha tenido en cuenta el **sobrecoste** que supone una cámara caliente y su influencia en el **tiempo de ciclo**.

Los parámetros de llenado han sido los siguientes:

Tiempo	s	4
Temperatura de llenado	C°	230
Punto de conmutación	%	99% de cavidad llena
Presión de compactación	%	80% de Pmax
Temperatura del molde	C°	30

F7.19 Parámetros de llenado

### Ensayo cámara caliente:

Se ha situado la cámara caliente en el punto de inyección hallado en los ensayos previos y se ha realizado un estudio general para observar su comportamiento. La cámara caliente tiene un **diámetro de 10 mm**.

### Ensayo colada fría:

Se ha situado la colada fría en el punto de inyección hallado en los ensayos previos y se ha realizado un estudio general para observar su comportamiento. En este ensayo tiene un **diámetro de 7 mm con un ángulo de desmoldeo de 1,5 °**.

### Conclusiones (Cámara caliente – Colada fría):

		Cámara caliente		Colada fría	
Fuerza de cierre	t	Llenado	Compactación	Llenado	Compactación
		317	465	324	457
Presión	MPa	55		53	
Temperatura de expulsión	s	51		43 pieza / 86 mazarota	
Alabeos en orejas	mm	7		6	

F7.29 Datos análisis

Comparando los dos ensayos se puede observar que la **caída de presión**, **los alabeos** y **la fuerza de cierre** son muy similares en ambos. Sin embargo, el **tiempo para alcanzar la temperatura de expulsión** es notablemente superior en el ensayo de colada fría debido al espesor de la mazarota. Este factor es una **desventaja** ya que se alarga el ciclo de inyección.

Otro aspecto a destacar es la **inversión** que supone incorporar una **cámara caliente** a un molde. Como se ha estimado una producción anual de 15.000 cubre cárteres (esta estimación se realiza en base a lo explicado en el apartado 10 más adelante en esta memoria), no se cree necesario la necesidad de incorporar cámara caliente.

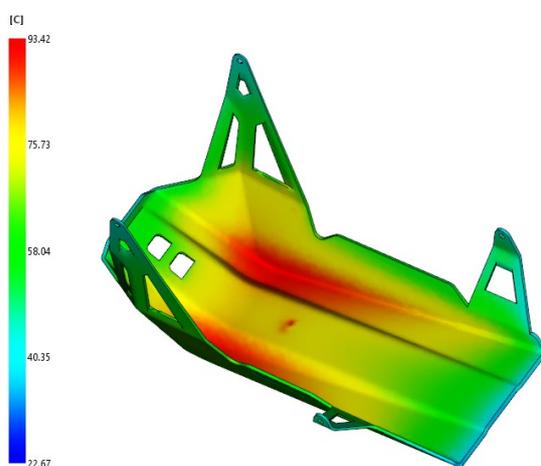
Por lo tanto, se ha decidido **usar bajante fría** como sistema de inyección del molde.

### 7.3 Estudio de refrigeración

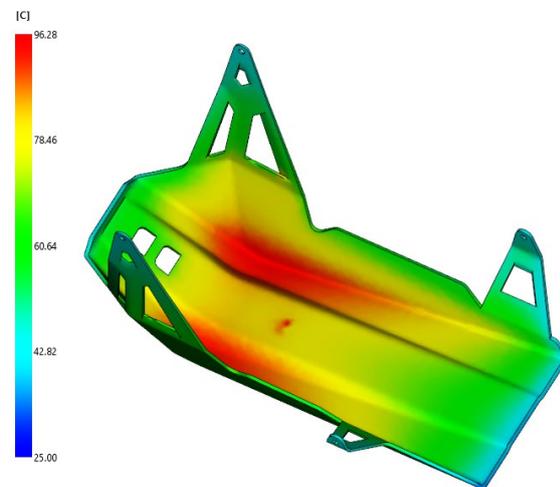
Este apartado se ha **desarrollado simultáneamente al diseño del molde**. Primero se realizó una primera aproximación de los canales de refrigeración en el archivo CAD del molde. Una vez se tenía el diámetro y posición de los taladros se pasó a MoldFlow para simular y valorar su capacidad de refrigeración. Para los ensayos de refrigeración se fija un tiempo de enfriamiento de 40 segundos y una temperatura de refrigerante para todos los canales de 25 °.

En los ensayos de refrigeración, se tuvo que modificar la posición de los canales del núcleo ya que, la **temperatura se concentraba en los rebajes inferiores de la cara interior** del cubre cárter y en el punto de inyección. También se cambió la temperatura del refrigerante, el canal del macho es recorrido por refrigerante a 15° y el resto a 20°.

*Temperatura:*



F7.42 Temperatura de pieza: Ensayo refrigeración 3 (refrigerante)



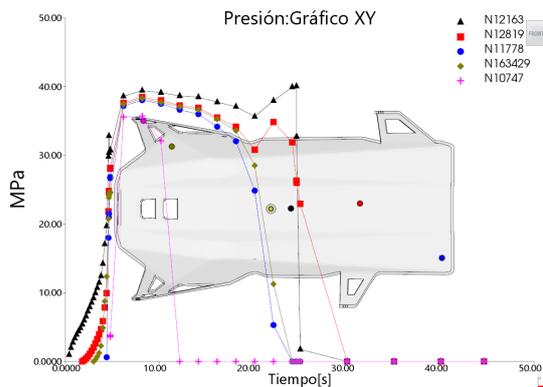
F7.43 Temperatura de molde: Ensayo refrigeración 3 (refrigerante)

Se consiguen **mejoras del 7.4% y del 16%** en la distribución de temperaturas de pieza y molde, con respecto a casos que se pueden consultar en el anexo 4. Los resultados del caso dado por bueno se muestran en las figuras F7.42 y F7.43

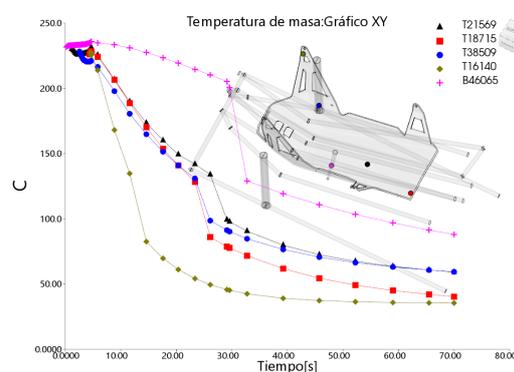
## 7.4 Ajuste caso definitivo

Posteriormente se ha corrido el caso definitivo con el ciclo de inyección completo: llenado, compactación y enfriamiento. Se ha programado una **temperatura de inyección** del material de 230°, un **tiempo de inyección** de 4 segundos y un **cambio de fase** al llegar al 99% del llenado de la pieza. La **presión de compactación** en casos anteriores estaba a 80% de la presión máxima del llenado, es decir 44 MPa. Se ha propuesto un valor ligeramente superior en absoluta, 50 MPa para llegar mejor al final de las patillas. Se ha establecido un **tiempo de compactación** de 20 segundos. Un tiempo largo que se ajustará con los siguientes resultados que se obtienen.

Se han ido tomando capturas de la capa solidificada a lo largo del tiempo para estudiar que partes solidificaban más tarde y poder reducir el tiempo de ciclo. Estos resultados se pueden consultar en el anexo 4.



F7.50 Caída de presión en puntos determinados: Ajuste



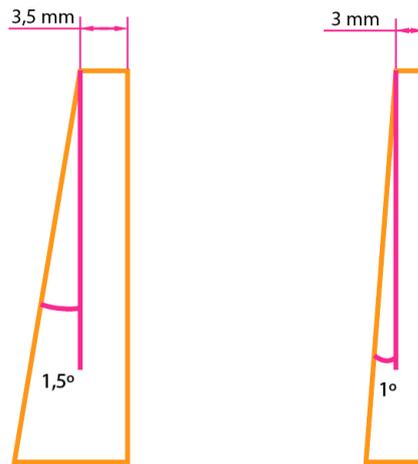
F7.52 Temperatura en puntos determinados: Ajuste

Al representar la caída de presión de algunos de los puntos de la pieza (F7.51), se observa que el punto de las patillas (rosa) a los **12 s cae a 0 MPa** lo que significa que ya ha solidificado y ha dejado de recibir presión. Lo mismo pasa a los **24 s en los puntos de la pieza más alejados de la zona de inyección** (verde y azul) y a los **30 s en los puntos más cercanos a la mazarota** (rojo y negro).

En la gráfica que representa la temperatura en función del tiempo, el punto tomado en la mazarota (que no es el de mayor diámetro) tarda **más de 70 segundos** en alcanzar los 100° de temperatura de expulsión. En el mapa general de temperaturas, este tiempo se llega a situar en 103 segundos. Por ello se fija un **ciclo de 70 s, 4 s de inyección, 25 s de compactación y 41 s de enfriamiento** sabiendo que la **mazarota seguirá dando problemas** debido a que su **alto grosor** aumenta en gran medida el tiempo de ciclo de la pieza. Esto quiere decir que se necesita reducir el diámetro de la colada para bajar el tiempo para alcanzar la temperatura de expulsión

## 7.5 Caso definitivo

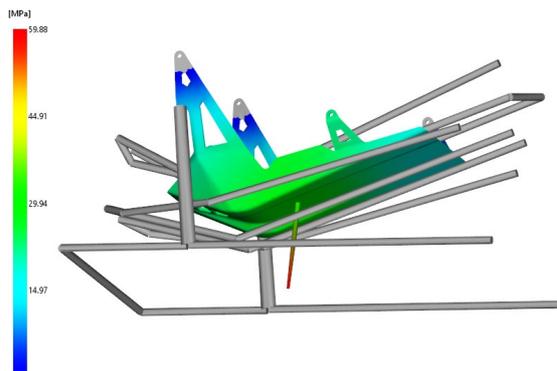
En el ensayo definitivo se ha **reducido el diámetro y el ángulo de la colada fría** para reducir el tiempo para alcanzar la temperatura de expulsión. Se ha pasado de una colada de diámetro 7 mm con 1, 5° a una mazarota de diámetro 6 mm con un ángulo de 1°.



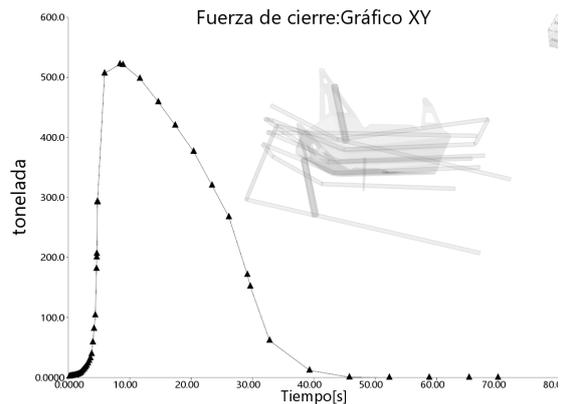
F7.53 Cambio mazarota

Se ejecuta este nuevo caso **manteniendo los mismos parámetros** de inyección resumidos anteriormente, pero **ajustando los tiempos de compactación y enfriamientos** a los que se acaban de obtener:

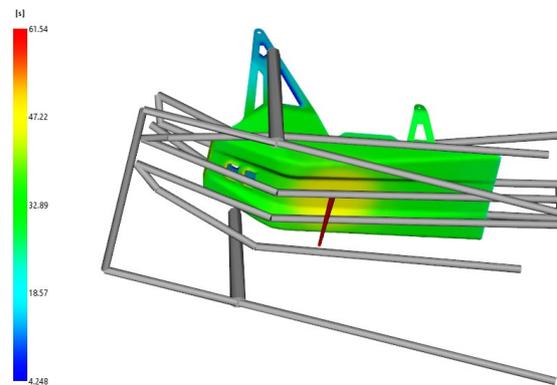
Temperatura de inyección y de molde 230° y 30° respectivamente, 4 segundos de llenado, conmutación al 99%, presión de compactación de 50 MPa durante 25 segundos y enfriamiento durante 41 segundos.



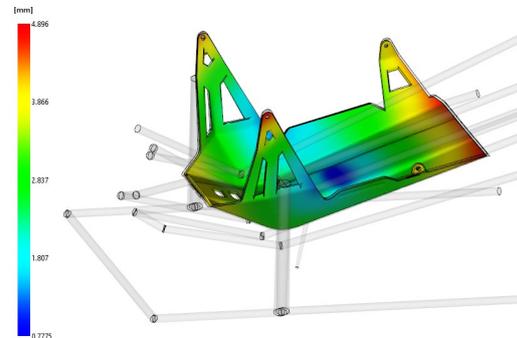
F7.54 Presión de la conmutación: Definitivo



F7.55 Fuerza de cierre: Definitivo



F7.56 Tiempo para alcanzar temperatura de expulsión: Definitivo



F7.57 Alabeos: Definitivo

El cambio de la mazarota ha supuesto **mayor presión de inyección**. Sin embargo, solo se **alcanzan 60 MPa**, un valor muy por debajo de la presión máxima de inyección que soporta la máquina (entorno a los 170 MPa). También, ha  **aumentado 10,6 % la fuerza de cierre** necesaria pasando de 470 t a 520 t, por lo que será necesario usar una máquina de 650 t. (elegida de catálogo como se explica en el apartado 10.2)

El cambio más significativo es el tiempo necesario para alcanzar la temperatura de expulsión que se ha **reducido un 33,8 %** es decir **31 segundos respecto del caso de ajuste**. Ese dato permite **establecer un tiempo de ciclo de 60 s**, 10s menos que en el caso con mazarota gruesa y además teniendo la **seguridad** de que la **mazarota no dará problemas** como ocurría si se programaban 70 segundos con mazarota gruesa. Se establece entonces un tiempo de llenado de 4 s, 25 s de compactación y 31 s de enfriamiento.

También hay que indicar que, **al compactar a mayor presión**, la deformación de los **alabeos disminuye** aproximadamente 1mm respecto de los ensayos iniciales. Quedando a 5 mm en los puntos más críticos que son las orejas.

Información adicional de los últimos casos expuestos en la memoria se puede consultar en el anexo 4.

## 8 Desarrollo anteproyecto molde.

Una vez se ha hecho el modelo de la pieza final, se puede comenzar a **diseñar el molde**. Durante su diseño hay que tener en cuenta **numerosos aspectos**. Todos los componentes del molde se dispondrán en función de la geometría de la pieza, **el sistema de alimentación, el sistema de refrigeración y el sistema de expulsión**.

Se ha utilizado la herramienta de [www.hasco.com](http://www.hasco.com) la cual permite crear moldes de forma rápida para luego pasarlos a CAD. Se ha seleccionado el molde y los componentes más convenientes para la geometría en dicha página.

El molde estará formado por un **conjunto de piezas**, unas normalizadas y otras hechas a medida.

### 8.1 Contracción PE

Lo primero que se ha tenido en cuenta a la hora de diseñar el molde es la **contracción del material plástico** elegido. Como se puede observar en la tabla, el polietileno (PE) posee una contracción aproximada entre 2 y 3 %. Para que las dimensiones de la pieza final fuesen las deseadas, una vez realizado el proceso de inyección, se ha escalado la pieza original un 2,5 % para contrarrestar la contracción del PE.

Clase de plástico	Contracción en %	Clase de plástico	Contracción en %
Poliamida 6	1 -1,5	Policarbonato	0,8
Poliamida 6 + fibra de vidrio	0,5	Copolímero de acetato	2
Poliamida 6,6	1 -2	Cloruro de polivinilo duro	0,5-0,7
Poliamida 6,6+fibra de vidrio	0,5	Cloruro de polivinilo blando	1 -3
Polietileno baja densidad	1,5-3	Acrlonitrilo-butadieno-estireno	0,4-0,6
Polietileno alta densidad	2 -3	Polipropileno	1,2-2
Poliestireno	0,5-0,7	Acetato de celulosa	0,5
Estireno-acrilonitrilo	0,4-0,6	Acetobutirato de celulosa	0,5
Polimetacrilato	0,3-0,6	Propionato de celulosa	0,5

F8.1 Porcentaje de contracción

### 8.2 Desarrollo cavidades del molde

El desarrollo del molde se comenzó decidiendo el **número de cavidades** que iba a tener, en este caso una. Esta decisión se fundamentó en el volumen de producción y el tamaño de la pieza a producir.

**La forma y la dimensión** de la pieza **condicionó su posición y tamaño** del molde. Al ser una pieza de dimensiones considerables, el tamaño del molde también es grande. Se ha tratado de **rebajar el coste del molde** reduciendo al máximo el número de contrasalidas necesarias en su desmoldeo como se trata en el apartado 5.5.

## 8.3 Partes del molde

El molde diseñado cuenta con **dos partes principales**, el **macho** dónde se encuentra el sistema de expulsión, y la **hembra** dónde está situado el sistema de inyección.

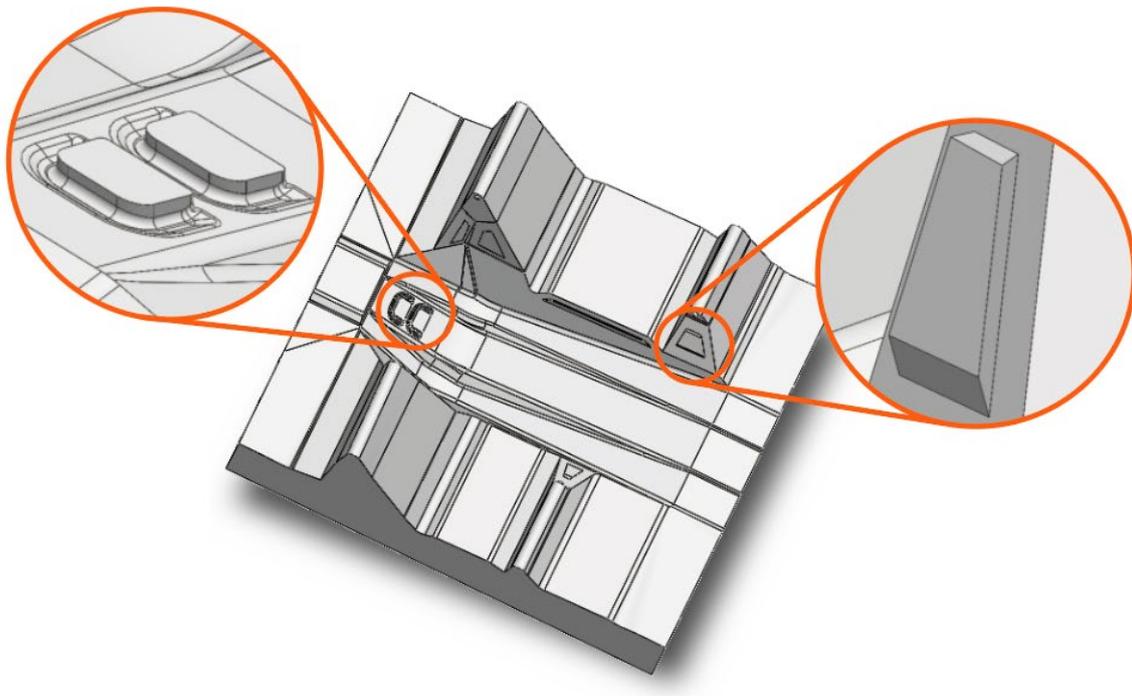
En los siguientes apartados se va a explicar cómo se han diseñado cada una de las partes del molde en detalle y cómo se han diseñado los sistemas de refrigeración, inyección y expulsión.

Se comenzó separando el molde en **núcleo y cavidad**.

### 8.3.1 Cavidad

En la **cavidad** del molde está mecanizada la superficie que contacta con la parte exterior del cubre cárter. La cavidad en este caso se encuentra en la **parte fija del molde**, en ella posteriormente se situarán las columnas guía, los cilindros hidráulicos que moverán las correderas y el bebedero.

En la cavidad, se pueden observar los salientes que forman los huecos de refrigeración de la parte delantera del cubre cárter, así como los de las orejas traseras.

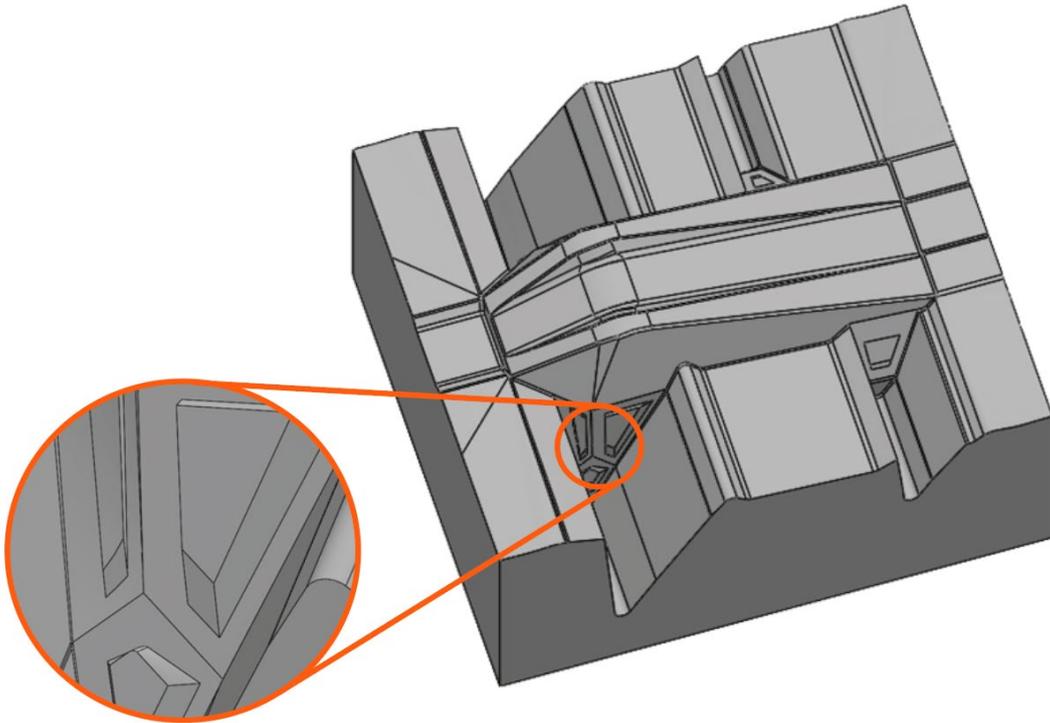


F8.2 Cavidad

### 8.3.2 Núcleo

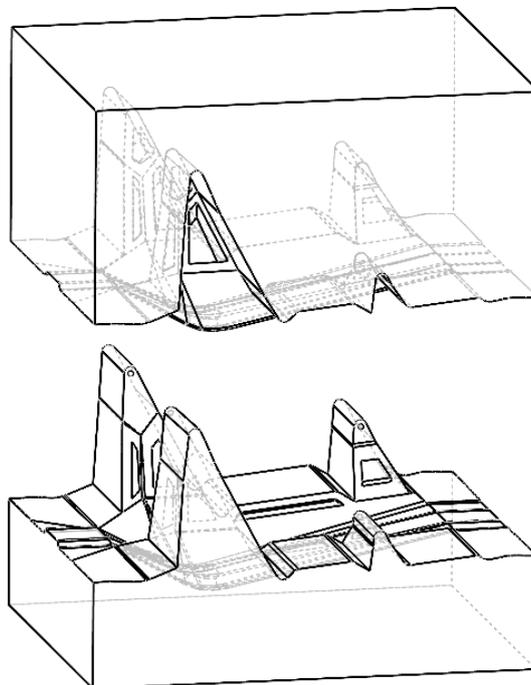
El **núcleo** forma parte de la **parte móvil del molde**, en él se mecanizará el sistema de expulsión y los taladros para las guías entre otros.

La superficie del núcleo en contacto con la pieza formará el interior del cubre cárter. En él están mecanizados los salientes que dan forma a los huecos de las orejas laterales como se muestra en la figura 8.3.



F8.3 Núcleo

### 8.3.3 Conjunto núcleo-cavidad

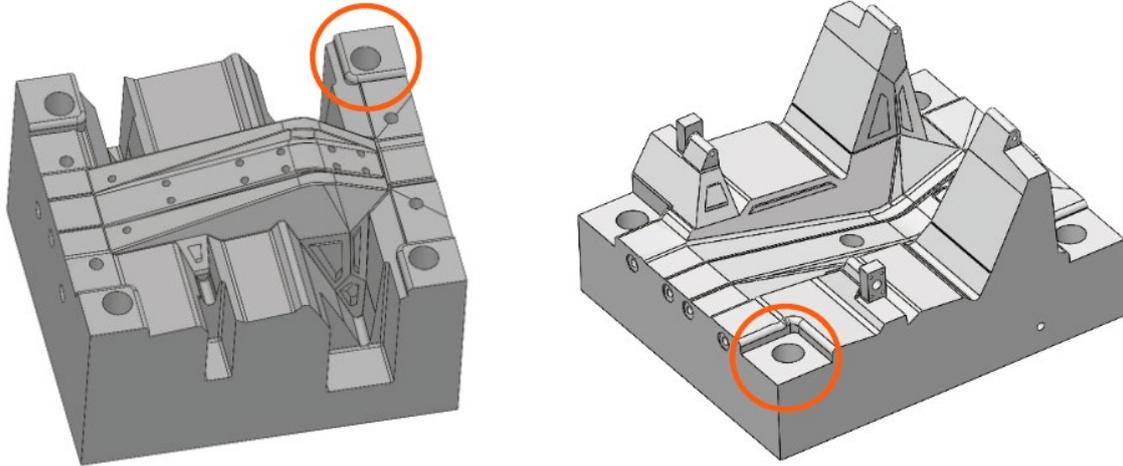


F8.4 Núcleo - Cavidad

En la figura 8.4 se puede observar la **posición del núcleo y la cavidad** en una primera instancia. Partiendo de esta base, se va a desarrollar el resto de los elementos necesarios para el correcto funcionamiento del mismo.

## 8.4 Rebajes

Estos rebajes están pensados para **cuadrar las medidas** de las columnas y casquillos guía. Se han diseñado teniendo en cuenta la superficie de contacto del núcleo – cavidad. Para mejorar su **acoplamiento** se han realizado redondeos y dejado una pequeña tolerancia entre superficies en esa zona.

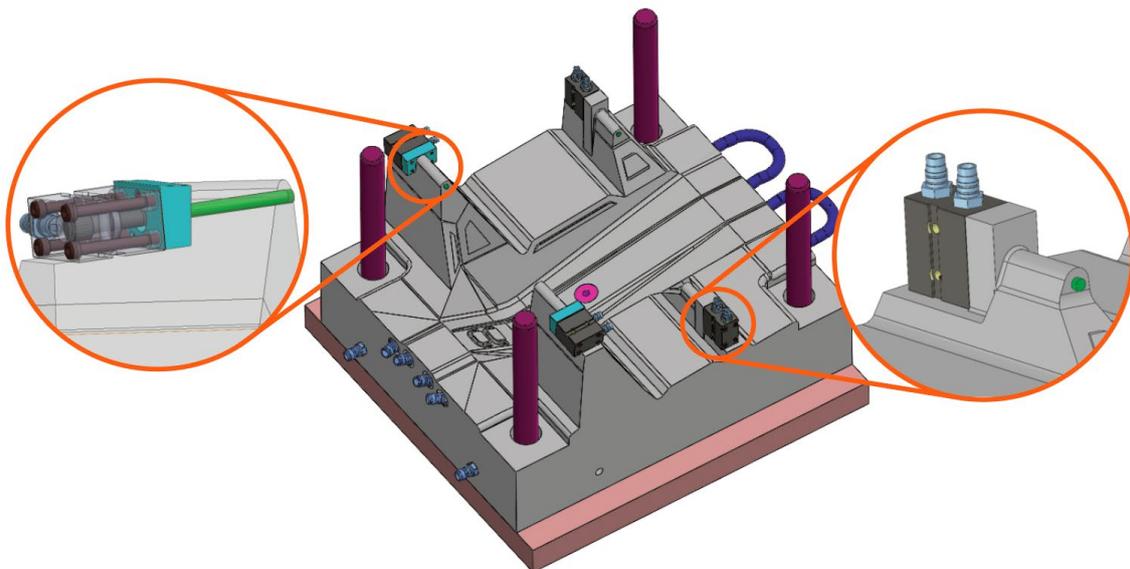


F8.5 Rebajes

## 8.5 Contrasalidas

La **geometría de la pieza** impide diseñar un molde sin contrasalidas ya que, en los **cuatro puntos de unión** con el chasis de la moto necesita agujeros pasantes.

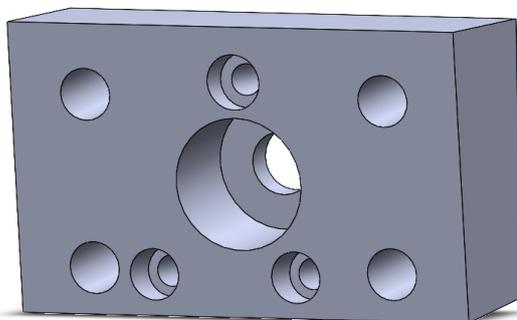
Se ha reducido el número de contrasalidas a cuatro para disminuir tanto el coste como la complejidad del molde. Para la expulsión de estos cuatro agujeros se han decidido utilizar cuatro pistones hidráulicos situados en la parte superior de las patillas. Estos únicamente **arrastran los cilindros que forman los agujeros pasantes**.



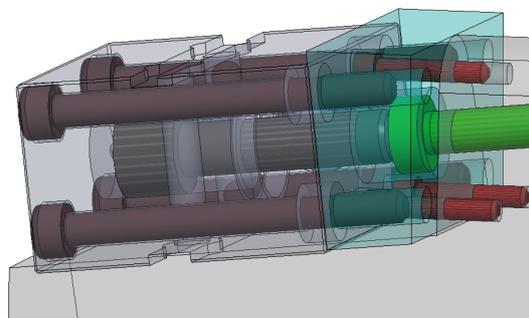
F8.6 Contrasalidas

### 8.5.1 Topes de sujeción

En las orejas de los puntos de anclaje delanteros se han tenido que diseñar unos **utilajes** que conectan el molde con los pistones hidráulicos. Estos se unen mediante **siete tornillos** situados conforme a la geometría de las orejas.



F8.7 Tope de sujeción



F8.8 Conjunto Tope – Hidráulico

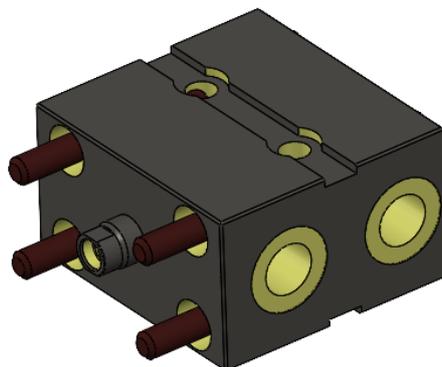
### 8.5.2 Hidráulicos

Los **hidráulicos** que realizan el movimiento de contrasalida de los cuatro puntos de unión se han obtenido del catálogo de [www.hasco.com](http://www.hasco.com). Se han elegido conforme a los **requerimientos mecánicos necesarios** para la expulsión de la pieza. Los aspectos más relevantes para elegir estos hidráulicos han sido su tamaño, su **recorrido**, su **fuerza** y la **posición** de sus tornillos de anclaje, así como su **entrada** y **salida** de aceite.

Para **calcular la fuerza** necesaria para aguantar la presión, se ha tomado el valor de 35 MPa que aparece en el caso definitivo, en la zona de la oreja.

$$\text{Fuerza} = \text{Área transversal} \times \text{Presión en esa zona} = \pi r^2 \times 35 = 1760 \text{ N}$$

Se ha escogido el hidráulico de menor tamaño que alcanza una fuerza **superior a 1,8 kN**.



F8.9 Cilindro hidráulico

Se han tenido que hacer unas **cavidades en los laterales** del núcleo del molde para poder encajar los hidráulicos y que no sobresalieran evitando problemas posteriores. Los pistones se tienen que mover antes de la apertura y después del cierre (para no arrastrar sobre la figura y permitir que la pieza se mueva con el macho).

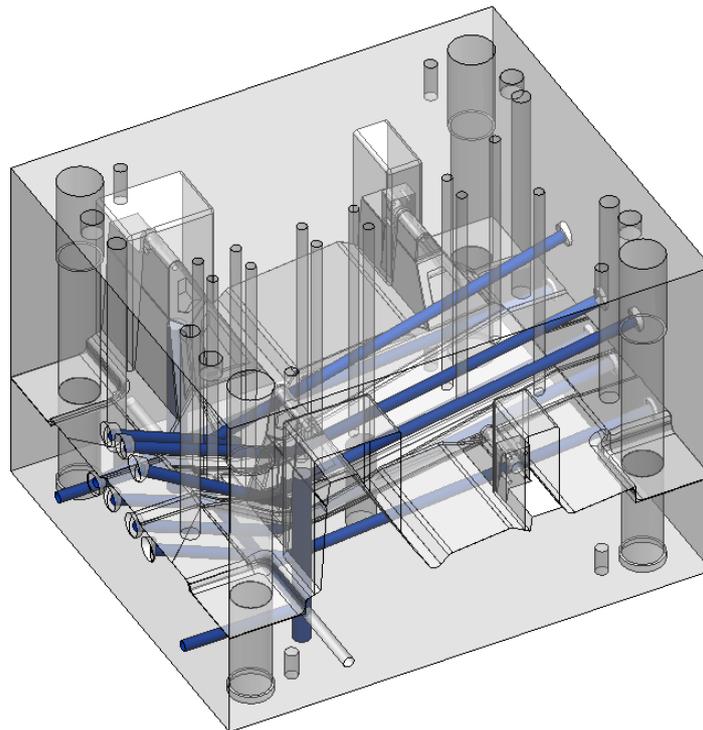
100 bar [kN]																						Nr./No.							
F2	F1	sw1	h1	t5	t4	t3	t2	t1	a6	a5	a4	a3	a2	a1	b2	b1	l2	l1	d7	d6	d5	d4	d3	d1	d2	H1			
1,2	2	8	35	15	2	4,4	6,4	14	11	30	16,5	30	22	40	8	60	6	62	11	G1/4	11	6,6	M6	16	10	16	Z23500/16x10x	16	
																		79									32	32	
																		97									50	50	
2,9	4,9	13	45	17		6,4	8,6			50	18	33	30	50	10	65	7	71	14			14	8,5	M10	25	16	20	Z23500/25x16x	20
																		101									50	50	
																		151									100	100	
4,9	8	17	55	18	3	7,6	10,6		12,5	55	22	38	35	55	12	75	10	85	18			18	10,5	M12	32	20	25	Z23500/32x20x	25
																		110									50	50	
																		160									100	100	
7,7	12,6	22	63	27		10,6				63	24	40	40	63		85		89					M16	40	25	25	Z23500/40x25x	25	
																		114									50	50	
																		164									100	100	
11,6	19,9	27	75	32	5	12,6	12,6			76	27	44	45	76	16	100		100	20			20	13	M20	50	32	25	Z23500/50x32x	25
																		125									50	50	
																		175									100	100	
18,6	31,2	34	95	42		16,6	16,6	18		95	26	50	65	95	20	125	14	116	26	G1/2	26	17	M27	63	40	30	Z23500/63x40x	30	
																		149									63	63	
																		186									100	100	

[F8.10] Elección hidráulico

## 8.6 Sistema de refrigeración

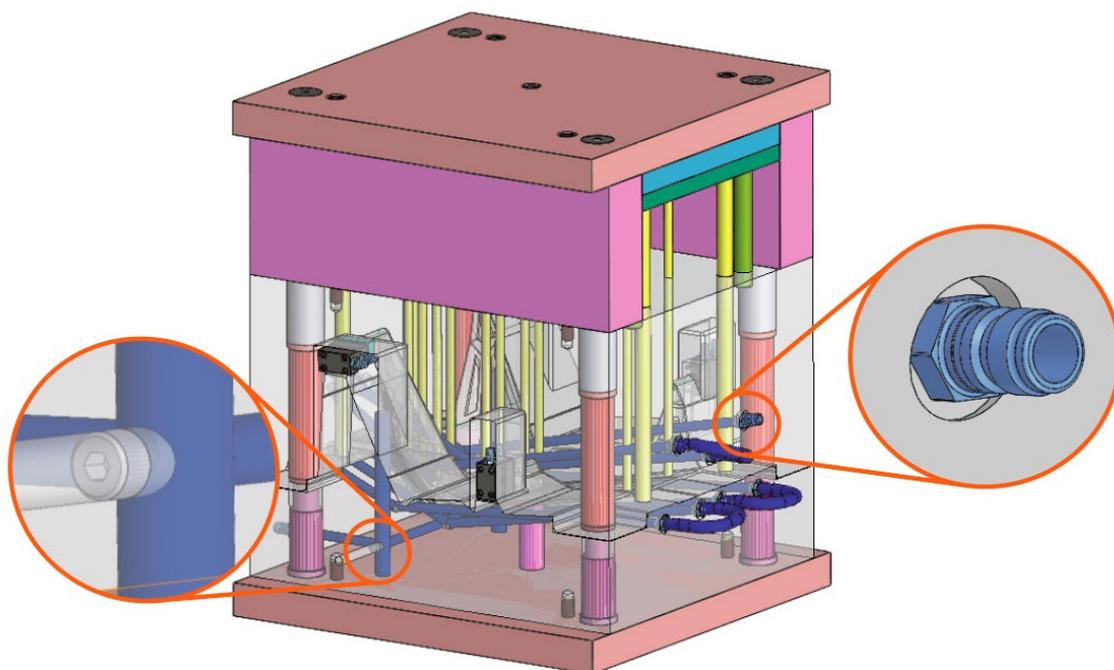
El **sistema de refrigeración** se ha desarrollado con ayuda del programa MoldFlow. Primero se desarrolló desde el archivo CAD y una vez se tuvo una **primera aproximación** se simuló en MoldFlow como se explica en el apartado 7.3. Se realizaron una serie de cambios para intentar **reducir el tiempo de ciclo** y abaratar costes en la producción.

Se han creado cuatro canales en total, entre cavidad y núcleo, con la finalidad de cubrir la mayor parte de la superficie de la pieza. Tres de estos canales son de 15 mm de diámetro y se han situado a una distancia de 2,5 veces el diámetro entre el eje del canal y la superficie de la pieza. El cuarto canal está formado por dos regletas de desviación situadas en las orejas delanteras.



F8.11 Canales refrigeración

Se han colocado **tapones, mangueras y conectores** normalizados para dirigir el flujo del agua por los circuitos de refrigeración diseñados. Para que los conectores se pudiesen colocar se han tenido que rebajar las zonas de entrada y salida de los conductos.



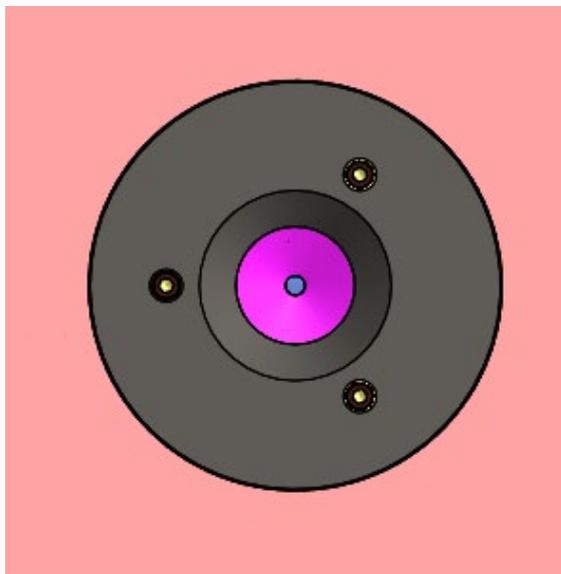
F8.12 Conectores y tapones normalizados

## 8.7 Sistema de llenado

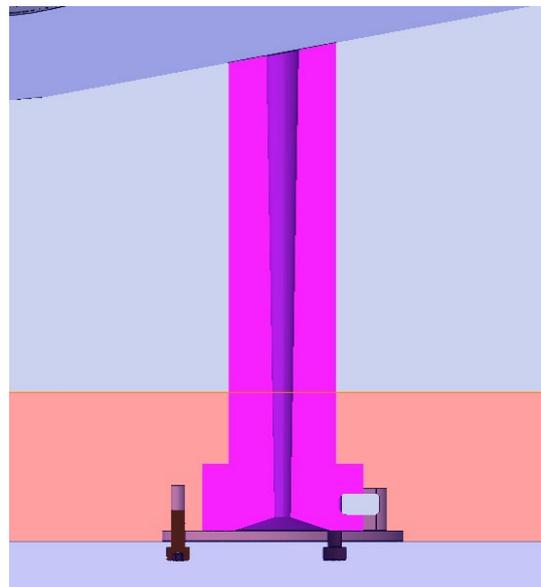
El **sistema de llenado está situado en la cavidad**. Como se ha comentado en el apartado de simulación de inyección, se ha decidido un único punto de inyección de colada fría. El bebedero se ha diseñado conforme a la calidad de llenado y el tiempo de enfriamiento de la pieza. Este tiene un diámetro de **6 mm con un ángulo de inclinación de 1°**.

Tanto el bebedero como el aro de centraje se han sacado de **catálogos de piezas normalizadas**, aunque el bebedero necesita una posterior mecanización para cuadrar con la superficie de la pieza.

El aro de centraje va sujeto a la placa de amarre de la parte fija mediante tres tornillos. Este presiona el bebedero para que no salga de su posición. Además, al bebedero se le ha colocado un perno para evitar su rotación.



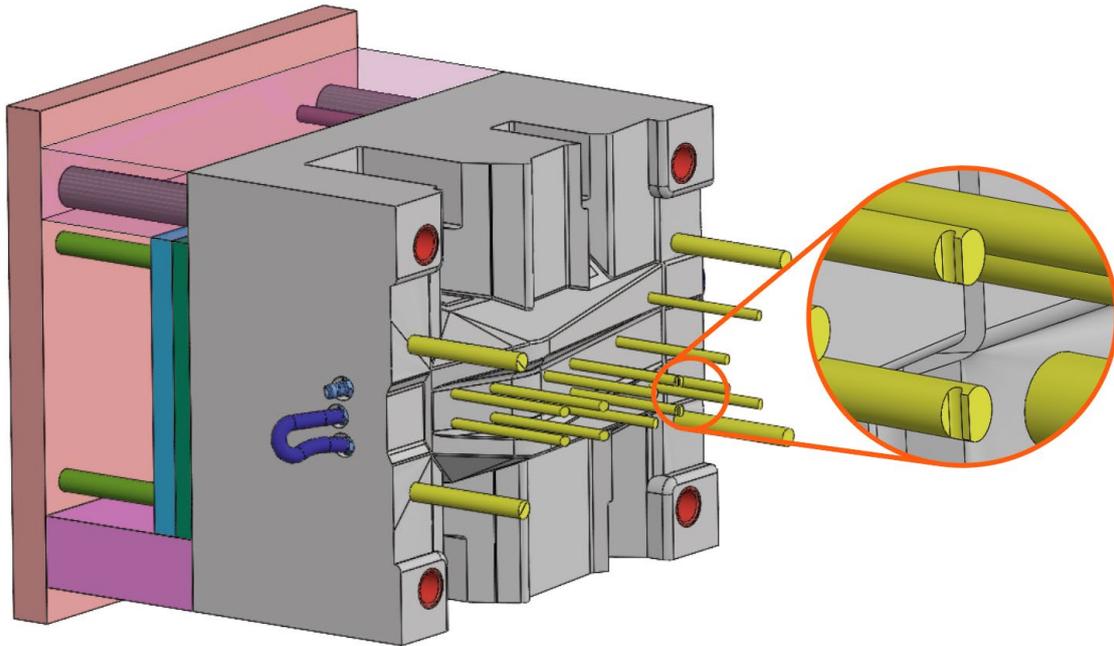
F8.13 Aro de centraje



F8.14 Vista partida - Inyección

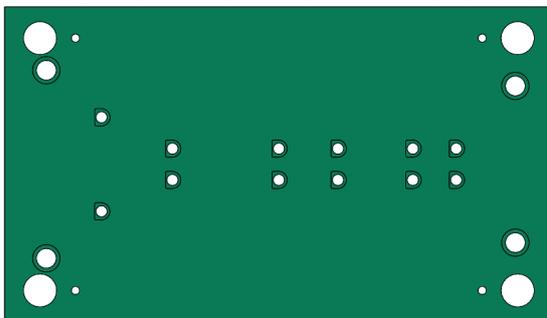
## 8.8 Sistema de expulsión

Cuando se tuvo el **sistema de refrigeración acabado**, se diseñó el **sistema de expulsión**. El sistema de expulsión está compuesto por las dos placas de expulsión las cuales sujetan los expulsores, los topes de expulsión, los casquillos y las columnas de expulsión.

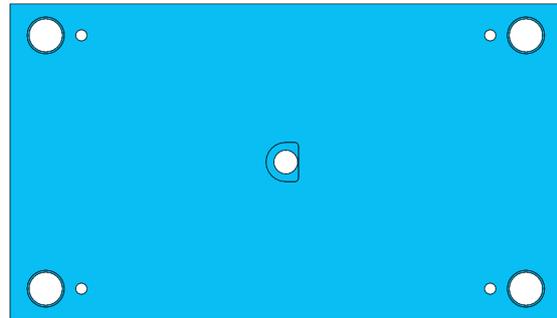


F8.15 Sistema expulsión – Expulsores de mazarota

Los expulsores se han **colocado de forma homogénea** a lo largo de la pieza y están situados en las **partes más planas** del cubre cárter para evitar problemas de expulsión. El sistema cuenta con **doce expulsores**, dos de ellos de mazarota, los cuales tienen una pequeña hendidura que tirará de la pieza a la hora de abrir el molde. Al liberar la expulsión, los expulsores de mazarota permitirán que la pieza caiga completando el ciclo.

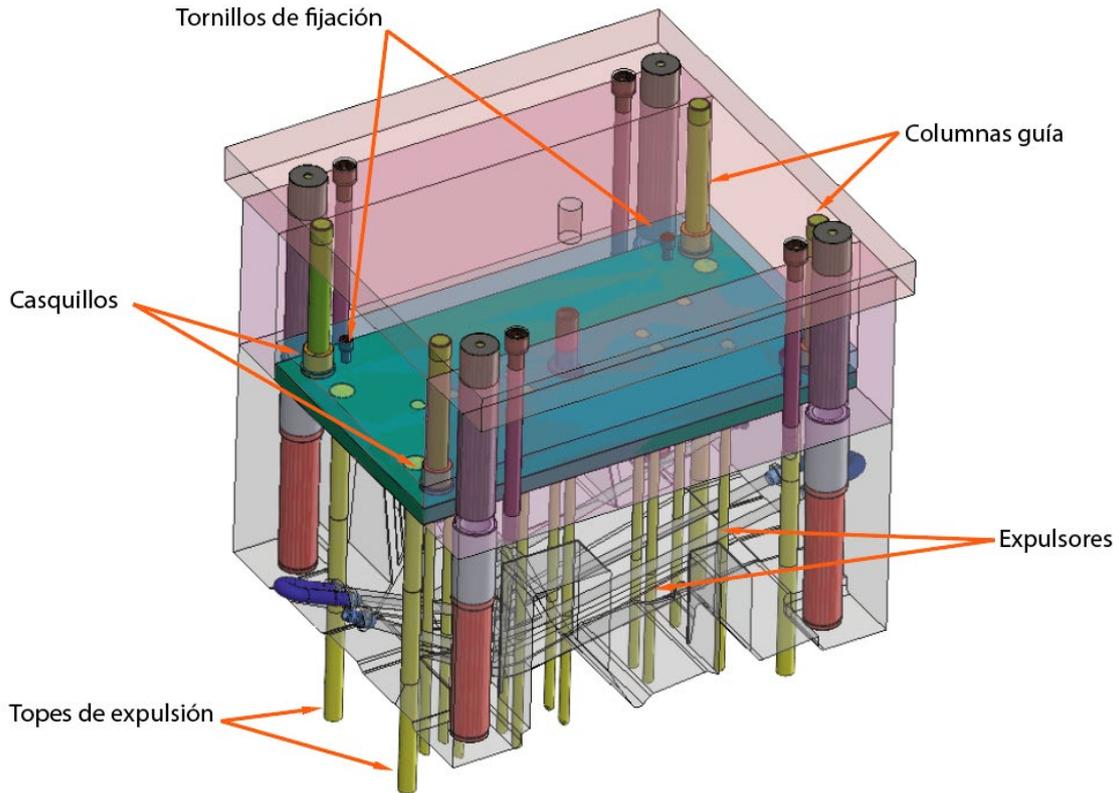


F8.16 Placa expulsión – Fina



F8.17 Placa expulsión – Gruesa

Se ha pensado en el **modo de mecanizar las placas** porta-expulsores para evitar la rotación de estos. Las placas van dirigidas por cuatro columnas situadas en las esquinas de la placa y cada una tiene un casquillo que atraviesa las dos placas.



F8.18 Partes sistema de expulsión

## 8.9 Elementos normalizados

Se han utilizado **múltiples elementos normalizados** a los que se les han hecho pequeñas variaciones en sus dimensiones para adaptarlos al conjunto del molde. Algunos de estos elementos normalizados son: casquillos, columnas, tornillos, arandelas de presión y empujador de expulsión.

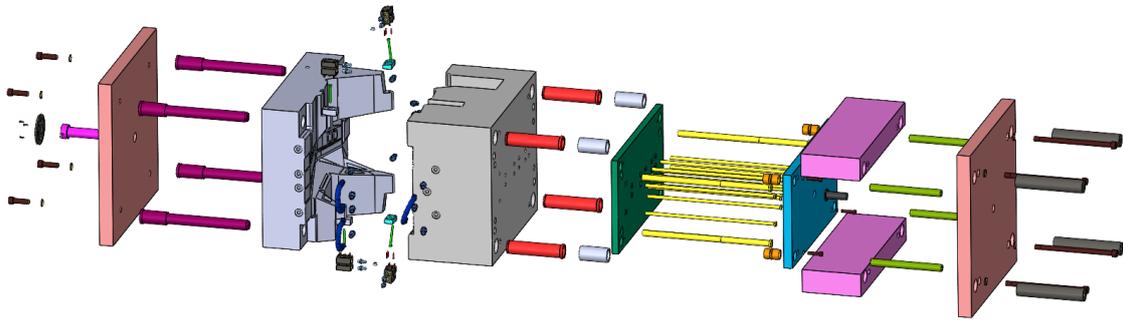
Los **casquillos** están situados en la **parte móvil del molde**, tienen un diámetro interior normalizado de 42 mm. Para que llegaran al final del núcleo y no tener que modificarlos se han creado unos separadores que apoyan en los regles. Las **columnas** también tienen diámetro 42 mm y están posicionadas mediante hendiduras en la **parte fija** del molde.

Se van a usar 4 tornillos M20x320 para sujetar la placa de amarre móvil con los regles y el núcleo del molde. En la parte fija del molde se une la placa de amarre a la cavidad mediante cuatro tornillos de M20x65. Para anclar los hidráulicos se han utilizado 16 tornillos M6x65, y para unir los adaptadores 6 tornillos M4x20.

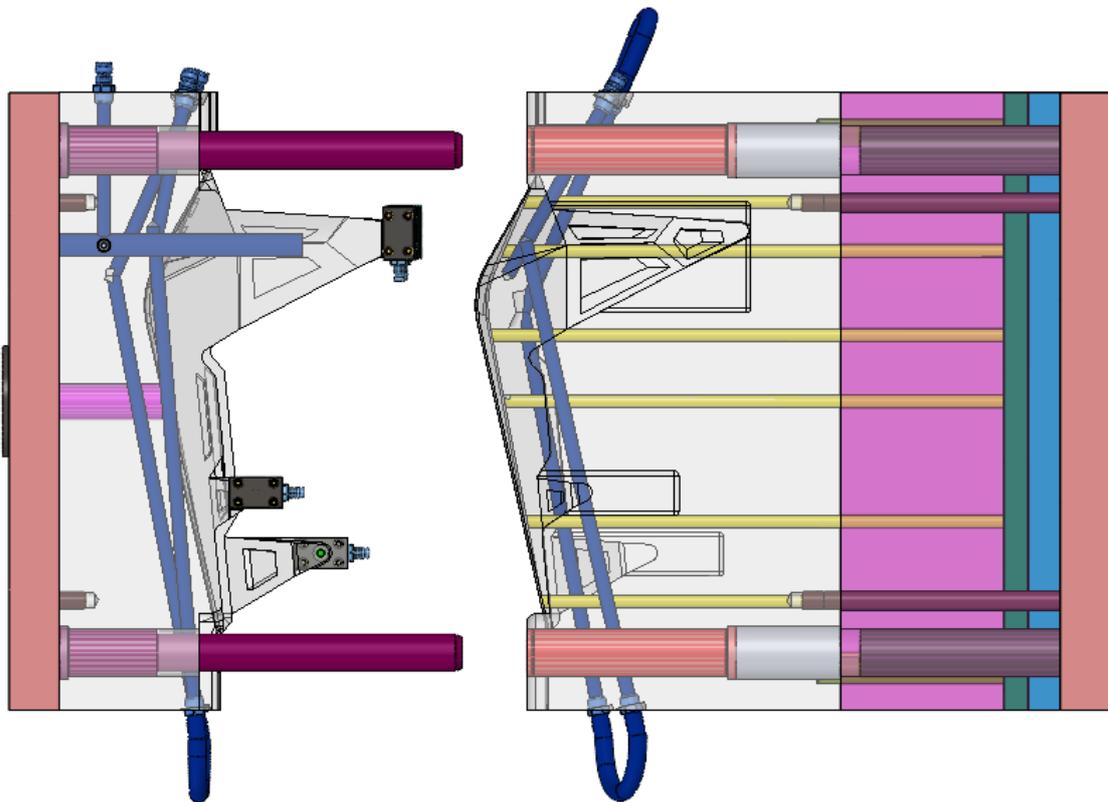
El resto de los elementos se han sacado de catálogos de piezas normalizadas para moldes.

## 8.10 Molde completo

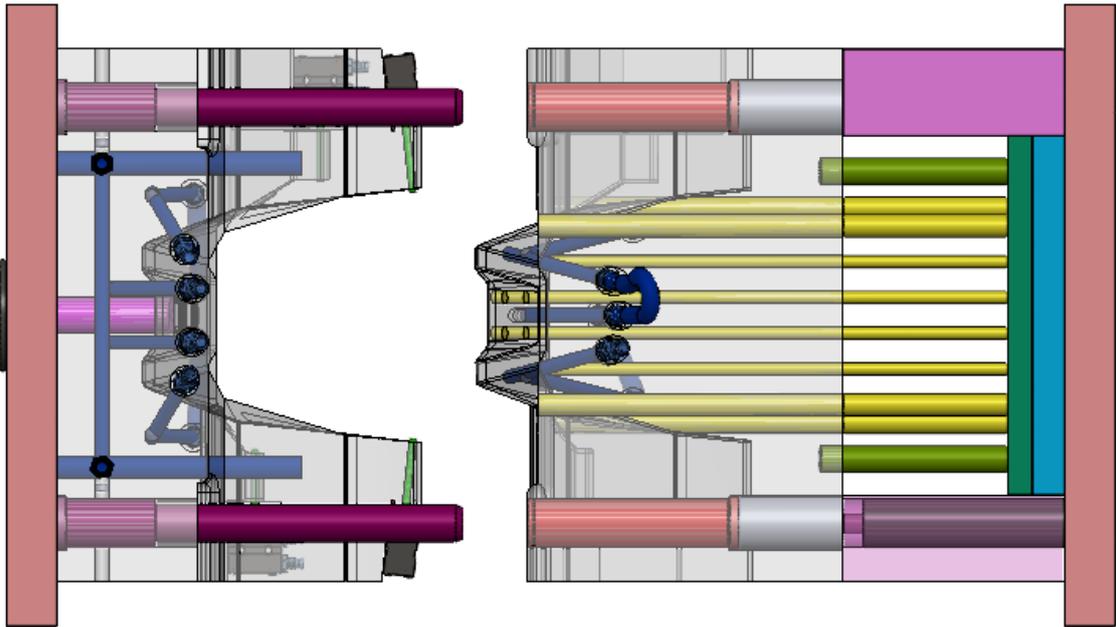
A continuación, en la figura se muestra el **despiece completo** del molde diseñado.



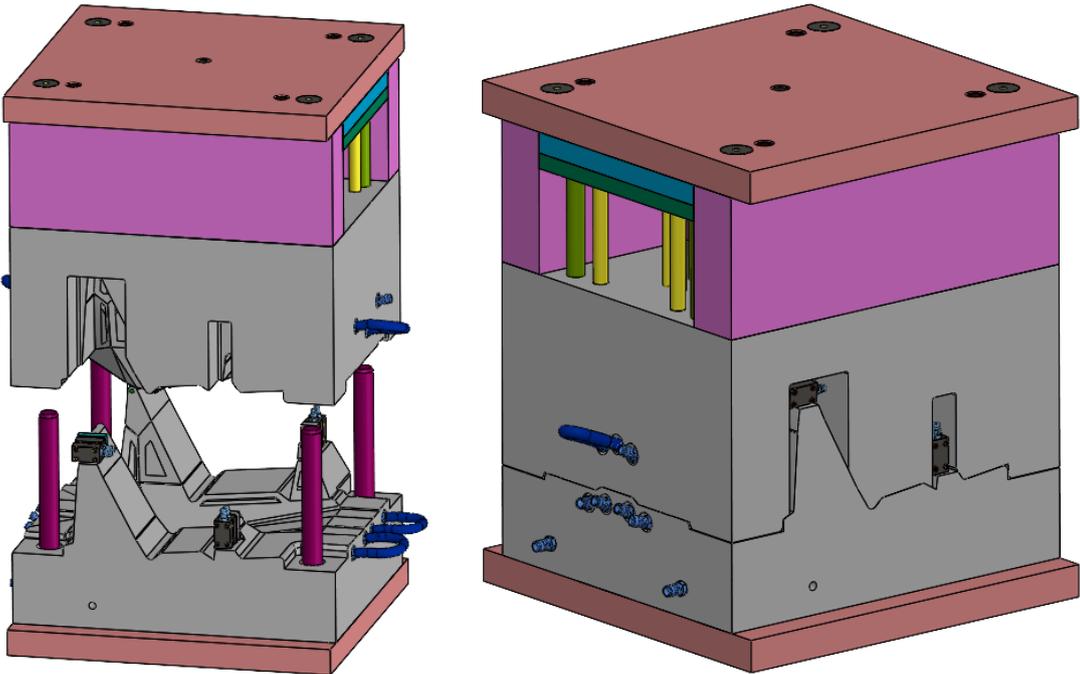
F8.19 Despiece completo.



F8.20 Vista lateral molde



F8.21 Vista frontal molde



F8.22 Molde completo

## 9 Listado de piezas

El listado de todas las piezas que componen el molde se puede consultar en el anexo 5.

## 10 Estimación de coste de fabricación de la pieza

Antes de comenzar a calcular se va a establecer el número de cubre cárteres que se van a fabricar. En España durante 2021 se han matriculado 1.619 Hondas CB 500X. [52]. Este dato se va a multiplicar por 4 ya que es desde 2019 que existe el modelo con los mismos puntos de anclaje. También se va a multiplicar por 100 ya que Honda tiene influencia mundial y vende esta moto en todo el mundo.

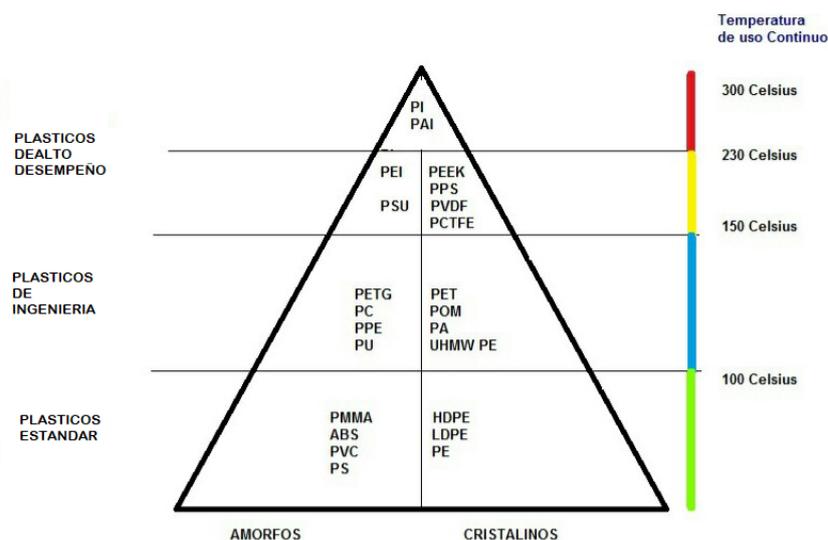
Número de Hondas CB 500 X aproximado =  $1.619 \cdot 4 \cdot 100 = 647.600$  uds.

Se supone que, de todos los usuarios de esta Honda, únicamente compran el cubre cárter 15.000 personas. Es decir, un 2,3 % de las personas que adquieren la moto.

### 10.1 Coste del material

El polietileno es un material que está **variando entre los 2,126 €/kg - 2,176 €/kg**. Si se tiene en cuenta la subida de precio de los materiales plásticos en los últimos meses. Se ha estimado el valor del polietileno es de **2,15 €/kg**. El valor del peso de la pieza se ha obtenido de SolidWorks dando como resultado **657.45 gramos con la colada incluida**.

**Coste material por pieza** =  $\text{Peso (Kg)} \cdot \text{€ / kg} = 0,657 \text{ Kg} \cdot 2,15 \text{ € / kg} = 1,41 \text{ € / pieza}$



[F10.1] Pirámide de polímeros

## 10.2 Coste del proceso

Para calcular el coste por hora de la máquina que se va a utilizar, se necesita la fuerza de cierre necesaria, previamente hallada en el estudio de inyección. Esta es de 520 toneladas aproximadamente. Otro aspecto importante son las dimensiones necesarias para la correcta colocación y funcionamiento del molde.

- Dimensión del molde: 696 mm x 696 mm x 860 mm
- Fuerza de cierre necesaria: 520 toneladas

Se ha escogido una máquina del catálogo de Mateu & Solé que cumple las características mencionadas.



DENOMINACIÓN		6500/3400			6500/4850			6500/7600		
UNIDAD DE INYECCIÓN		3400			4850			7600		
Diámetro del husillo	mm	70	80	90	80	90	105	90	105	120
Relación L/D del husillo		24	21	19	24	21	19	24	21	19
Presión máxima de inyección	bar	2189	1676	1324	2140	1690	1240	2275	1670	1280
Volumen teórico de inyección	cm3	1539	2010	2544	2260	2865	3400	3340	4545	5940
Peso máximo de inyección (PS)	g	1395	1820	2315	2045	2600	3080	3020	4115	5380
Caudal de inyección	cm3/s	415	542	686	454	574	782	426	580	758
Capacidad de plastificación	g/s	140	150	165	140	170	240	170	240	300
Velocidad regulable del husillo	min-1	271			147			118		
Par de giro del husillo	Nm	3203			6294			7835		
Zonas de calefacción	nº	5 + 1			5 + 1			6 + 1		
Potencia de calefacción	kW	38			42			52		
Fuerza máxima apoyo boquilla	kN	162			162			162		
Carrera máxima de la boquilla	mm	500			650			650		
UNIDAD DE CIERRE		650								
Fuerza cierre	kN (Tm)	6500 (650)								
Carrera máxima de apertura	mm	925								
Espesor molde	mm	300 - 900								
Dimensiones platos H x V	mm	1360 x 1360								
Paso entre columnas H x V	mm	900 x 900								
Distancia máxima entre platos	mm	1825								
Diámetro de las columnas	mm	170								
Fuerza máxima de la expulsión	kN	184								
Carrera máxima de expulsión	mm	350								
CARACTERÍSTICAS GENERALES		6500/3400			6500/4850			6500/7600		
Ciclos en vacío (Euromap 6a)	min-1	13								
Potencia del servomotor	kW (CV)	75 (100)								
Potencia total instalada	kW	113			117			127		
Capacidad depósito aceite	L	800								
Peso neto de la máquina	kg	38000								

[F10.2] Especificaciones máquina

Para realizar el cálculo del precio de la máquina por horas se tomara la siguiente expresión del libro Injection Mold Design Engineering David O. Kazmer Editorial Hanser, Munich 2007:

**Precio por hora de máquina** =  $[47 + 0,073 \cdot \text{Fuerza de cierre} - 4,7 \cdot \ln (\text{Fuerza de cierre})] \cdot \text{tipo máquina} = [47 + 0,073 \cdot 650 - 4,7 \cdot 650] \cdot 1 = \mathbf{65 \text{ € / h}}$  [53]

Se ha estimado un tiempo de ciclo de 70 segundos contando con la apertura y cierre del molde.

Por lo tanto, sale una producción de 51 uds / h.

**Coste máquina por pieza** = Precio por hora de máquina / N° de piezas por hora =  $65 \text{ €} / 51 = \mathbf{1,28 \text{ € / pieza}}$

### 10.3 Coste del molde

Dado que se tiene una idea bastante aproximada de lo que sería el molde final, se puede realizar un cálculo de coste de molde para tener en cuenta la amortización del mismo.

- Dimensión del molde: 696 mm x 696 mm x 860 mm =  $0,417 \text{ m}^3$
- Peso del molde:  $0,417 \text{ m}^3 \cdot 7850 \text{ Kg / m}^3 = 3273,45 \text{ Kg}$
- Estimación coste básico:  $3273,45 \text{ Kg} \cdot 3 \text{ € / Kg} = 6546,9 \text{ €}$
- Coste de contrasalidas:  $4 \text{ contrasalidas} \cdot 1000 \text{ € / contrasalida} = 4000 \text{ €}$
- Cámara caliente: No
- Molde invertido: No
- Suma:  $6546,9 \text{ €} + 4000 \text{ €} = 10546,9 \text{ €}$
- Se divide el coste por 0,17 para incluir el coste del mecanizado, ajuste del molde y margen de presupuesto. [54]

**Coste total molde** =  $10546,9 \text{ €} / 0,17 = \mathbf{62040,59 \text{ €}}$

A continuación, se va a calcular la amortización del molde con dos variantes el número de piezas a fabricar y los años de amortización del molde.

Amortización = Coste total del molde / (N.º de unidades por año · N.º años)

**Caso 1:** 2 años y 10.000 piezas

**Caso 2:** 2 años y 15.000 piezas

**Caso 3:** 3 años y 10.000 piezas

**Caso 4:** 3 años y 15.000 piezas

		Años	
		2	3
N ° de piezas	10.000	$62040,59 / (10.000 \cdot 2) =$ <b>3,1 € / pieza</b>	$62040,59 / (10.000 \cdot 3) =$ <b>2,07 € / pieza</b>
	15.000	$62040,59 / (15.000 \cdot 2) =$ <b>2,07 € / pieza</b>	$62040,59 / (15.000 \cdot 3) =$ <b>1,37 € / pieza</b>

Tabla amortización molde

## 10.4 Coste total

### Coste total por pieza

Dependiendo de los casos de amortización

	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Coste del material	1,41 €	1,41 €	1,41 €	1,41 €
Coste de la máquina	1,28 €	1,28 €	1,28 €	1,28 €
Coste del molde	3,1 €	2,07 €	2,07 €	1,37 €
<b>COSTE TOTAL</b>	<b>5,79 €</b>	<b>4,76 €</b>	<b>4,76 €</b>	<b>4,06 €</b>

Tabla coste de pieza

# 11 Conclusiones

## 11.1 Conclusiones sobre el diseño de la pieza

Se ha realizado una **completa búsqueda** de información que cubre todos los aspectos necesarios para el desarrollo de la pieza objeto de este TFG. En el estudio de mercado se ha podido sacar información valiosa para el **diseño y desarrollo** ya que se ha estudiado como se fabrican actualmente los que existen y que tipo de geometrías utilizan para resolver sus diseños.

A partir de ahí, se han planteado **tres conceptos** válidos de los cuales posteriormente se ha escogido uno, **totalmente fabricado en plástico** ya que es el más novedoso y completo. Finalmente, se ha conseguido **desarrollar un cubre cárter para la Honda CB 500X** a partir del modelo de 2019 en adelante. Después de **resolver diferentes problemas** en las contrasalidas, complejidad de la geometría y montaje final sobre la moto, se ha llegado a una pieza que cuenta con orificios de refrigeración, unas guías inferiores que le dan robustez y anclajes sencillos.

## 11.2 Conclusiones sobre los ensayos de inyección y el diseño del molde

El **material elegido** para fabricar el cubre cárter es **polietileno de alta densidad (HDPE)**. Este material además de ser barato cumple con los requerimientos técnicos. Es un material que aguanta bien los impactos y tiene una temperatura de trabajo de -100 °C a 80 °C, más que suficiente para el uso que se le va a dar.

En el **estudio de inyección** se ha determinado que se va a utilizar una **única entrada de colada fría** para llenar el molde. Se ha centrado el punto de inyección y se ha calculado el **tiempo de ciclo necesario** para fabricar la pieza teniendo en cuenta los canales de refrigeración diseñados.

Con todos los datos obtenidos de la simulación de inyección, y la propia geometría CAD de la pieza, se ha realizado el **anteproyecto de molde**, teniendo en cuenta todos sus componentes, normalizados aquellos en los que fuera posible.

El molde cuenta con **cuatro contrasalidas** para los puntos de anclaje del cubre cárter con la moto. Además, se ha **desarrollado el sistema de expulsión y el de refrigeración**.

## 11.3 Conclusiones generales

Se han logrado los objetivos generales planteados al comienzo del TFG, **solventando algunos inconvenientes no contemplados de inicio**.

Además, se ha estimado un coste de fabricación de pieza, pudiendo tener en cuenta la amortización del molde en diferentes escenarios. En el caso más favorable la fabricación de la pieza sería de 4,06 € y en caso más desfavorable se elevaría a 5,79 €.

## 12 Líneas futuras

Tras haber realizado todo el desarrollo del cubre cárter y el anteproyecto del molde los siguientes pasos a seguir serían los siguientes:

Se realizaría un prototipo y se ensayaría de forma experimental. Dependiendo de los resultados de estos ensayos se realizarían los cambios pertinentes en la geometría y diseño del cubre cárter.

Una vez el cliente ha dado su aprobación al anteproyecto del molde, se realizaría el proyecto del molde final. También, se generarían todos los planos del molde definitivo.

Y por último se fabricaría y comercializaría el producto.

## 13 Pieza final



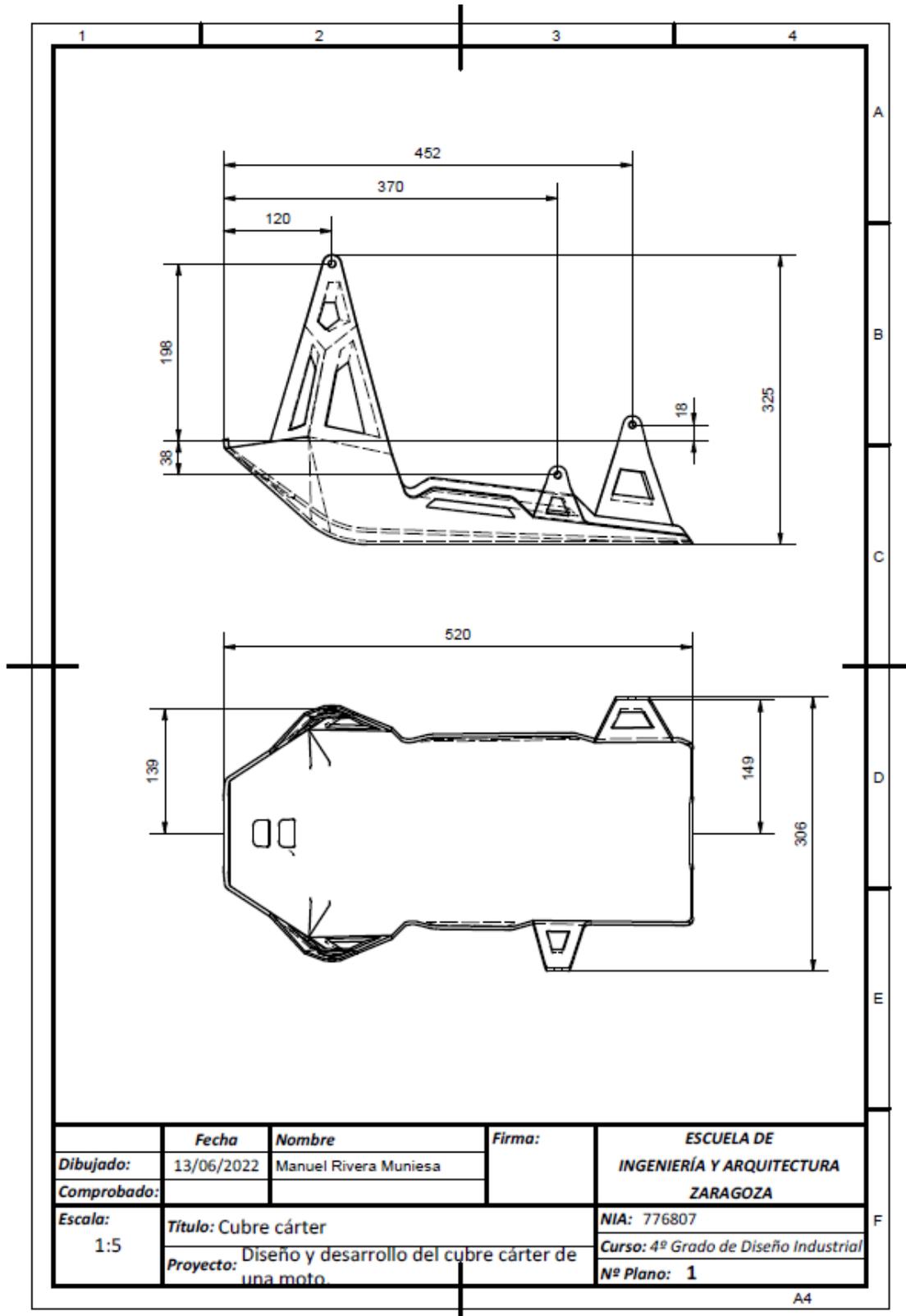
F13.1 Pieza final



F13.2 Cubre cárter en moto 1



F13.3 Cubre cárter en moto 2



F13.4 Plano: Cotas de Gálibo

# Bibliografía memoria

## Listado de Imágenes Referenciadas

- [F0.1] <https://icalendario.net/media/imprimir/2022/mensual/febrero/calendario-febrero-2022.png> (Consultado el 01/03/2022)
- [F1.1] <https://comotos.co/bajaj-dominar-400-ficha-precio/> (Consultado el 01/03/2022)
- [F1.2] [https://www.abc.es/summum/motor/abci-5-motos-lujo-mas-caras-2020-202006290946\\_noticia.html](https://www.abc.es/summum/motor/abci-5-motos-lujo-mas-caras-2020-202006290946_noticia.html) (Consultado el 01/03/2022)
- [F1.3] <https://motosmarin.com/blog/2018/07/17/suzuki-gsx250r-tu-primera-moto-deportiva/> (Consultado el 01/03/2022)
- [F1.4] <https://revistacentrozaragoza.com/clasificacion-de-las-motocicletas/> (Consultado el 01/03/2022)
- [F1.5] <https://www.chilemotos.com/tipo-de-moto-naked/> (Consultado el 01/03/2022)
- [F1.6] <https://motodinamia.com/tag/moto-neo-retro/> (Consultado el 01/03/2022)
- [F1.7] <https://www.ducaticanarias.com/motocicletas/streetfighter/streetfighter/> (Consultado el 01/03/2022)
- [F1.8] <https://www.ktm.com/es-es/models/mx.html> (Consultado el 03/03/2022)
- [F1.9] <https://www.motocrosscenter.com/shop/es/enduro/412022-husqvarna-te-300-enduro-2022-f2403v7.html> (Consultado el 03/03/2022)
- [F1.10] <https://www.detrail.shop/precio-motos-trial-2020/> (Consultado el 03/03/2022)
- [F1.11] <https://www.mall-11.xyz/products.aspx?cname=triumph+tiger+1200+explorer+2021&cid=7> (Consultado el 03/03/2022)
- [F1.12] <https://www.honda.com.br/motos/adventure> (Consultado el 03/03/2022)
- [F1.13] <https://pixabay.com/es/vectors/search/moto/> (Consultado el 05/03/2022)
- [F1.14] [https://es.educaplay.com/juegoimprimible/4991858-engine\\_parts.html](https://es.educaplay.com/juegoimprimible/4991858-engine_parts.html) (Consultado el 06/03/2022)
- [F1.15] <http://andomoto.blogspot.com/2014/09/funcionamiento-de-un-motor-2-tiempos.html> (Consultado el 06/03/2022)
- [F1.16] <https://www.elliottmotorsbcn.com/honda-nueva-cb-500-x-abs/> (Consultado el 06/03/2022)
- [F1.26] <https://imamagnets.com/moldes-inyeccion/> (Consultado el 26/03/2022)
- [F2.1] <https://outbackmotortek.es/producto/honda-africa-twin-1000-cubrecarter/> (Consultado el 08/03/2022)
- [F2.2] <https://www.hepco-becker.es/cubrecarter/2247-cubrecarter-para-bmw-f-800-gs-2008-2018-4042545524159.html> (Consultado el 08/03/2022)
- [F2.3] <https://pferd.tech/shop/cubre-carter-acero-trk-502-y-502x/> (Consultado el 08/03/2022)

[F2.4] <https://outbackmotortek.es/producto/honda-cb500x-cubrecajeter/> (Consultado el 08/03/2022)

[F2.5]

[https://es.aliexpress.com/item/1005003212843513.html?UTABTest=aliabtest233649\\_301013&randl\\_currency=EUR&randl\\_shipto=ES&src=google&src=google&albch=shopping&acnt=439-079-4345&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Google\\_7\\_shopping&gclsrc=aw.ds&albagn=888888&ds\\_e\\_adid=475827849334&ds\\_e\\_matchtype=&ds\\_e\\_device=c&ds\\_e\\_network=u&ds\\_e\\_product\\_group\\_id=855473407372&ds\\_e\\_product\\_id=es1005003212843513&ds\\_e\\_product\\_merchant\\_id=107904025&ds\\_e\\_product\\_country=ES&ds\\_e\\_product\\_language=es&ds\\_e\\_product\\_channel=online&ds\\_e\\_product\\_store\\_id=&ds\\_url\\_v=2&albcpr=11489913537&albag=114956049489&isSmbAutoCall=false&needSmbHouyi=false&qclid=CjwKCAjwiuuRBhBvEiwAFXKaNIWcz5ZHm0DSFv\\_3fISW82pZs2Jdn2tHW1QBqitMajLKP5PKikVRoCVfAQAvD\\_BwE&aff\\_fcid=d46ec1aaebb34e97ab43994a7c28dfe9-1648063549180-04153-UneMJZVf&aff\\_fsk=UneMJZVf&aff\\_platform=aaf&sk=UneMJZVf&aff\\_trace\\_key=d46ec1aaebb34e97ab43994a7c28dfe9-1648063549180-04153-UneMJZVf&terminal\\_id=e5e5d558256845438b1f4bb38d938e6e&OLP=1081400908\\_fgroup0&os\\_id=1081400908&afSmartRedirect=y](https://es.aliexpress.com/item/1005003212843513.html?UTABTest=aliabtest233649_301013&randl_currency=EUR&randl_shipto=ES&src=google&src=google&albch=shopping&acnt=439-079-4345&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Google_7_shopping&gclsrc=aw.ds&albagn=888888&ds_e_adid=475827849334&ds_e_matchtype=&ds_e_device=c&ds_e_network=u&ds_e_product_group_id=855473407372&ds_e_product_id=es1005003212843513&ds_e_product_merchant_id=107904025&ds_e_product_country=ES&ds_e_product_language=es&ds_e_product_channel=online&ds_e_product_store_id=&ds_url_v=2&albcpr=11489913537&albag=114956049489&isSmbAutoCall=false&needSmbHouyi=false&qclid=CjwKCAjwiuuRBhBvEiwAFXKaNIWcz5ZHm0DSFv_3fISW82pZs2Jdn2tHW1QBqitMajLKP5PKikVRoCVfAQAvD_BwE&aff_fcid=d46ec1aaebb34e97ab43994a7c28dfe9-1648063549180-04153-UneMJZVf&aff_fsk=UneMJZVf&aff_platform=aaf&sk=UneMJZVf&aff_trace_key=d46ec1aaebb34e97ab43994a7c28dfe9-1648063549180-04153-UneMJZVf&terminal_id=e5e5d558256845438b1f4bb38d938e6e&OLP=1081400908_fgroup0&os_id=1081400908&afSmartRedirect=y) (Consultado el 08/03/2022)

[F2.6] <https://www.unobike.com/es/cubrecajeter-sw-motech-negro-plateado-para-honda-cb500x-13-18-37172.html> (Consultado el 08/03/2022)

[F2.7] <https://www.powertechmotos.com.ar/MLA-736904786-cubre-cajeter-plastico-acerbis-ktm-exc-125-200-sx-125-150-powertech-motos- JM> (Consultado el 08/03/2022)

[F2.8]

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.mxtotal.com%2Fes%2Fktm-250-sx-proteccion-de-cajeter-fortress-naranja-modelos-2017-18-polisport-8471600002%2F&psig=AOvVaw0TOaa6Gb\\_C2P\\_H44Z5Ef-x&ust=1648167616479000&rct=i&ved=0CBIQqJslahcKEwjgqdz8vN32AhUAAAAHQAAAAAQGg](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.mxtotal.com%2Fes%2Fktm-250-sx-proteccion-de-cajeter-fortress-naranja-modelos-2017-18-polisport-8471600002%2F&psig=AOvVaw0TOaa6Gb_C2P_H44Z5Ef-x&ust=1648167616479000&rct=i&ved=0CBIQqJslahcKEwjgqdz8vN32AhUAAAAHQAAAAAQGg) (Consultado el 08/03/2022)

[F2.9] <https://www.motocrosscenter.com/shop/es/protectores-de-cajeter/402007-cubrecajeter-acerbis-yamaha-yz-450-f-2018-2021-color-azul-0023108040.html> (Consultado el 08/03/2022)

[F2.10] <https://www.importcross.com/es/recambios-y-accesorios/plasticos/cubre-cajeter/cubrecajeter-acerbis-honda-crf-250-10-17-crf-450-09-16-enduro-style/> (Consultado el 08/03/2022)

[F2.11] <https://www.wunderlich.de/shop/es/ilmberger-cubre-cajeter-26860-001.html> (Consultado el 08/03/2022)

[F4.8] [https://www.colvin.cl/?attachment\\_id=7187](https://www.colvin.cl/?attachment_id=7187) (Consultado el 15/04/2022)

[F4.10] <https://www.honda.it/motorcycles/range/adventure/cb500x/specifications.html> (Consultado el 15/04/2022)

[F8.1]

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftesis.ipn.mx%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F27775%2F19-CD642%2520-%2520IM-05-19.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&psig=AOvVaw3CJy6IMMNHTHspfdg6Peb2&ust=1654206734511000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxqFwoTCJjXhruejfgCFQAAAAAdAAAAABBO> (Consultado el 4/05/2022)

[F8.9] [https://www.hasco.com/es/Z/Desmoldeo/Gama-de-productos-hidr%C3%A1ulicos/Cilindros/p/Z23500\\_d1xd2xH1](https://www.hasco.com/es/Z/Desmoldeo/Gama-de-productos-hidr%C3%A1ulicos/Cilindros/p/Z23500_d1xd2xH1) (Consultado el 10/05/2022)

- [F8.10] [https://www.hasco.com/es/Z/Desmoldeo/Gama-de-productos-hidr%C3%A1ulicos/Cilindros/p/Z23500\\_d1xd2xH1](https://www.hasco.com/es/Z/Desmoldeo/Gama-de-productos-hidr%C3%A1ulicos/Cilindros/p/Z23500_d1xd2xH1) (Consultado el 09/06/2022)
- [F10.1] <http://plastma.com.mx/materiales-estandar-avanzados-de-ingenieria-y-de-alto-desempeno/> (Consultado el 09/06/2022)
- [F10.2] [https://www.mateusole.com/wp-content/uploads/2018/12/FICHAS\\_METEOR\\_650.pdf](https://www.mateusole.com/wp-content/uploads/2018/12/FICHAS_METEOR_650.pdf) (Consultado el 09/06/2022)
- [F13.2] <https://www.hondacanarias.com/motorcycles/adventure-CB500X-descripcion> (Consultado el 12/06/2022)
- [F13.3] <https://www.colvin.cl/honda-cb500xa-elige-bono-moto-3/> (Consultado el 12/06/2022)

## Listado de Referencias de Información

- [0] <https://eina.unizar.es/sites/eina.unizar.es/files/archivos/Calidad/ODS/ods.pdf>
- [1] <https://revistacentrozaragoza.com/clasificacion-de-las-motocicletas/> (Consultado el 01/03/2022)
- [2] <https://www.adslzone.net/e-movilidad/motos/puntos-comprar-moto-electrica/> (Consultado el 01/03/2022)
- [3] <https://motopasionstore.com/blog/2020/02/28/partes-moto-basicas-funcionamiento/> (Consultado el 01/03/2022)
- [4] <https://aprende.com/blog/oficios/motocicletas/partes-de-una-moto/> (Consultado el 05/03/2022)
- [5] <https://www.moto1pro.com/reportajes-motos/chasis-el-esqueleto-de-la-moto> (Consultado el 04/03/2022)
- [6] <https://www.neumarket.com/blog/tipos-de-llanta-para-moto/> (Consultado el 05/03/2022)
- [7] [https://www.mundodeportivo.com/uncomo/motor/articulo/cuales-son-las-piezas-del-motor-de-una-moto-21740.html#anchor\\_0](https://www.mundodeportivo.com/uncomo/motor/articulo/cuales-son-las-piezas-del-motor-de-una-moto-21740.html#anchor_0) (Consultado el 06/03/2022)
- [8] [https://www.motociclismo.es/consejos/carter-moto-nzm\\_242860\\_102.html](https://www.motociclismo.es/consejos/carter-moto-nzm_242860_102.html) (Consultado el 06/03/2022)
- [9] [https://www.actualidadmotor.com/el-carter-del-motor/#Carter\\_superior](https://www.actualidadmotor.com/el-carter-del-motor/#Carter_superior) (Consultado el 06/03/2022)
- [10] <https://www.motor.es/que-es/valvula-pcv> (Consultado el 22/03/2022)
- [11] [https://www.motociclismo.es/equipamiento/funcion-cubre-carter-nzm\\_233832\\_102.html](https://www.motociclismo.es/equipamiento/funcion-cubre-carter-nzm_233832_102.html) (Consultado el 06/03/2022)
- [12] <https://www.elliottmotorsbcn.com/honda-nueva-cb-500-x-abs/> (Consultado el 06/03/2022)
- [13] <https://www.soymoto.net/superventas-2019-las-motos-no-scooter-mas-vendidas-del-ano> (Consultado el 06/03/2022)
- [14] <https://solomoto.es/prueba-trail-bicilindricas-a2/> (Consultado el 08/03/2022)

- [15] <https://www.honda.es/cars/world-of-honda/past/history.html> (Consultado el 08/03/2022)
- [16] <https://www.honda.es/cars/world-of-honda/present/philosophy.html> (Consultado el 08/03/2022)
- [17] <https://www.mundomotero.com/cuando-y-como-pasar-la-itv-de-la-moto/> (Consultado el 07/03/2022)
- [18] <https://www.boe.es/boe/dias/2010/06/24/pdfs/BOE-A-2010-9994.pdf> (Consultado el 07/03/2022) (Real Decreto 750/2010)
- [19] <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-11154> (Consultado el 07/03/2022)
- [20] <https://www.motopoliza.com/consejos-segueros-y-motos/ventajas-de-las-motos/dudas-de-motos/itv-legislacion/> (Consultado el 07/03/2022)
- [21] [https://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo\\_por\\_inyecci%C3%B3n#:~:text=Es%20una%20preNSA%20hidr%C3%A1ulica%20o\\_ser%20inyectado%20en%20el%20molde.](https://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo_por_inyecci%C3%B3n#:~:text=Es%20una%20preNSA%20hidr%C3%A1ulica%20o_ser%20inyectado%20en%20el%20molde.) (Moldeo por inyección) (Consultado el 14/03/2022)
- [22] Diseño y desarrollo de componentes de plástico inyectados (I): el material ", J. Castany, A. Martínez, J. Aísa, Prensas Universitarias de Zaragoza, 2013
- [23] <http://www.mailxmail.com/curso-inyeccion-termoplasticos/partes-maquina-grupo-inyeccion> (Consultado el 26/03/2022) (Unidad de inyección)
- [24] <http://www.mailxmail.com/curso-inyeccion-termoplasticos/partes-maquina-cierre> (Consultado el 26/03/2022) (Unidad de cierre)
- [25] <https://www.facebook.com/moldeoporinyeccion/posts/2710965052503610/> (bancada)
- [26] <http://ppi.com.mx/Servicios/que-es-un-molde-de-inyeccion.html> (Consultado el 25/03/2022)
- [27] <http://www.mailxmail.com/curso-inyeccion-termoplasticos/molde-partes-basicas> (Consultado el 25/03/2022)
- [28] <https://plasticsl.com/inyeccion-plastico-que-es-para-que-sirve/> (Consultado el 26/03/2022)
- [29] <https://www.3dsystems.com/quickparts/learning-center/injection-molding-basics> (Consultado el 26/03/2022)
- [30] <https://moldblade.com/recomendaciones-de-diseno-de-piezas-para-procesos-de-inyeccion-de-plastico/> (Consultado el 27/03/2022)
- [31] <file:///C:/Users/manue/Downloads/29788-Article%20Text-83316-1-10-20070725.pdf> (Consultado el 26/03/2022) (Nervios)
- [32] <https://www.protolabs.es/recursos/sugerencias-de-diseno/5-formas-de-utilizar-el-angulo-de-inclinacion-para-mejorar-la-moldeabilidad-de-su-pieza/> (Consultado el 27/03/2022)
- [33] <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/37056/2.Memoria.pdf?sequence=7&isAllowed=y#:~:text=Contrasalida%3A%20parte%20de%20la%20geometr%C3%ADa.extraer%20la%20pieza%20del%20molde.> (Consultado el 28/03/2022)

- [34] [https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DMPP/DMPP02/es\\_DFM\\_DMPP02\\_Contenidos/website\\_132\\_contrasalidas\\_y\\_desmoldeo.html](https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DMPP/DMPP02/es_DFM_DMPP02_Contenidos/website_132_contrasalidas_y_desmoldeo.html) (Consultado el 28/03/2022)
- [35] <https://www.protolabs.es/recursos/sugerencias-de-diseno/9-sugerencias-para-reducir-los-costes-del-moldeo-por-inyeccion/> (Consultado el 28/03/2022)
- [36] <https://outbackmotortek.es/producto/honda-africa-twin-1000-cubre-carter/> (Consultado el 08/03/2022)
- [37] <https://www.hepco-becker.es/cubre-carter/2247-cubre-carter-para-bmw-f-800-gs-2008-2018-4042545524159.html> (Consultado el 08/03/2022)
- [38] <https://pferd.tech/shop/cubre-carter-acero-trk-502-y-502x/> (Consultado el 08/03/2022)
- [39] <https://outbackmotortek.es/producto/honda-cb500x-cubre-carter/> (Consultado el 23/03/2022)
- [40] [https://es.aliexpress.com/item/1005003212843513.html?UTABTest=aliabtest233649\\_301013&randl\\_currency=EUR&randl\\_shipto=ES&src=google&src=google&albch=shopping&acnt=439-079-4345&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Google\\_7\\_shopping&gclsrc=aw.ds&albagn=888888&ds\\_e\\_adid=475827849334&ds\\_e\\_matchtype=&ds\\_e\\_device=c&ds\\_e\\_network=u&ds\\_e\\_product\\_group\\_id=855473407372&ds\\_e\\_product\\_id=es1005003212843513&ds\\_e\\_product\\_merchant\\_id=107904025&ds\\_e\\_product\\_country=ES&ds\\_e\\_product\\_language=es&ds\\_e\\_product\\_channel=online&ds\\_e\\_product\\_store\\_id=&ds\\_url\\_v=2&albcpr=11489913537&albag=114956049489&isSmbAutoCall=false&needSmbHouyi=false&gclid=CjwKCAjwuuRBhBvEiwAFXKaNIWcz5ZHm0DSFv\\_3fISW82pZs2Jdn2tHW1QBqitMajLKPEr5PKIkVRoCVfAQAvD\\_BwE&aff\\_fcid=d46ec1aaebb34e97ab43994a7c28dfe9-1648063549180-04153-UneMJZVf&aff\\_fsk=UneMJZVf&aff\\_platform=aaf&sk=UneMJZVf&aff\\_trace\\_key=d46ec1aaebb34e97ab43994a7c28dfe9-1648063549180-04153-UneMJZVf&terminal\\_id=e5e5d558256845438b1f4bb38d938e6e&OLP=1081400908\\_fgroup0&os\\_id=1081400908&afSmartRedirect=y](https://es.aliexpress.com/item/1005003212843513.html?UTABTest=aliabtest233649_301013&randl_currency=EUR&randl_shipto=ES&src=google&src=google&albch=shopping&acnt=439-079-4345&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Google_7_shopping&gclsrc=aw.ds&albagn=888888&ds_e_adid=475827849334&ds_e_matchtype=&ds_e_device=c&ds_e_network=u&ds_e_product_group_id=855473407372&ds_e_product_id=es1005003212843513&ds_e_product_merchant_id=107904025&ds_e_product_country=ES&ds_e_product_language=es&ds_e_product_channel=online&ds_e_product_store_id=&ds_url_v=2&albcpr=11489913537&albag=114956049489&isSmbAutoCall=false&needSmbHouyi=false&gclid=CjwKCAjwuuRBhBvEiwAFXKaNIWcz5ZHm0DSFv_3fISW82pZs2Jdn2tHW1QBqitMajLKPEr5PKIkVRoCVfAQAvD_BwE&aff_fcid=d46ec1aaebb34e97ab43994a7c28dfe9-1648063549180-04153-UneMJZVf&aff_fsk=UneMJZVf&aff_platform=aaf&sk=UneMJZVf&aff_trace_key=d46ec1aaebb34e97ab43994a7c28dfe9-1648063549180-04153-UneMJZVf&terminal_id=e5e5d558256845438b1f4bb38d938e6e&OLP=1081400908_fgroup0&os_id=1081400908&afSmartRedirect=y) (Consultado el 08/03/2022)
- [41] <https://www.unobike.com/es/cubre-carter-sw-motech-negro-plateado-para-honda-cb500x-13-18-37172.html> (Consultado el 08/03/2022)
- [42] <https://www.powertechmotos.com.ar/MLA-736904786-cubre-carter-plastico-acerbis-ktm-exc-125-200-sx-125-150-powertech-motos- JM> (Consultado el 08/03/2022)
- [43] [https://enduro21.com/es/prueba-de-productos-y-analisis/pruebas/primera-impression-el-nuevo-cubre-carter-polisport-off-road-fortress?filter\\_tag\[0\]=154](https://enduro21.com/es/prueba-de-productos-y-analisis/pruebas/primera-impression-el-nuevo-cubre-carter-polisport-off-road-fortress?filter_tag[0]=154) (Consultado el 08/03/2022)
- [44] <https://www.motocrosscenter.com/shop/es/protectores-de-carter/402007-cubre-carter-acerbis-yamaha-yz-450-f-2018-2021-color-azul-0023108040.html> (Consultado el 08/03/2022)
- [45] <https://www.importcross.com/es/recambios-y-accesorios/plasticos/cubre-carter/cubre-carter-acerbis-honda-crf-250-10-17-crf-450-09-16-enduro-style/> (Consultado el 08/03/2022)
- [46] <https://www.wunderlich.de/shop/es/ilmberger-cubre-carter-26860-001.html> (Consultado el 08/03/2022)

- [47] <https://extruplesa.com/proyectos-a-medida/> (Consultado el 23/04/2022)
- [48] <https://www.emacin.com.pe/pdf/Ficha-tecnica-POM-Polioximetileno.pdf>  
(Consultado el 23/04/2022)
- [49] <https://www.inalcoa.net/catalogo/plasticos-2/plasticos-delrin/#:~:text=Rango%20de%20temperatura%20de%20trabajo,Buena%20resistencia%20a%20la%20fluencia.> (Consultado el 23/04/2022)
- [50] [http://acpmaterials.es/images/valenciana/fichas\\_tecnicas/plasticos/Ficha%20Tecnica%20POM-C-ACP.pdf](http://acpmaterials.es/images/valenciana/fichas_tecnicas/plasticos/Ficha%20Tecnica%20POM-C-ACP.pdf) (Consultado el 23/04/2022)
- [51] [www.plasticosycaucho.com](http://www.plasticosycaucho.com) ; Informe semanal, Año XXVI, nº 1.193; Precios de Abril de 2022 (Consultado el 2/05/2022)
- [52] <https://www.motorbikemag.es/matriculaciones-motos-2021-crece-espana/>  
(Consultado el 9/06/2022)
- [53] Inyection Mold Design Engineering "David Kazmer, Hanser Munich, 2007" (Consultado el 9/06/2022)
- [54] Diseño y desarrollo de componentes de plástico inyectado II: la pieza. J. Castay, A. Martínez, Prensas Universitarias Zaragoza, 2014 (Consultado el 9/06/2022)