



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

MODELADO Y ANÁLISIS DEL PROCESO DE INYECCIÓN DE PARAGOLPES DELANTERO DE VEHÍCULO TURISMO

Alumno: José Carlos Robles Sierra

Tutor: Prof. D. Miguel Ángel Rubio Paramio.
Dpto: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos.

Noviembre, 2017



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseños y Proyectos

Don Miguel Ángel Rubio Paramio, tutor del Trabajo Fin de Grado titulado: MODELADO Y ANÁLISIS DEL PROCESO DE INYECCIÓN DE PARAGOLPES DELANTERO DE VEHÍCULO TURISMO, que presenta JOSÉ CARLOS ROBLES SIERRA, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, NOVIEMBRE de 2017

El alumno:

El tutor:

José Carlos Robles Sierra

D. Miguel Ángel Rubio Paramio

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. MOTIVACIÓN.....	2
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. ANTECEDENTES.....	4
2. DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO	5
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	8
2.1.1. CREACIÓN DE LA SUPERFICIE	8
2.1.2. CREACIÓN DE CUERPO SÓLIDO.....	17
2.1.3. GENERACIÓN GEOMETRÍA AUXILIAR.....	36
3. ELECCIÓN DE MATERIAL	39
4. ANÁLISIS DE LLENADO MEDIANTE MOLDFLOW	41
4.1. GENERALIDADES	41
4.2. PARÁMETROS ANALIZADOS.....	42
4.3. CONFIGURACIÓN DEL PROCESO DE LLENADO	44
4.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LLENADO	49
4.5. CONFIGURACIÓN CREACIÓN DE MOLDES	56
5. PREDISEÑO DEL MOLDE DE INYECCIÓN.....	62
6. CONCLUSIONES.....	70
7. PLANOS	71

1. INTRODUCCIÓN

1.1. MOTIVACIÓN

La principal razón por la que se ha llevado a cabo este proyecto se debe a la creciente necesidad que se tiene hoy en día en la industria del plástico a la creación de diferentes elementos mediante el moldeo por inyección de plástico. El proceso de moldeo por inyección del plástico es rápido, destinado a producir grandes cantidades del mismo producto en un corto período de tiempo.

Hoy en día los materiales más usados son por ejemplo los termoplásticos, termoestables, elastómeros e incluso algunos metales, si bien es cierto que se está procediendo la sustitución de dichos metales por algunos plásticos de alto rendimiento que pueden soportar altas temperaturas.

La aplicación del moldeo por inyección del plástico es ampliamente utilizada en la producción de piezas de plástico, desde equipos médicos hasta juguetes para niños, en la industria aeroespacial y particularmente en la industria automotriz donde muchas piezas son fabricadas íntegramente a través del moldeo por inyección del plástico. El método de moldeo por inyección es el más utilizado por ser el más rentable económicamente, de modo que en este sentido tiene especial importancia poder predecir con la mayor fiabilidad posible el correcto llenado de dichas piezas para identificar las zonas las cuales pueden llegar a ser fuente de problemas, originando posteriormente defectos en las piezas, anticipándonos a priori y modificar el diseño para solventar dichos inconvenientes si fuese necesario.

Esta idea se desarrollará ampliamente en los apartados siguientes.

1.2. OBJETIVOS

Los objetivos principales de este proyecto son los siguientes:

- Modelado paramétrico del paragolpes utilizando el software CAD Inventor.
- Estudio de la influencia de la geometría en el diseño del molde por inyección. Rediseño del molde.

- Optimización del proceso de llenado en la inyección de plástico utilizando el software MoldFlow. Análisis de los diferentes parámetros: Temperatura de molde, Número óptimo de cavidades, Material idóneo.
- Prediseño del molde de inyección.

Para la realización de este Trabajo Fin de Grado se han utilizado los programas anteriormente mencionados:

- Autodesk Inventor Professional 2016: Utilizado para el modelado de la geometría 3D, la cual posteriormente se someterá a estudio de llenado.
- Moldflow: Utilizado para las simulaciones de llenado de la piezas plásticas, en este caso para el estudio de llenado del paragolpes delantero. Destacar

Destacar que en este caso disponemos del paquete Moldflow dentro del propio programa `` *Autodesk Inventor Professional* `` de modo que se nos presenta una gran oportunidad de exprimir al máximo todo lo que nos ofrece en esta versión *Professional* ya que disponemos de ambas potentes aplicaciones en una misma herramienta, sin necesidad de estar extrapolando resultados y trabajando con programas de un gran coste computacional, sino que podemos trabajar directamente sobre el modelado y modificarlo si lo requiere, optimizando evidentemente el tiempo.

Esto no ocurre sin embargo en otras versiones de *Inventor*, si no que trata de algo totalmente novedoso, de ahí la gran importancia con la que comienza a destacar esta aplicación en el sector industrial.

1.3. ANTECEDENTES

Un paragolpes delantero de un vehículo turismo se trata de una pieza de dimensiones considerablemente grandes, independientemente del tipo o marca de vehículos.

En la actualidad existen una gran variedad de paragolpes dependiendo principalmente de la marca, ya que cada uno conserva unos rasgos totalmente identificativos y característicos a pesar de las continuas evoluciones en los modelos que van sacando al mercado con el paso de los años, esa seña de identidad siempre ha de estar presente, ya sea un vehículo turismo, motocicleta, cuadriciclo, autobús, camión e incluso algunos vehículos no considerados de motor como puede ser un tranvía.

El factor clave que ha posicionado a la industria del plástico a la cabeza se debe básicamente a la progresivamente sustitución que se ha efectuado de carácter general en prácticamente en todos los sectores, desde ordenadores portátiles, teléfonos móviles... etc. En concreto si observamos con detenimiento podemos apreciar que hoy en día la totalidad de los paragolpes delanteros/traseros están hechos de plástico, cosa que antes no sucedía, si no que eran metálicos. Evidentemente, esto ha supuesto una serie de mejoras en todos los aspectos como puede ser la relación potencia/peso lo que afecta directamente al consumo de combustible, es decir menor peso para las mismas prestaciones, e indirectamente a la emisión de CO₂ que tan importante es para nuestro medio ambiente.

Por todas estas ventajas descritas anteriormente, entre otras, queda clara y justificada la elección de la utilización del moldeo por inyección de plástico para el modelado en este caso de un paragolpes delantero ya que es el caso que nos ocupa.

2. DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO

El dispositivo consiste en el diseño de un paragolpes delantero de vehículo turismo, de modo que para hacerlo lo más realista posible y obtener un resultado claramente satisfactorio lo ideal sería intentar simular un diseño ya existente en el mercado, lo que sin duda alguna supondrá un reto en la fase de modelado 3D.

Partiendo de la premisa anteriormente mencionada, me propuse emular, en este caso, el paragolpes de un BMW, ya que me parece un modelo muy demandado en el mercado actual y estéticamente cumple todos los cánones. Para ello me dispuse a hacerme con uno de ellos dirigiéndome directamente a un taller oficial de dicha marca, y tras varios intentos finalmente me proporcionaron uno con grandes desperfectos pero al ser simétrico no supuso ningún problema, además la parte realmente interesante se trata de la parte interna, para ver la geometría con la cual se une el paragolpes a las diferentes protecciones internas y en general a la estructura del vehículo.



Ilustración 1. Identificación paragolpes.

El estado actual del paragolpes es el siguiente:



Ilustración 2. Parte delantera paragolpes

A pesar de su estado, es perfectamente válido para hacernos una idea de cómo ensamblan unas piezas con otras.



Ilustración 3. Parte trasera paragolpes.

En la ilustración anterior, podemos apreciar (aparece indicado con un flecha en rojo) las protecciones internas que lleva, y lo más importante es ver como se han unido éstas con el resto de componentes.

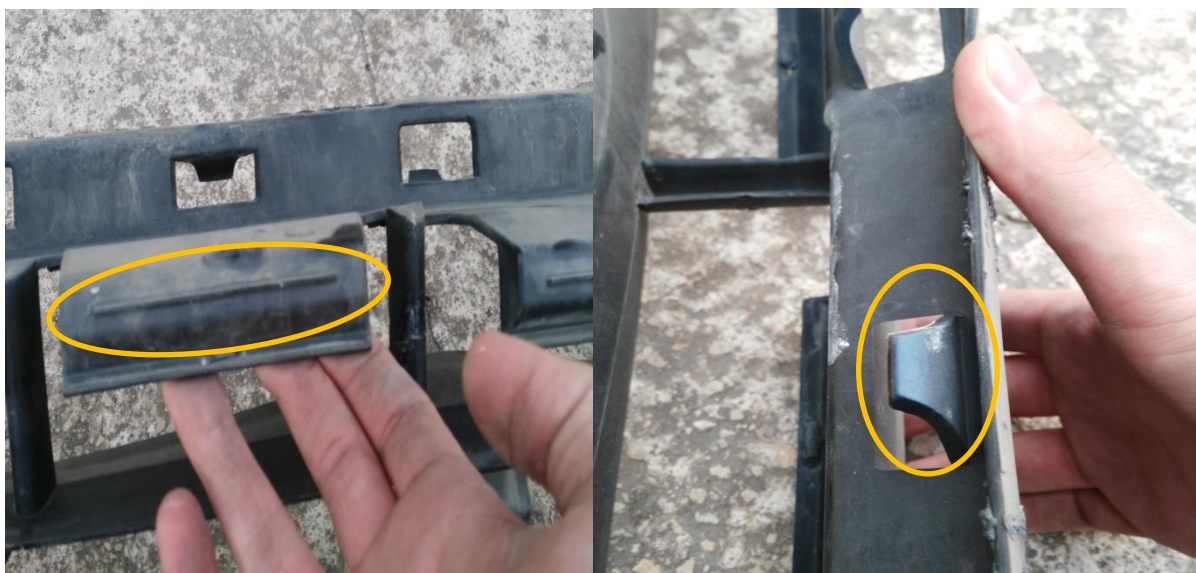


Ilustración 4. Acoplamientos.

En esta ilustración podemos ver el rasgo más característico de éstas uniones. Por un lado (imagen izquierda), podemos ver como presenta una especie de ``chaveta``, de modo que la unión con el paragolpes (nos referimos a la parte más externa) se lleva a cabo mediante el principio de soldadura por fricción rotativa, es decir, disponemos de dicha ``chaveta`` la cual inserta en un ``chavetero`` y mediante la aplicación de calor y presión se pasa al estado viscoso, repartiéndose y adhiriéndose el material a medida que se funde a lo largo de las piezas a unir, de modo que una vez que se ha enfriado tenemos una única pieza.

Lógicamente esta unión presenta unas características superiores en todos los sentidos a las aportadas por ejemplo por uniones atornilladas o bien remachadas, además hemos de tener en cuenta que mientras este tipo de uniones son desmontables la soldadura que se usa en estos casos es permanente, solo se separan mediante la rotura del material.

Por otro lado en la imagen situada a la derecha, podemos ver un tipo de saliente el cual nos servirá para colocar el paragolpes en la posición que nos interese, enrasando en una superficie de apoyo a la que posteriormente se unirá como se ha descrito anteriormente o bien con uniones desmontables.

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

2.1.1. CREACIÓN DE LA SUPERFICIE

Una vez conocida la información anteriormente mencionada, podemos comenzar con el proceso de modelado. En primer lugar comenzaremos con la creación de la estructura *alámbrica*, es decir, la creación del contorno solo con líneas tridimensionales. Nuestro entorno de trabajo será:

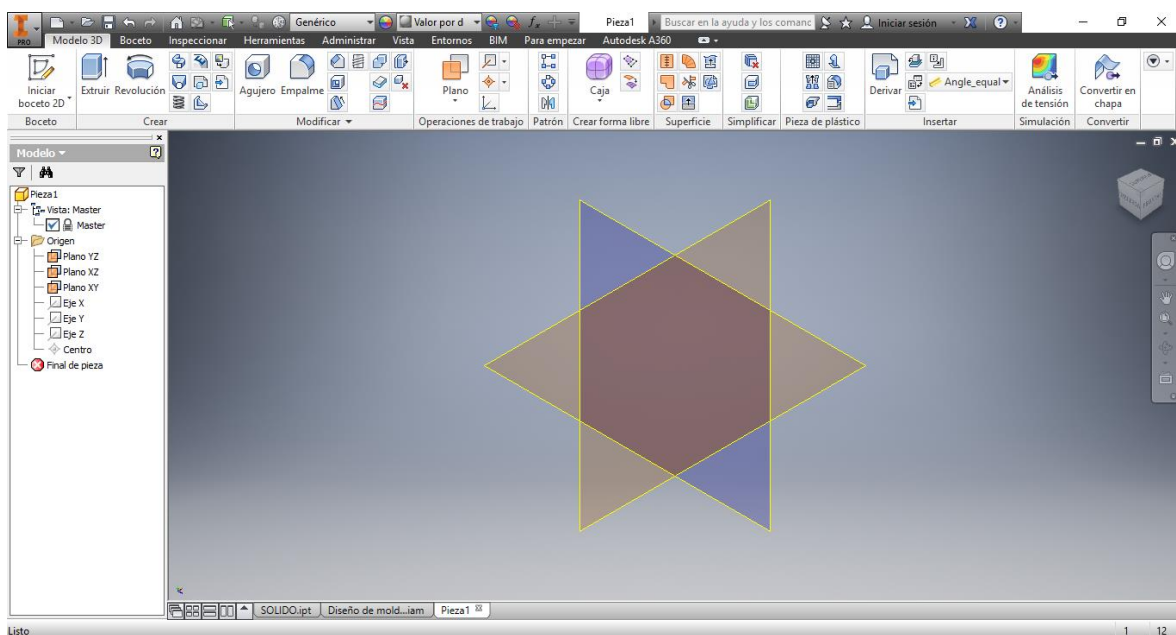


Ilustración 5. Espacio de trabajo.

Para la creación de dichas curvas en el espacio, usaremos la proyección ortogonal en los planos coordenados. Sabemos que un punto queda perfectamente

definido si conocemos dos de sus proyecciones en cualquiera de los planos de coordenadas, siguiendo este principio y entendiendo una línea como una sucesión infinita de puntos, podemos definir cualquier curva en el espacio.

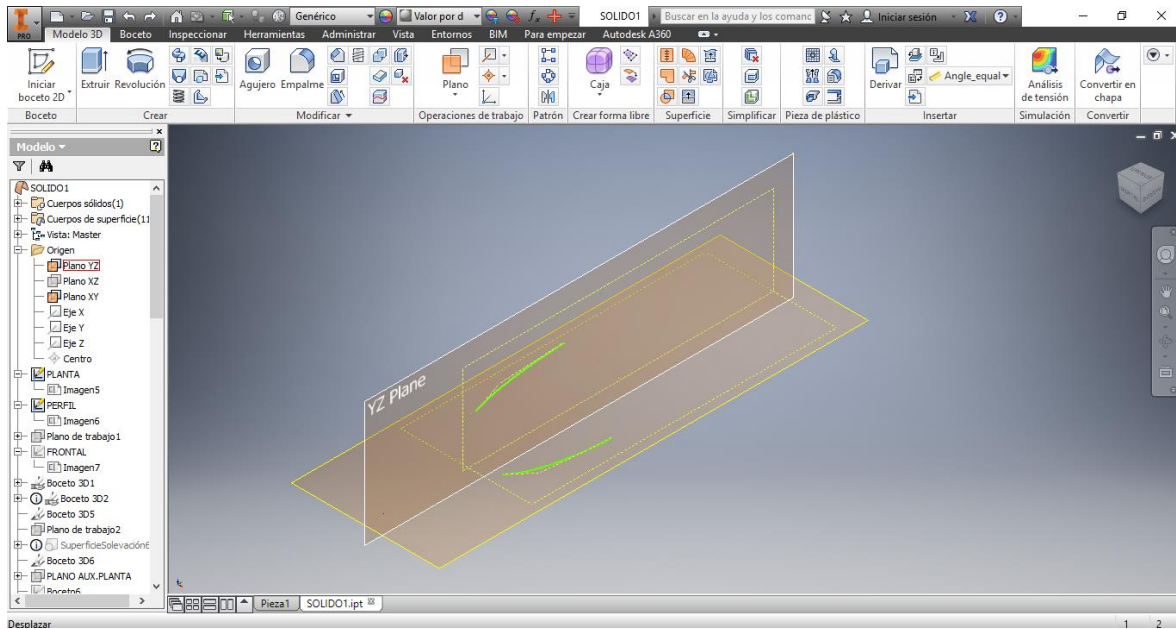


Ilustración 6. Creación curva tridimensional proyectada en planos.

Sin más procedemos con la primera intersección:

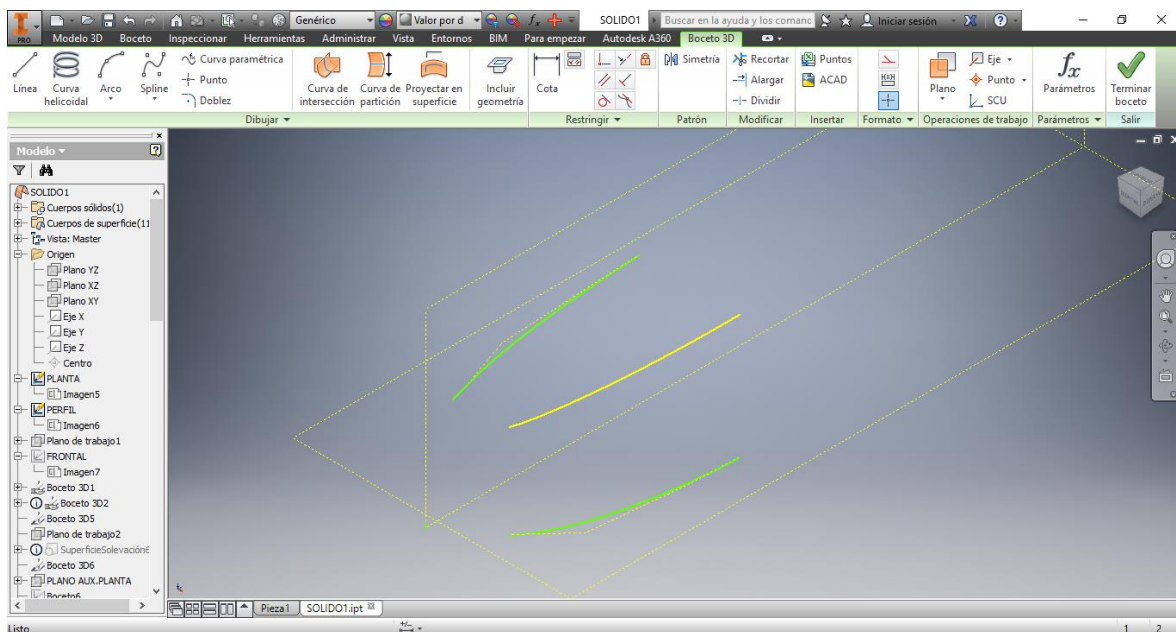


Ilustración 7. Creación curva tridimensional.

Ésta línea la cual aparece en color amarillo, ya está situada en el espacio, siguiendo esta dinámica, vamos dando forma poco a poco.

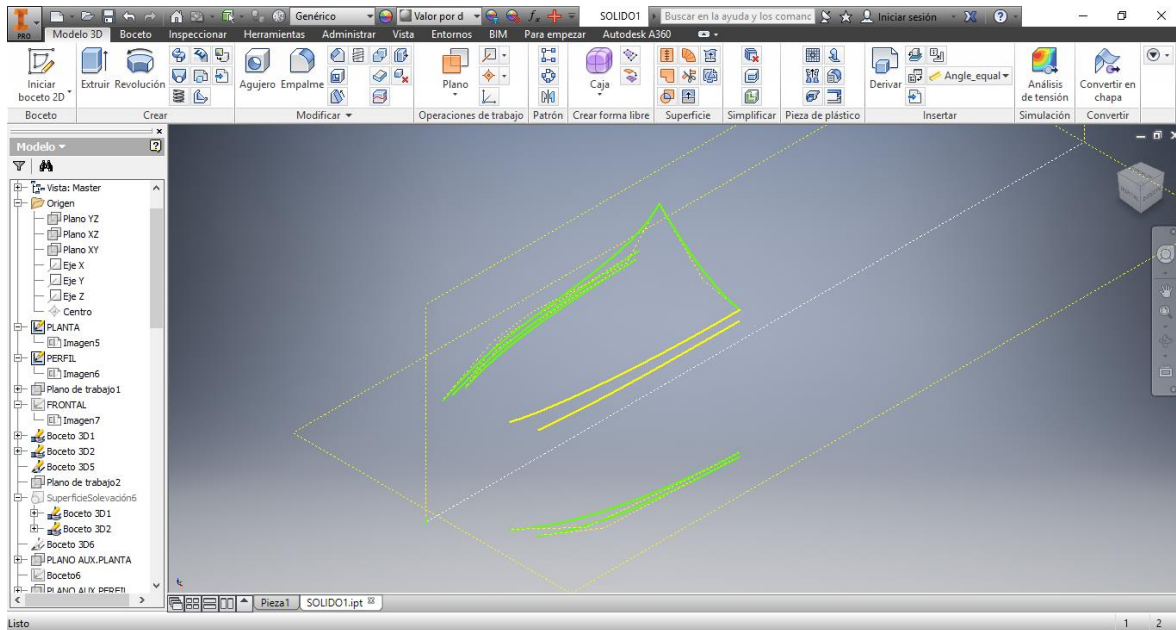


Ilustración 8. Creación curva tridimensionales 1.

Tomando como referencia las dos líneas tridimensionales (aparecen de color amarillo), creamos nuestra primer superficie, la cual nos servirá de guía para ir modelando poco a poco (Véase ilustración siguiente).

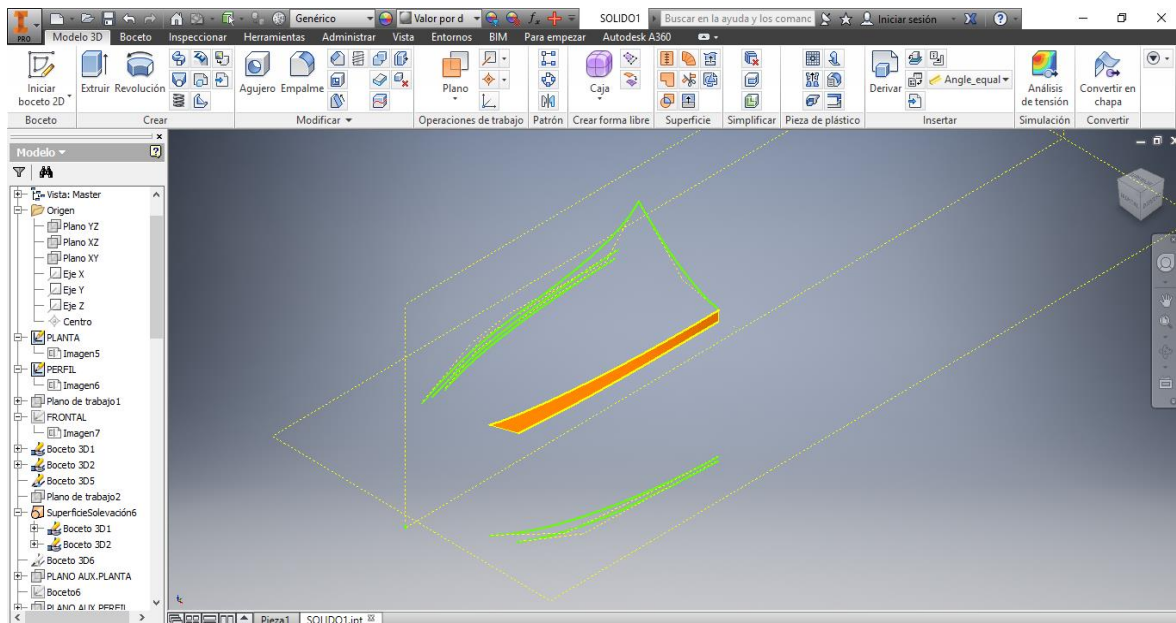


Ilustración 9. Creación curva tridimensionales 1.

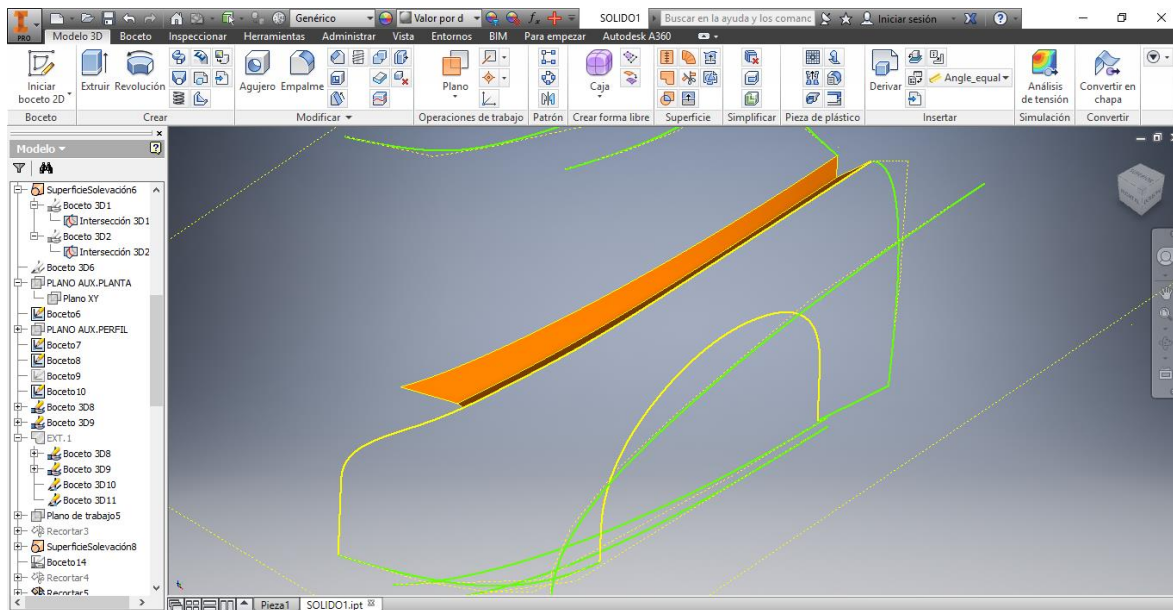


Ilustración 10. Creación curva tridimensionales 2.

Hemos incorporado una segunda superficie y delimitamos el contorno del guardabarros y una parte del lateral delantero.

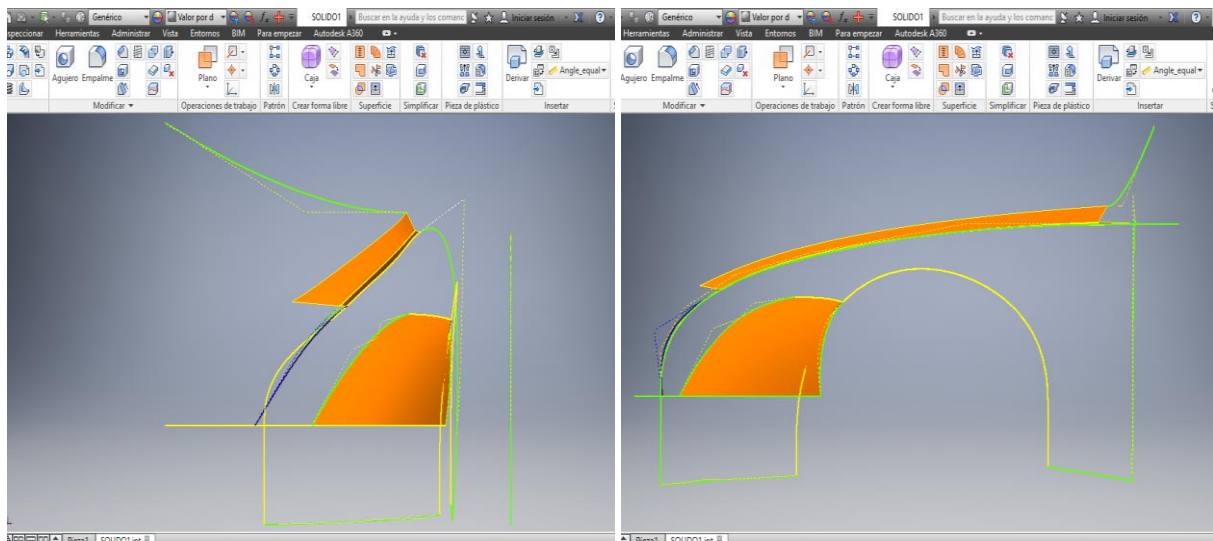


Ilustración 11. Creación curva tridimensionales 3.

En estas dos imágenes podemos ver la vista frontal (izquierda) y el lateral derecho (derecha).

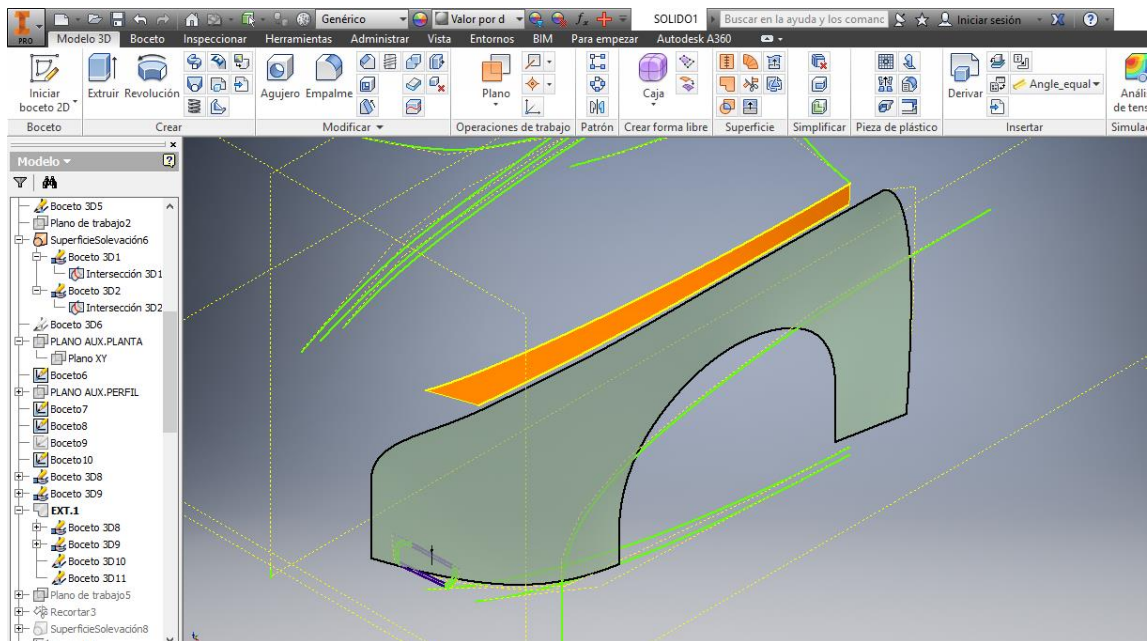


Ilustración 12. Creación curva tridimensionales 4.

Tras varias líneas 3D más vamos poco a poco cerrando el contorno y creando pequeñas porciones de superficie:

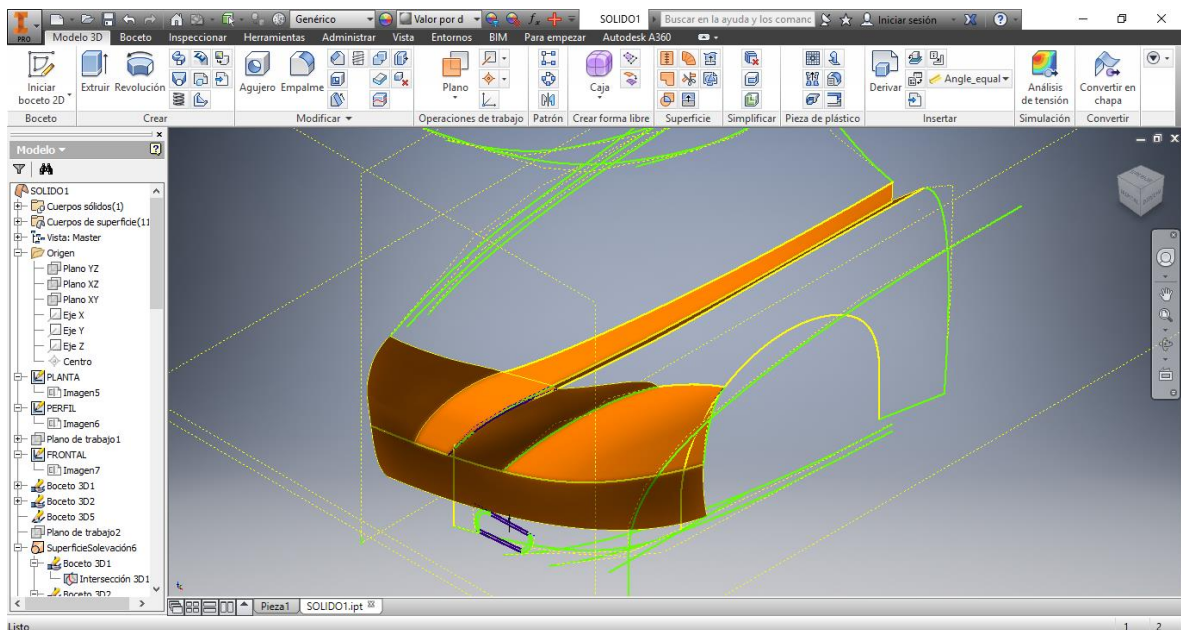


Ilustración 13. Creación curva tridimensionales 5.

Aún no se intuye con claridad, al ser totalmente simétrico, sólo trabajaremos la mitad así evitamos posibles errores ya que la geometría comienza a complicarse y visualizarla resulta no tan evidente debido a la gran intersección de curvas 3D y la duplicidad de operaciones.

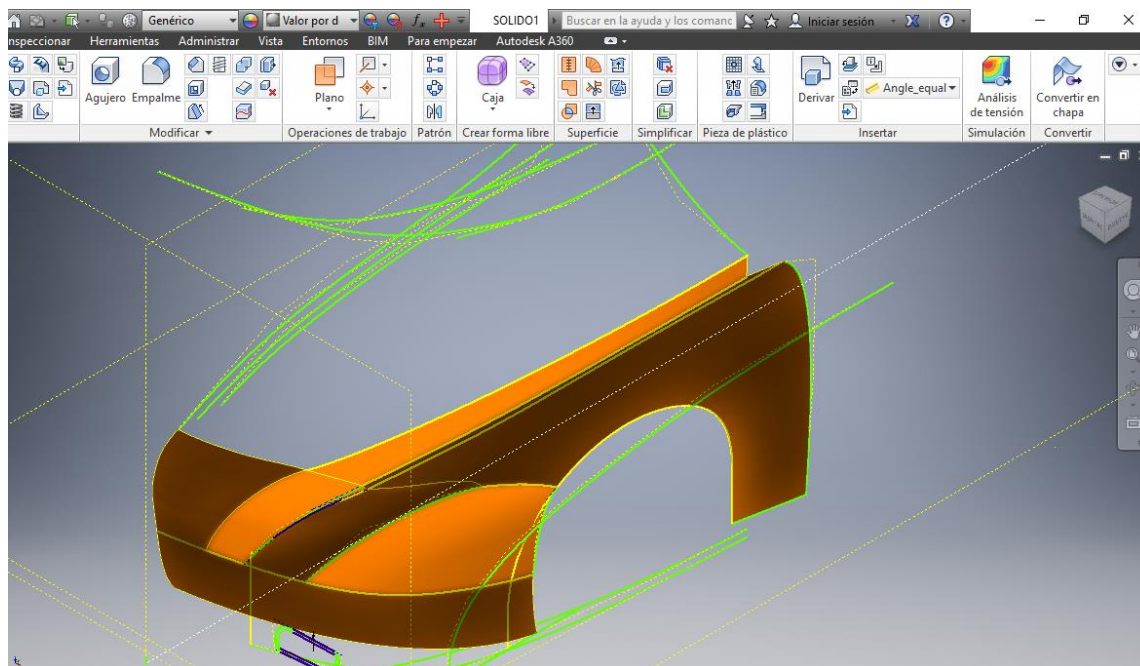


Ilustración 14. Creación curva tridimensionales 6.

Ésta es la superficie que tomaremos como base para trabajar con ella, si eliminamos todo aquello que no es necesario, obtendremos una visualización mucho más clara:

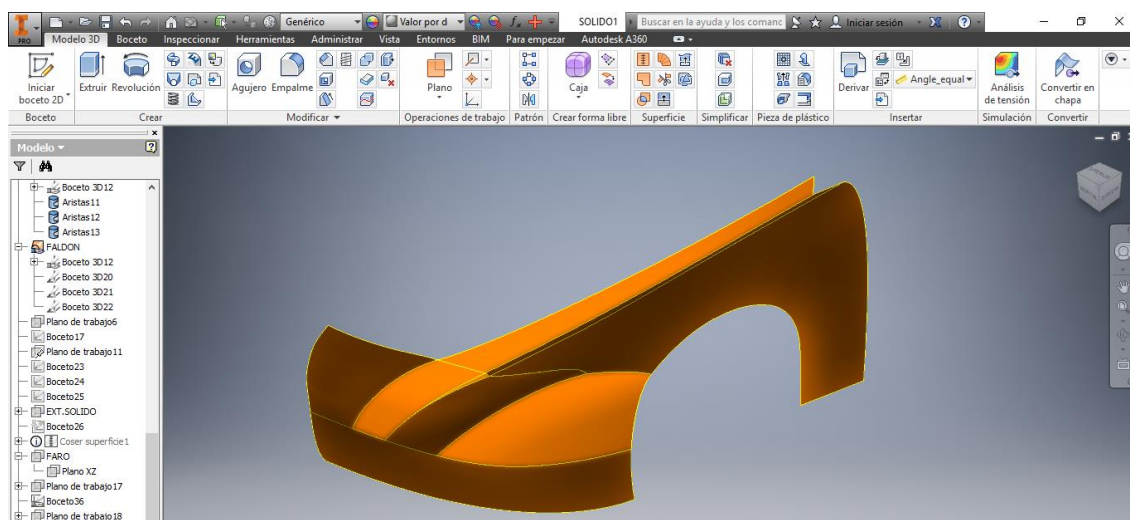


Ilustración 15. Creación curva tridimensionales 7.

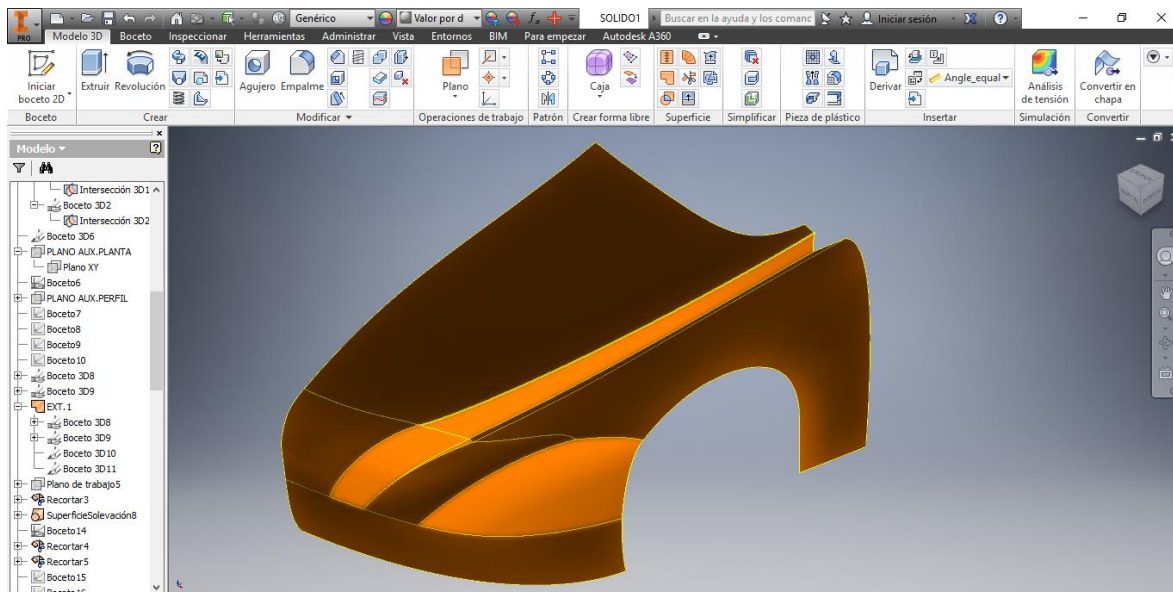


Ilustración 16. Creación curva tridimensionales 8.

Y finalmente, si representamos la otra mitad tenemos:

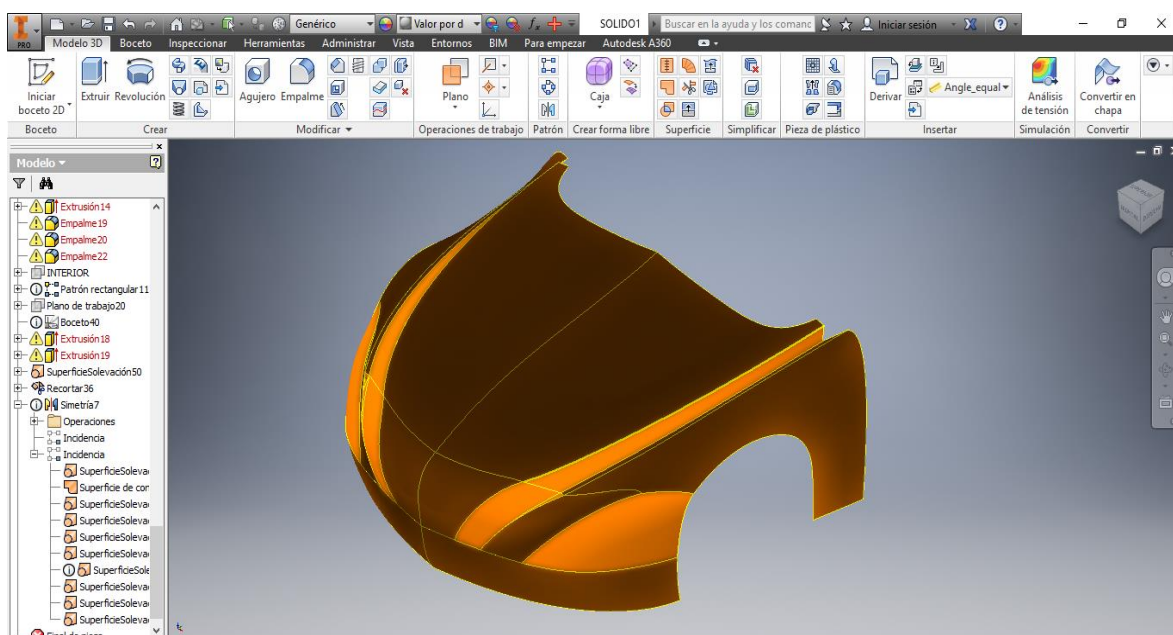


Ilustración 17. Creación curva tridimensionales 9.

Claramente ahora si se puede apreciar el contorno. En esta imagen vemos que tenemos prácticamente el capó, a pesar de que no es objeto para este trabajo,

las geometrías complementarias son realmente necesarias para dar un resultado lo más óptimo posible.

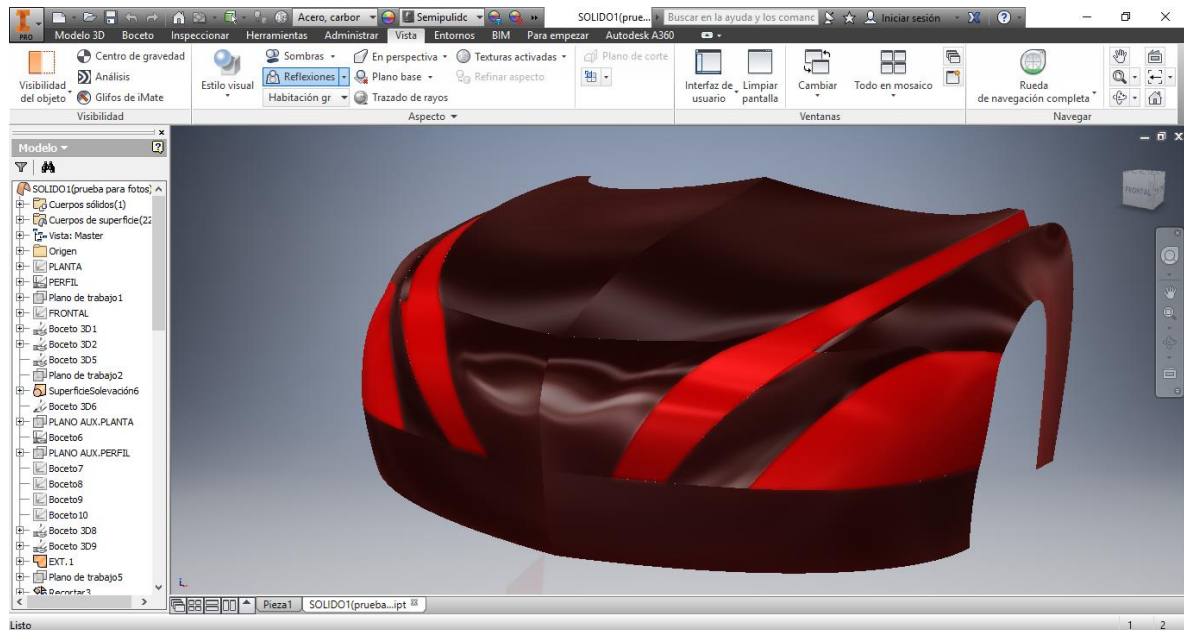


Ilustración 18. Vista perspectiva.

En esta imagen vemos una perspectiva de nuestra superficie acabada. Las vistas que obtenemos finalmente son:

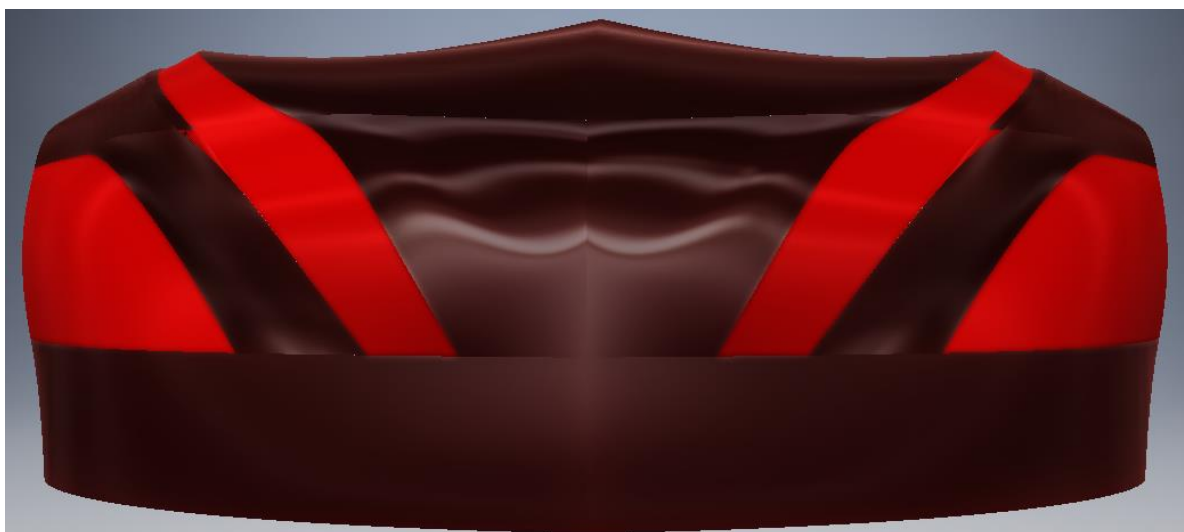


Ilustración 19. Vista frontal.

Esta ilustración corresponde al morro del coche en su estado más bruto, posteriormente trabajaremos con la superficie que delimita el contorno interior, para finalmente delimitar un cuerpo sólido. Se desarrollará ampliamente en el siguiente apartado.

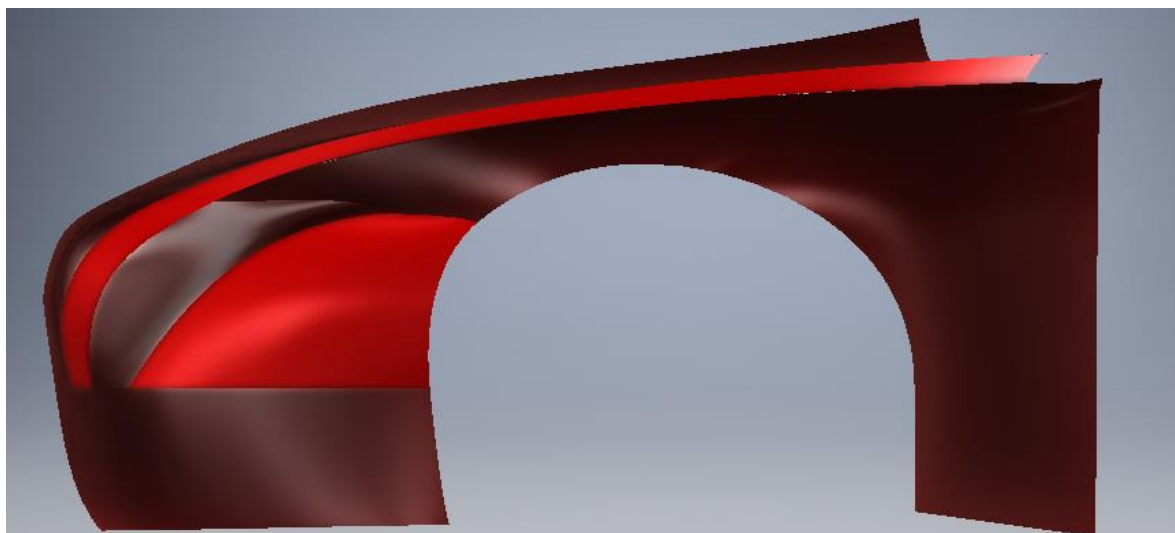


Ilustración 20. Vista perfil.

Y por último veamos una vista en planta:

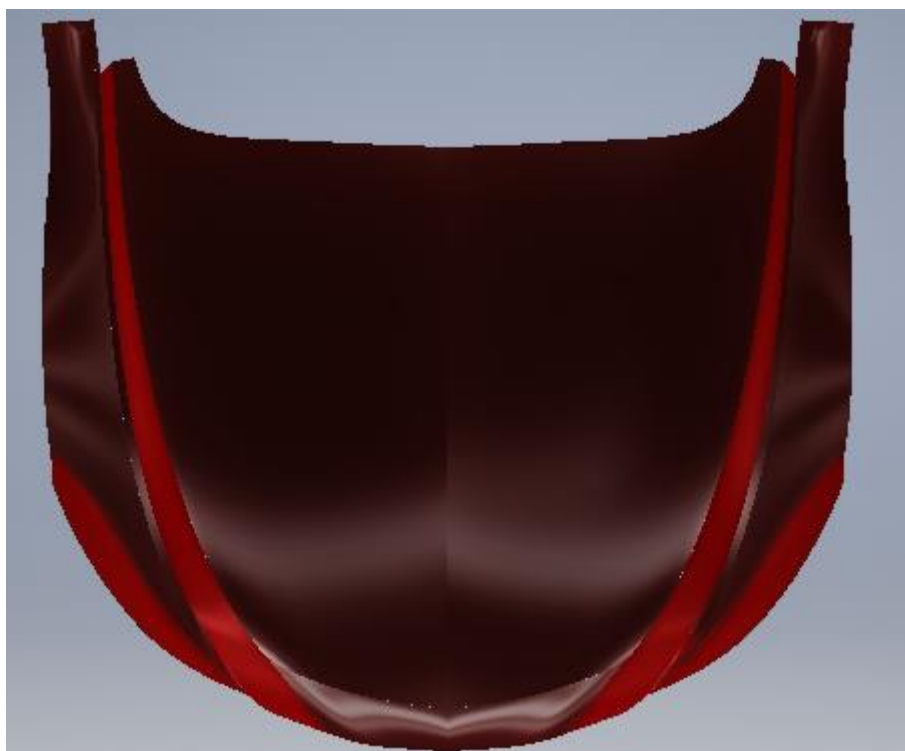


Ilustración 21. Vista en planta.

2.1.2. CREACIÓN DE CUERPO SÓLIDO

La dinámica con la que trabajaremos en este apartado para la creación del cuerpo sólido en sí, será en primer lugar la delimitación de los contornos que conformarían el sólido. Veámoslo con un ejemplo:

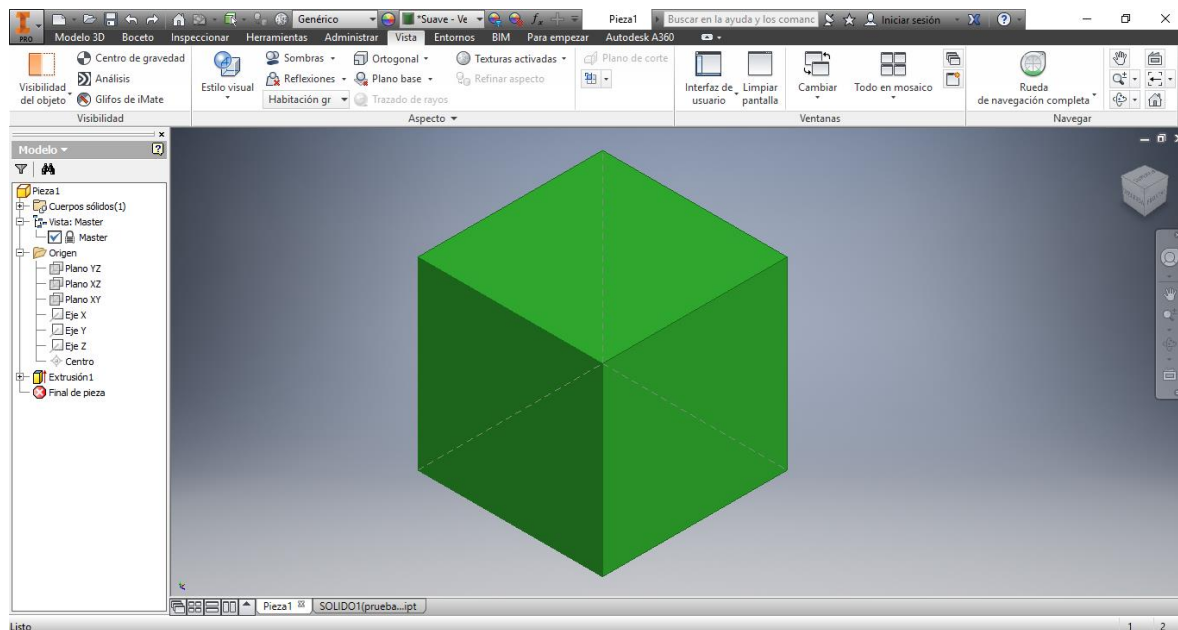


Ilustración 22. Ejemplo delimitación contorno.

Supongamos que nuestro cuerpo sólido se trata de un cuerpo geométrico sencillo, como puede serlo por ejemplo un cubo. Dicho cubo, estaría conformado por 6 caras exactamente iguales (en este caso).

Si entendemos estas caras como superficies individuales colocadas de una manera determinada, en este caso que nos ocupa sería una disposición para delimitar un cubo, obtendríamos una región del espacio encerrado en el interior, siendo esto lo que pretendemos delimitar.

Se trata por tanto del ``recipiente`` o ``envoltura`` que lo contiene lo que nos interesa delimitar. De ahora en adelante, denominaremos a éste como la ``piel``.

Por tanto, en este apartado terminaremos de definir la *piel* que delimita nuestro contorno.

Partiendo de nuevo de su forma lo más sencilla posible, comenzamos a eliminar aquellas secciones que no nos interesen, para ello nos deshacemos de la simetría y comenzamos:

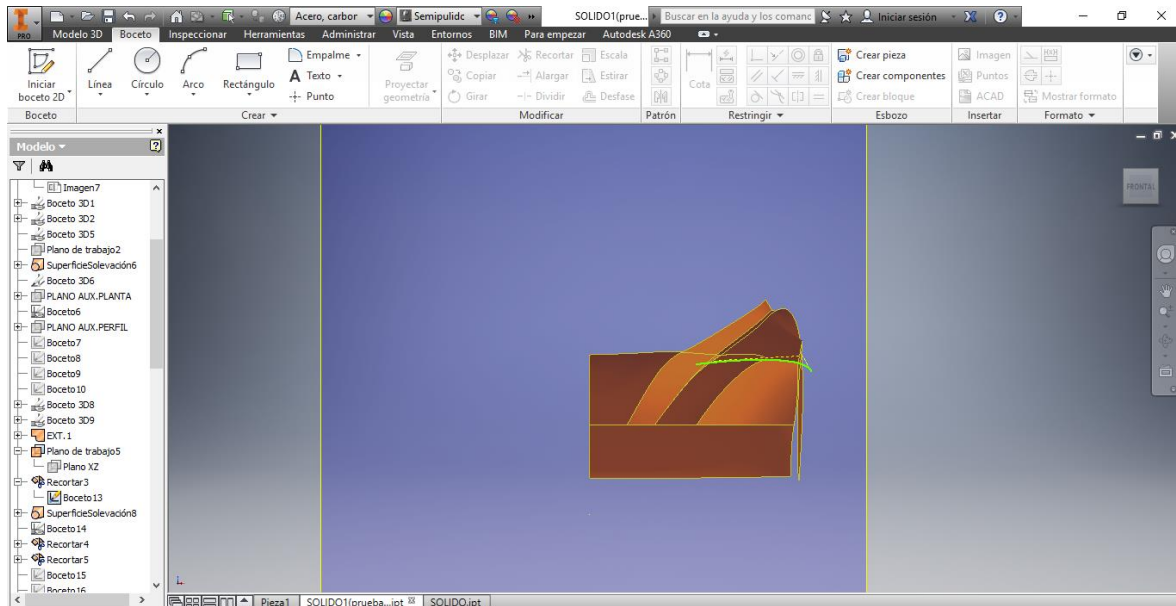


Ilustración 23. Boceto recorte frontal 1.

En la imagen anterior, mediante la creación de un plano auxiliar hemos definido un spline 2D, el cual nos servirá como herramienta de corte para eliminar las zonas que no nos interesen:

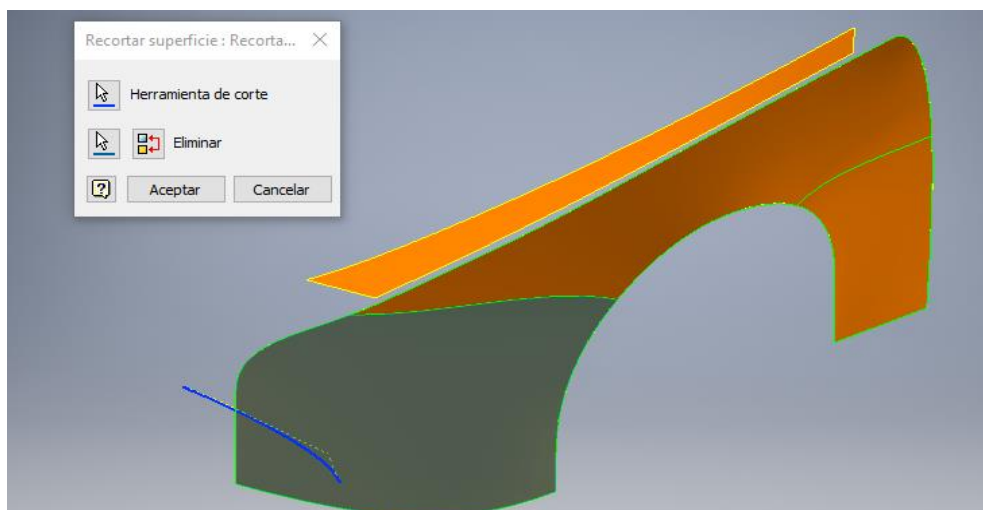


Ilustración 24. Boceto recorte frontal 2.

De nuevo mediante la creación de spline 2D en los planos que nos interesen, vamos recortando secciones. En las imágenes anteriores aparecen sombreadas de color azul las zonas que se eliminan.

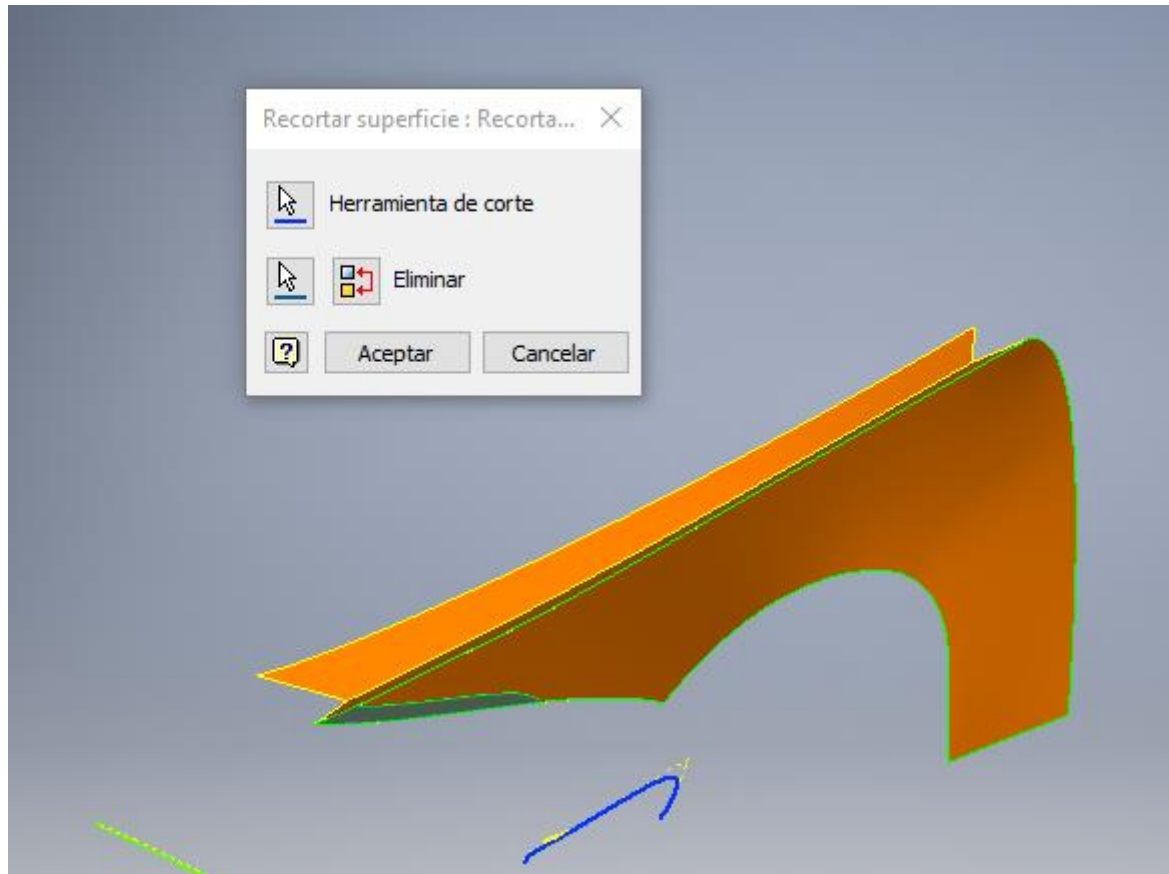


Ilustración 25. Boceto recorte frontal 3.

De nuevo mediante la creación de spline 2D en los planos que nos interesen, vamos recortando secciones. En las imágenes anteriores aparecen sombreadas de color azul las zonas que se eliminan.

A continuación, vamos usando las nuevas aristas creadas al realizar el recorte, como arista para la creación de una nueva superficie, de modo que vamos redefiniendo a modo de pequeños parches el contorno.

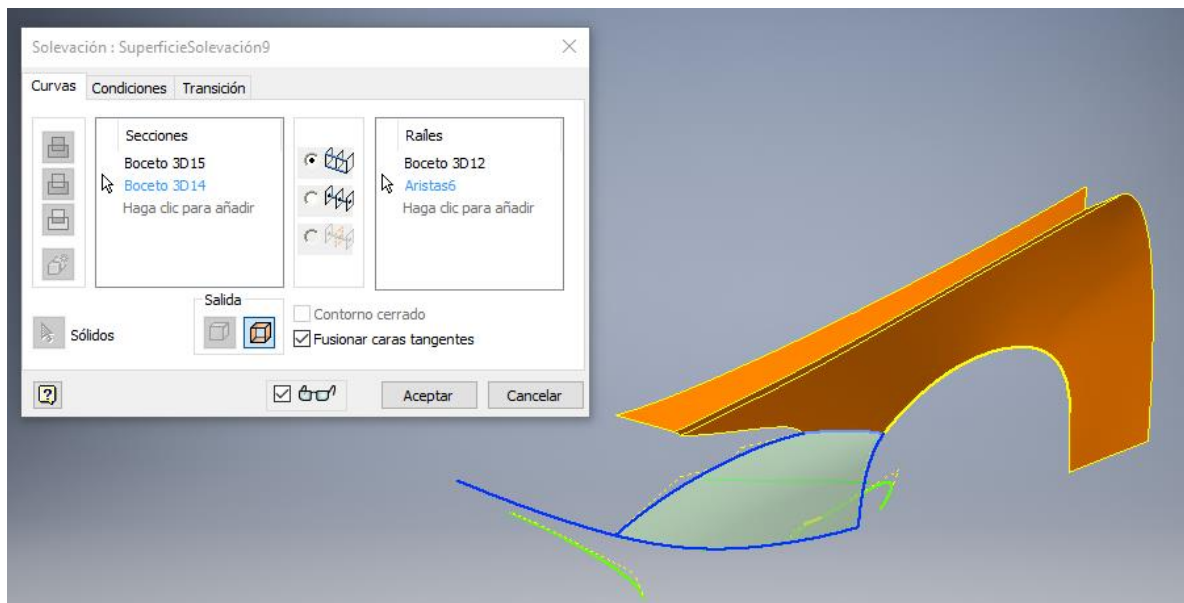


Ilustración 26. Boceto creación superficie 1.

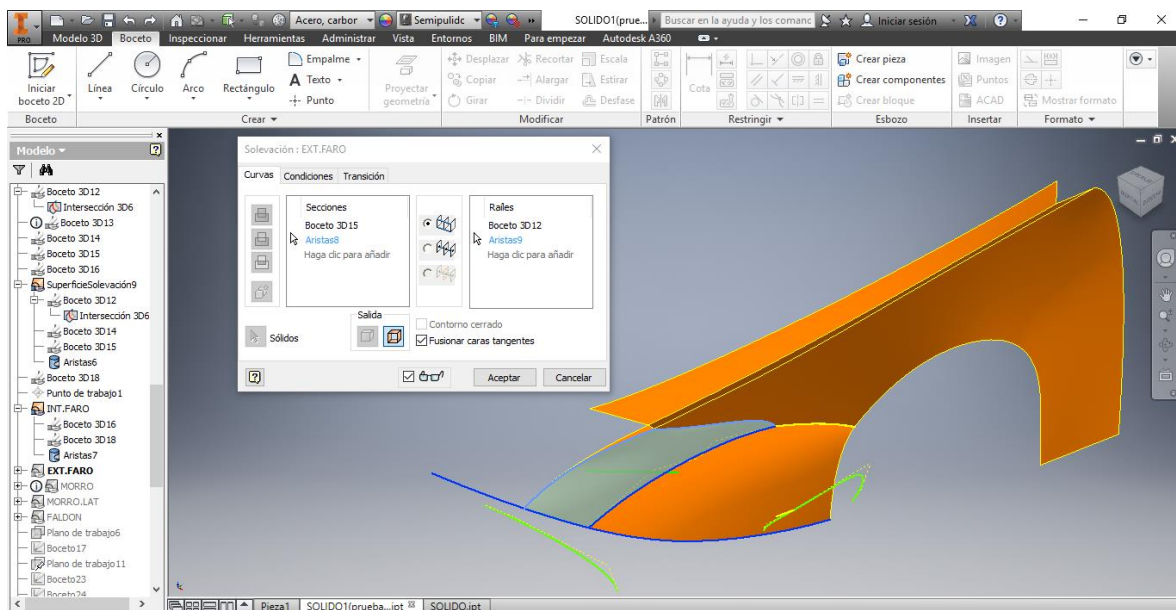


Ilustración 27. Boceto creación superficie 2.

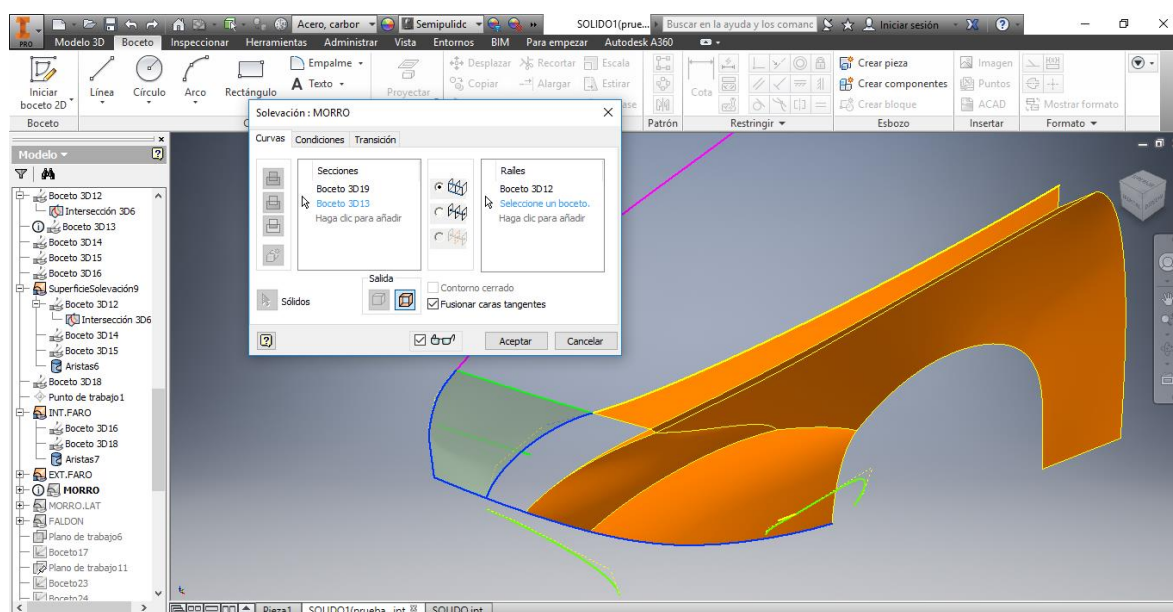


Ilustración 28. Boceto creación superficie 3.

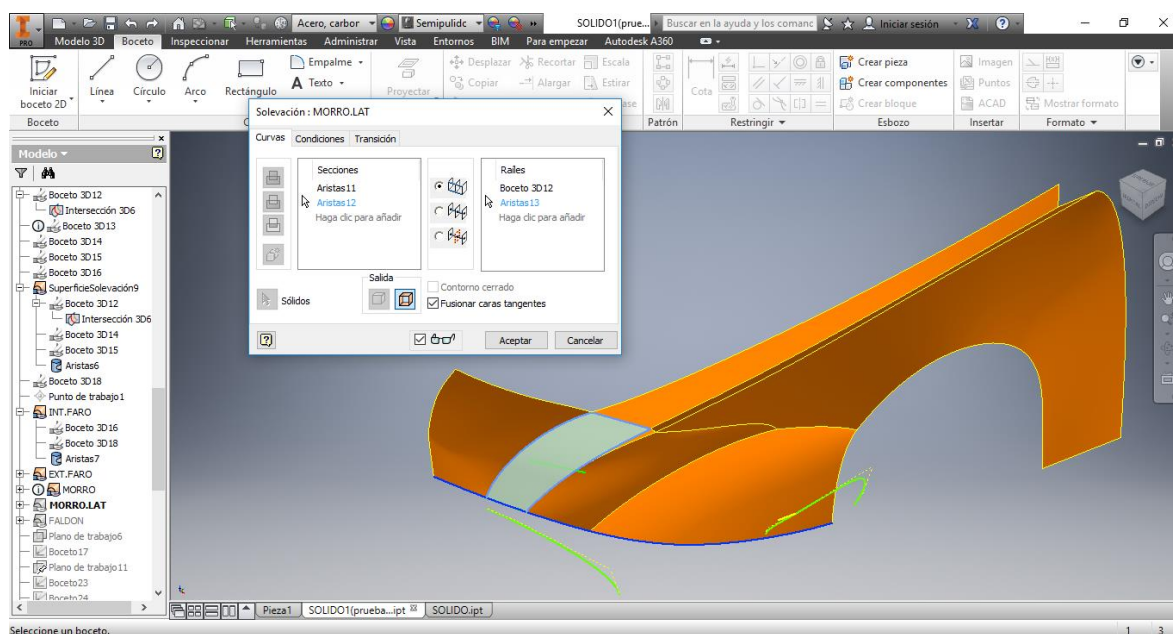


Ilustración 29. Boceto creación superficie 4.

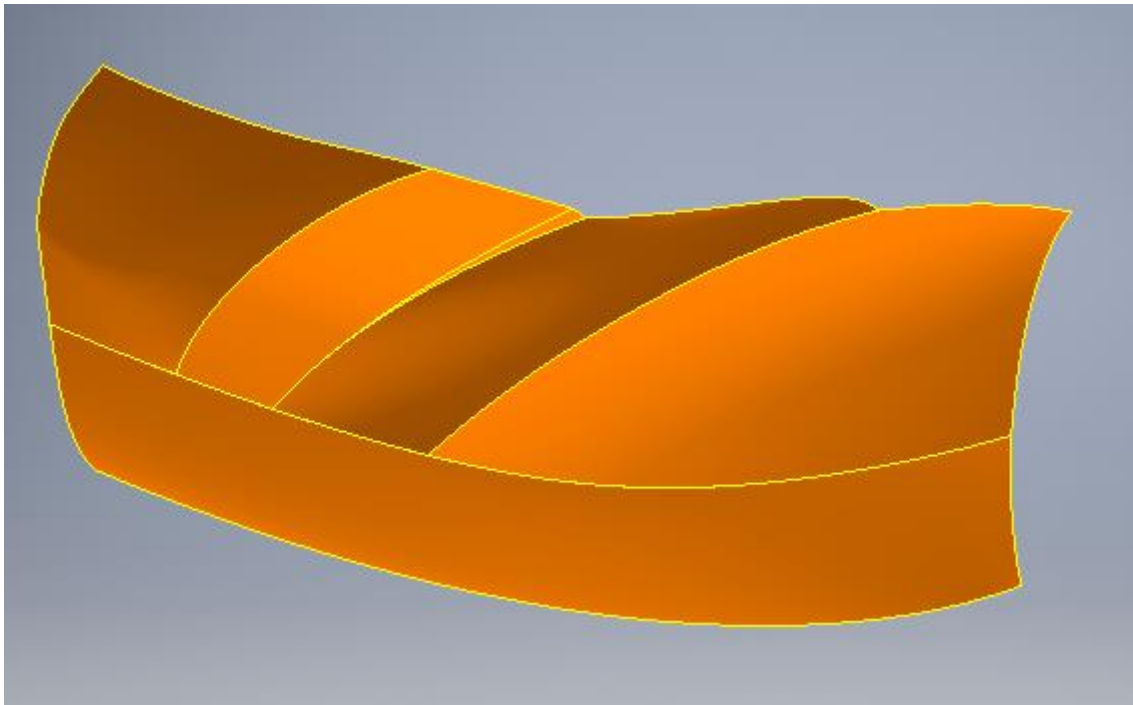


Ilustración 30. Superficie acabada.

Una vez que hemos eliminado aquellas partes que hemos considerado oportunas, el resultado obtenido es el que aparece en la ilustración 30.

El siguiente paso que realizaremos será la creación de la *piel* interior, es decir la superficie que queda no expuesta al exterior y por tanto es la parte no visible, para ello utilizaremos como superficie de partida la propia superficie representada en la ilustración 30.

Para tal finalidad usaremos la creación de una matriz rectangular, en este caso, desfasando dicha superficie en la dirección del eje Y un valor de 2,5 mm.

Nos hemos decantado por el uso de este valor ya que es el valor que presenta el paragolpes del que disponemos, por tanto usaremos los mismos valores para aproximar lo máximo a la realidad.

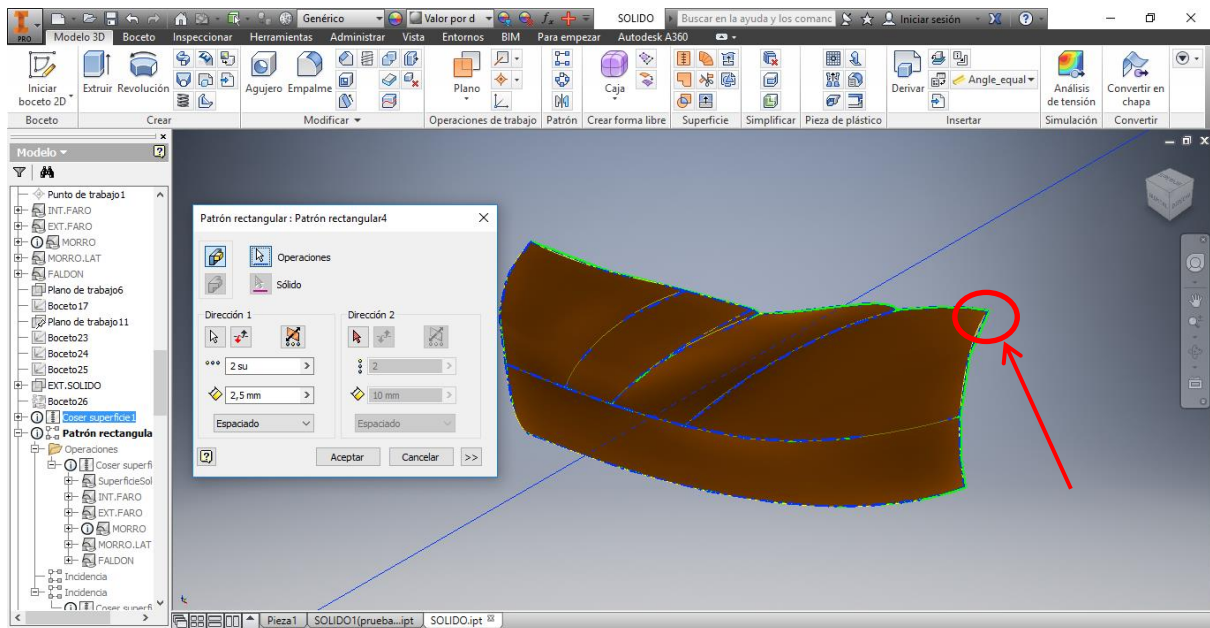


Ilustración 31. Creación matriz rectangular.

Si hacemos zoom en la zona marcada, veremos como tenemos una duplicidad desfasada:

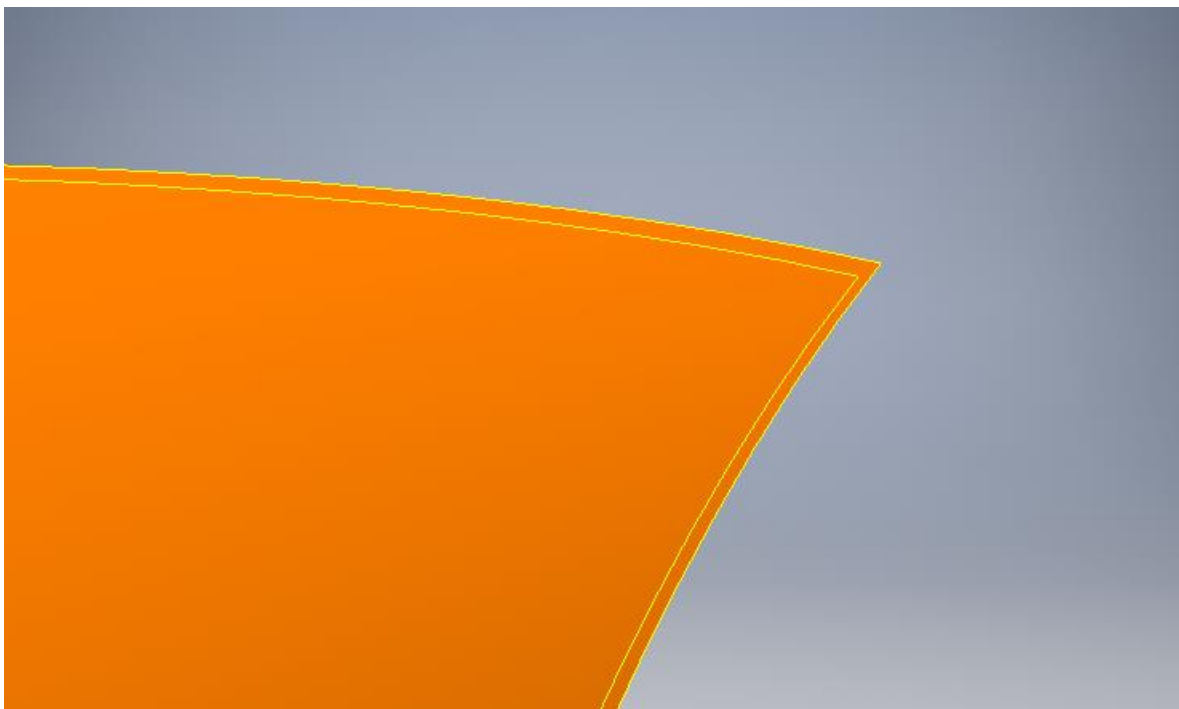


Ilustración 31. Desfase superficie.

Nuestro siguiente paso será crear en un plano auxiliar el contorno delimitado por nuestro paragolpes, para ello nos ayudaremos de la imagen (alzado) proyectada sobre el plano XZ.

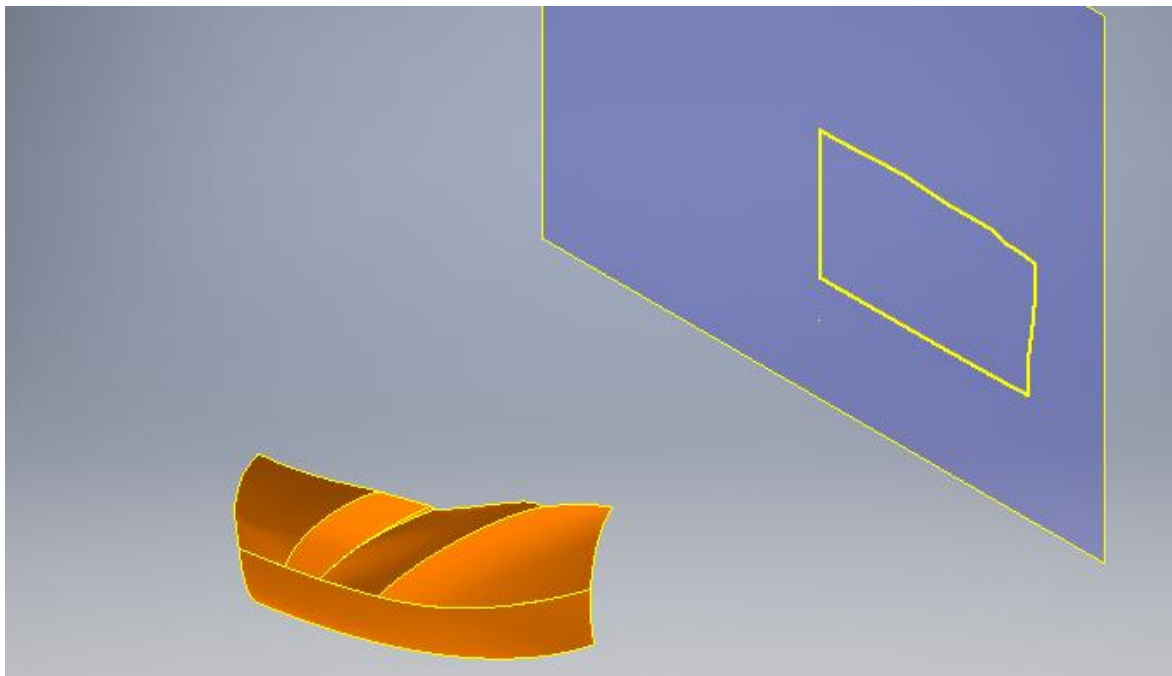


Ilustración 32. Alzado proyectado.

Una vez que tenemos proyectada en nuestro plano el contorno, procedemos a crear una extrusión:

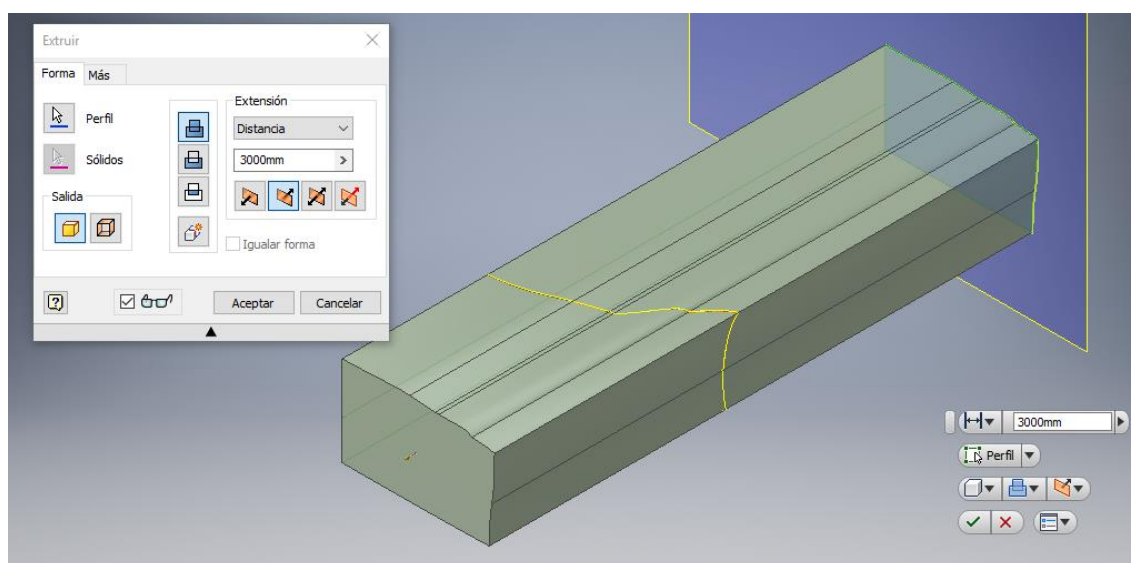


Ilustración 33. Extrusión del alzado proyectado.

Si observamos con detenimiento, vemos que sobre esta nueva extrusión, se intuye perfectamente la silueta de la superficie.

Recurrimos ahora a nuestra superficie desfasada, de modo que obtengamos las dos superficies incrustadas en la propia extrusión de su proyección.

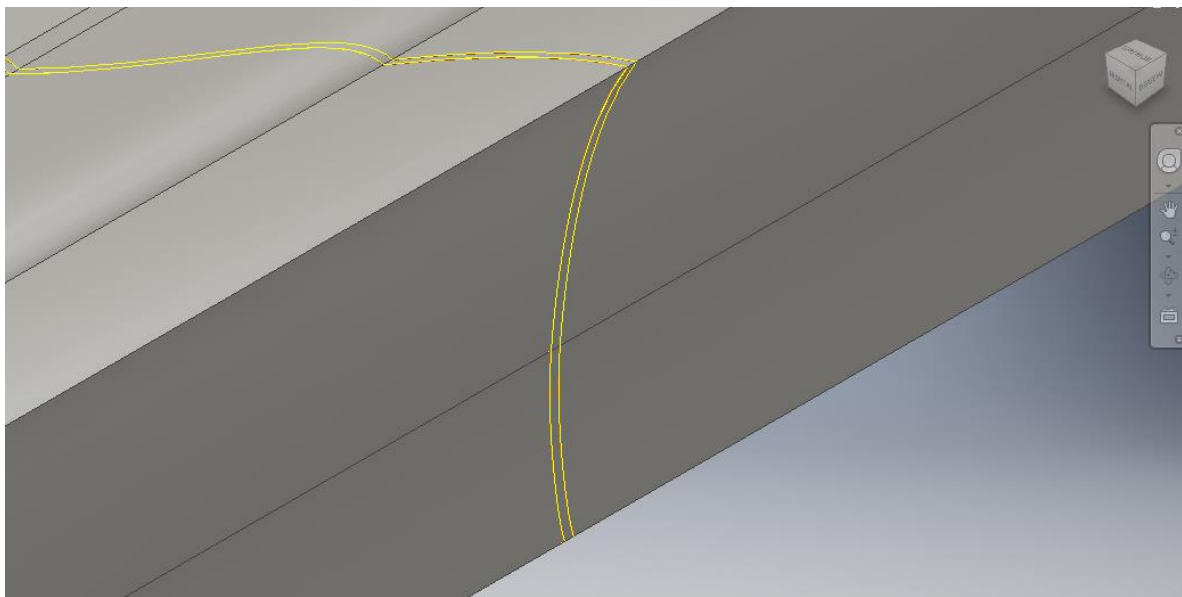


Ilustración 34. Piel.

De este bloque solo nos interesa quedarnos con la parte sólida que está entre ambas *pieles*, así que procedemos a recortar aquello que no nos interesa.

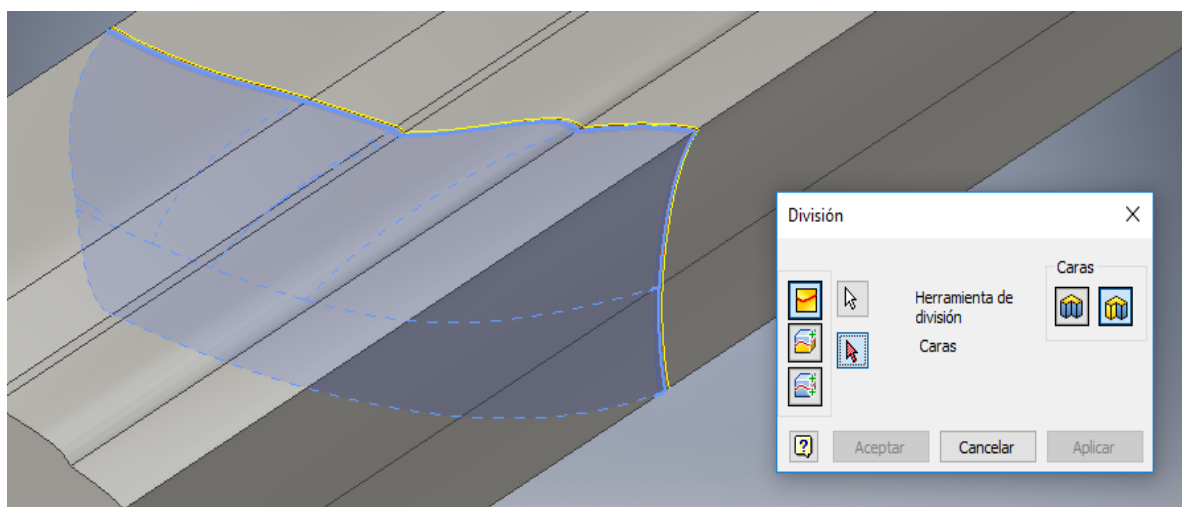


Ilustración 35. Piel como herramienta de corte 1.

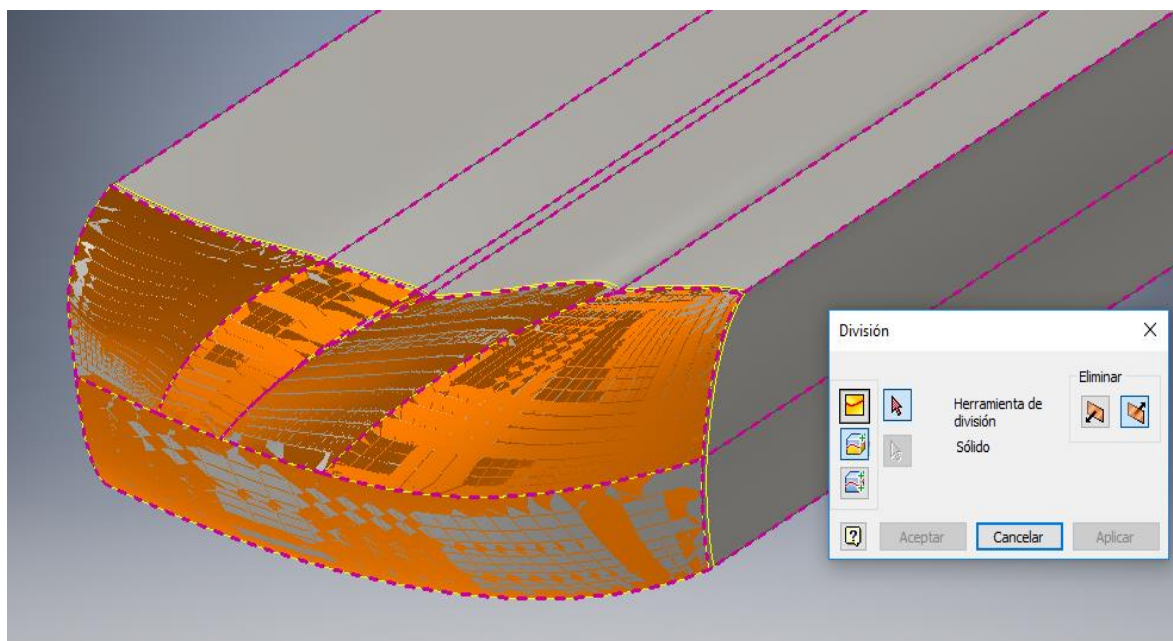


Ilustración 36. Piel como herramienta de corte 2.

Podemos ver como aparece la piel y justo debajo aparece el sólido, repetimos por tanto el mismo procedimiento:

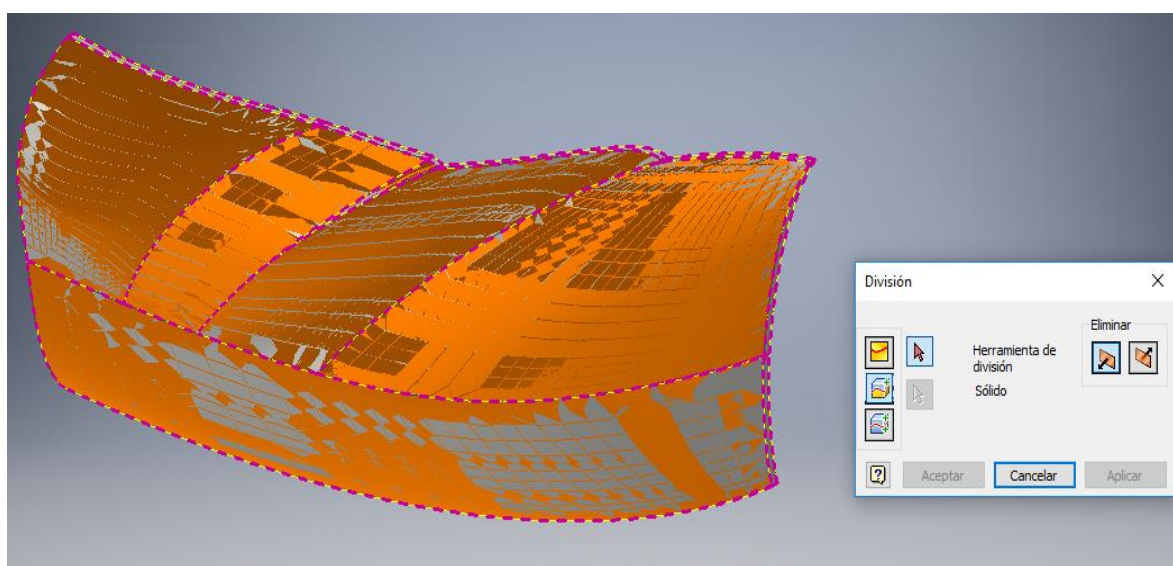


Ilustración 37. Piel como herramienta de corte 3.

Finalmente ya tenemos nuestro sólido (solo la mitad, ya que al ser simétrico trabajaremos de esta forma para evitar duplicidad de operaciones). El resultado obtenido es el siguiente:

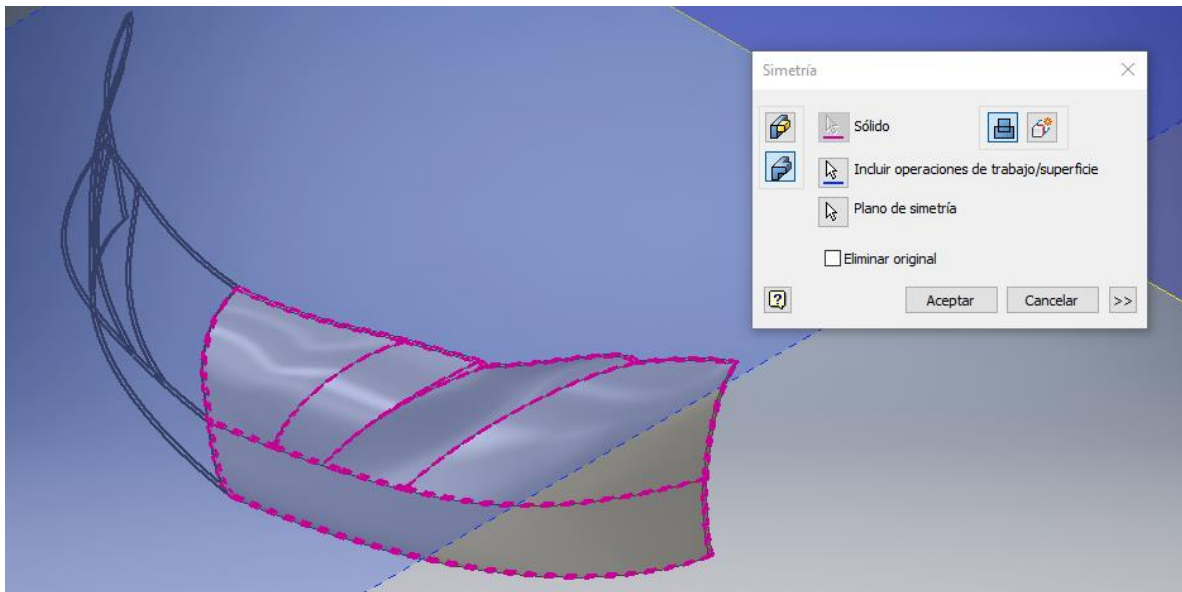


Ilustración 38. Sólido básico.

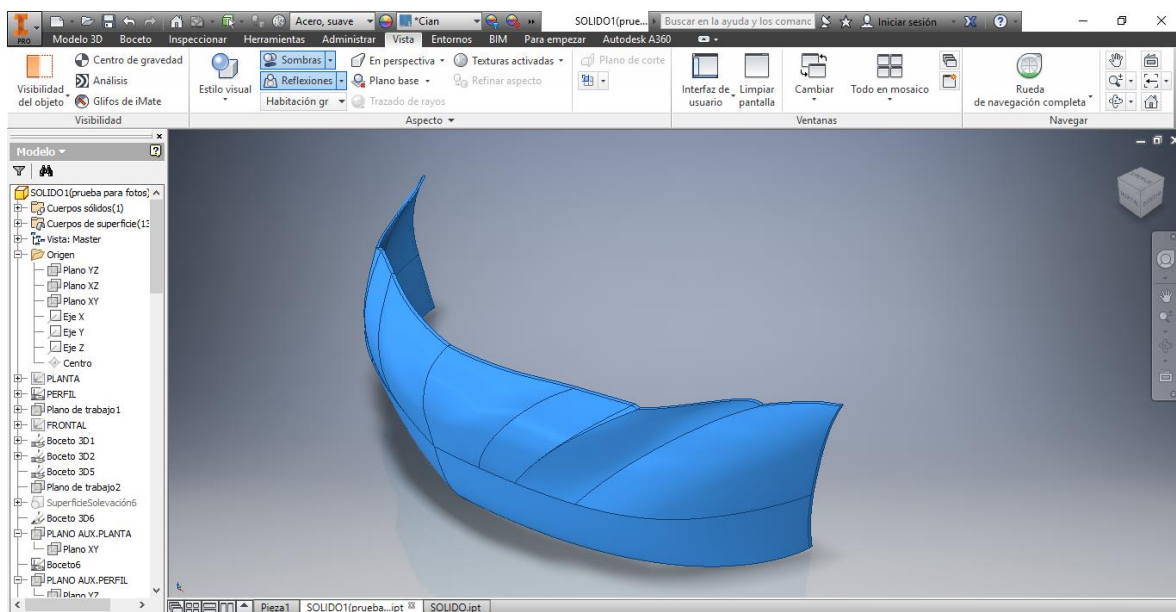


Ilustración 39. Sólido básico 1.

Ahora ya sí, tenemos finalmente nuestro cuerpo sólido básico con el que empezaremos a trabajar.

De nuevo, recurrimos a la proyección en un plano auxiliar (plano XZ) para realizar bocetos, los cuales extruiremos como objetos de **recorte** en este caso, para eliminar material.

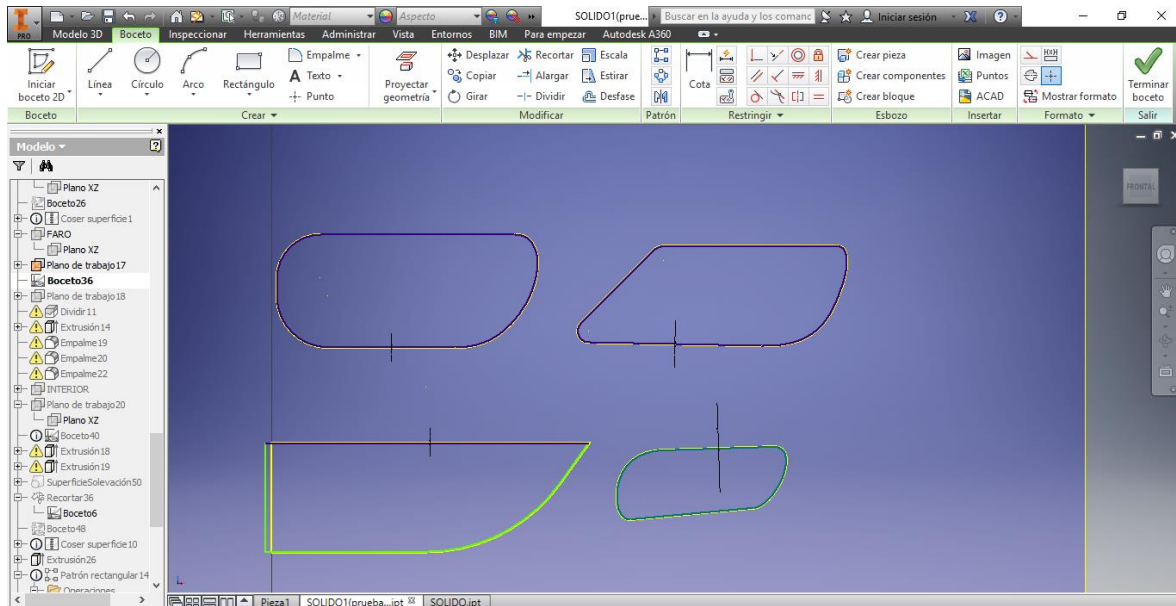


Ilustración 40. Bocetos frontales 1.

Estas son las geometrías que usaremos para efectuar los cortes.

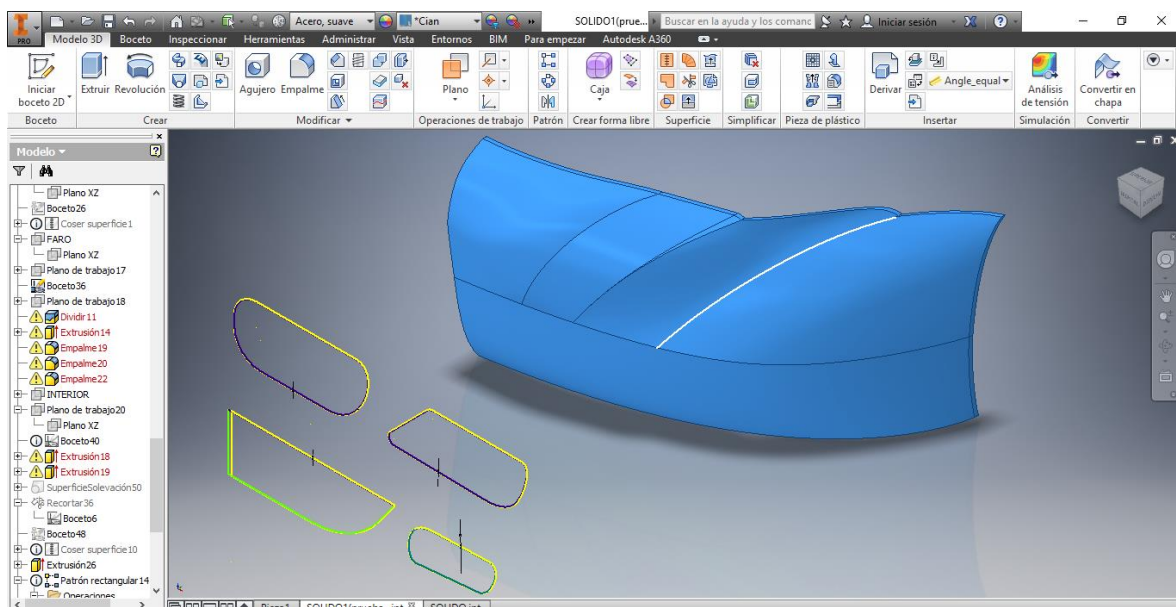
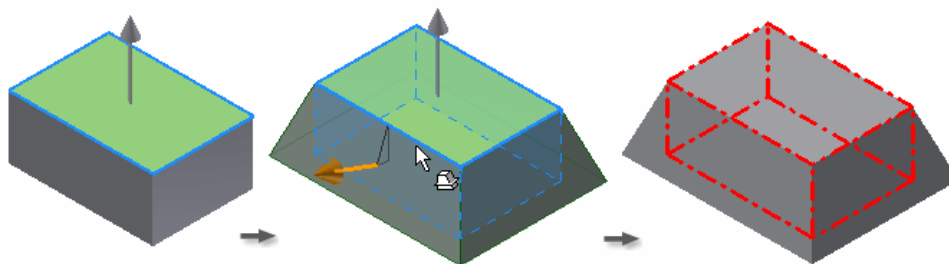


Ilustración 41. Bocetos frontales 2.

En este trabajo, hemos considerado además la importancia del ángulo de desmoldeo. La operación ángulo de desmoldeo permite aplicar una inclinación a las caras de la pieza para inclinar una superficie o para permitir extraer una pieza de un molde.

El ángulo se define mediante la especificación de las caras, la dirección de desmoldeo, el ángulo y la arista fija o la superficie tangente. Véase en el siguiente ejemplo:



La cara superior fija define una dirección de desmoldeo hacia arriba, se efectúa el desmoldeo de todas las caras laterales y se añade material por debajo.

El diseño del que disponemos ahora mismo presenta la consideración de éste factor, será creado en aquellas geometrías que pudieran suponer un problema.

Por tanto, en las geometrías que vamos a recortar, crearemos en primer lugar una base que sirva de apoyo en este caso al faro de la luz de cruce, faro de la luz antiniebla y para ambas parrillas respectivamente.

Una vez creada ésta superficie, la desmoldaremos usando como mínimo un ángulo de desmoldeo de 0,5 grados.

Para ello en primer lugar crearemos una extrusión en la que generaremos un nuevo sólido.

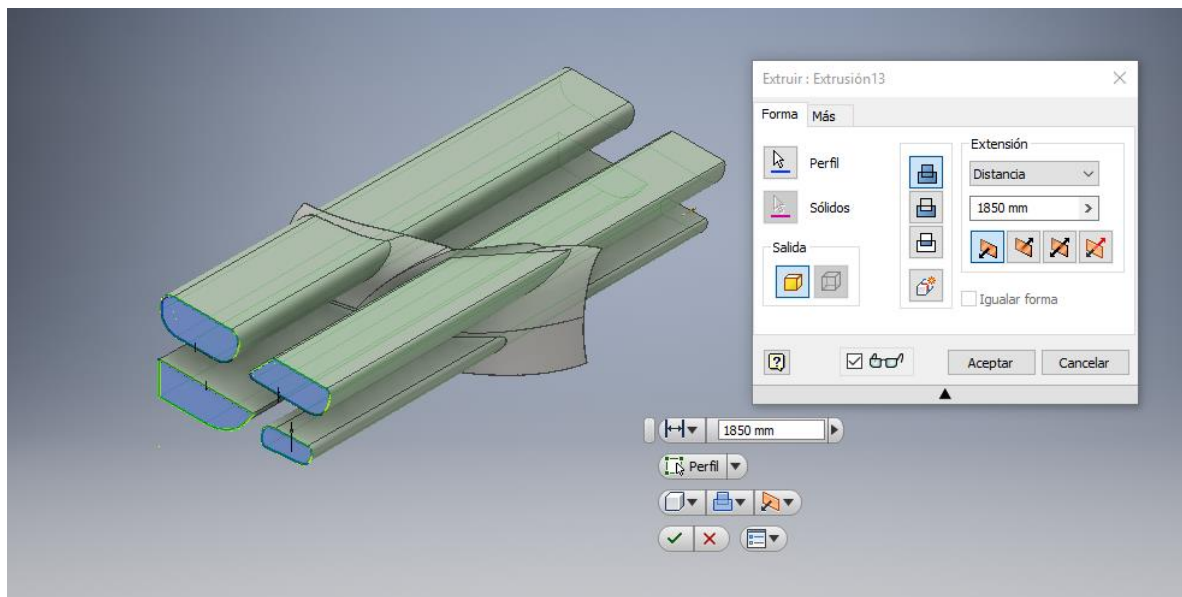
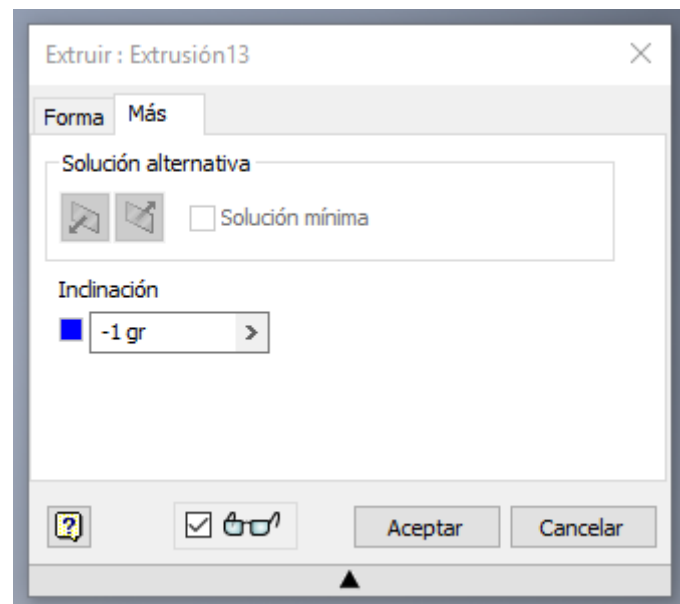


Ilustración 42. Generación bases 1 en conjunto.

Seleccionamos en la pestaña ``más`` el ángulo que nos interesa, en este caso el valor seleccionado es de 1 grado negativo, esto supone que la sección disminuirá conforme nos alejamos del boceto de partida, es decir, se trata por tanto de un tronco-cono.



Recortamos el excedente que tenemos interiormente, pero dejando lo suficiente para disponer de una superficie en la que puedan apoyar los elementos anteriormente mencionados.

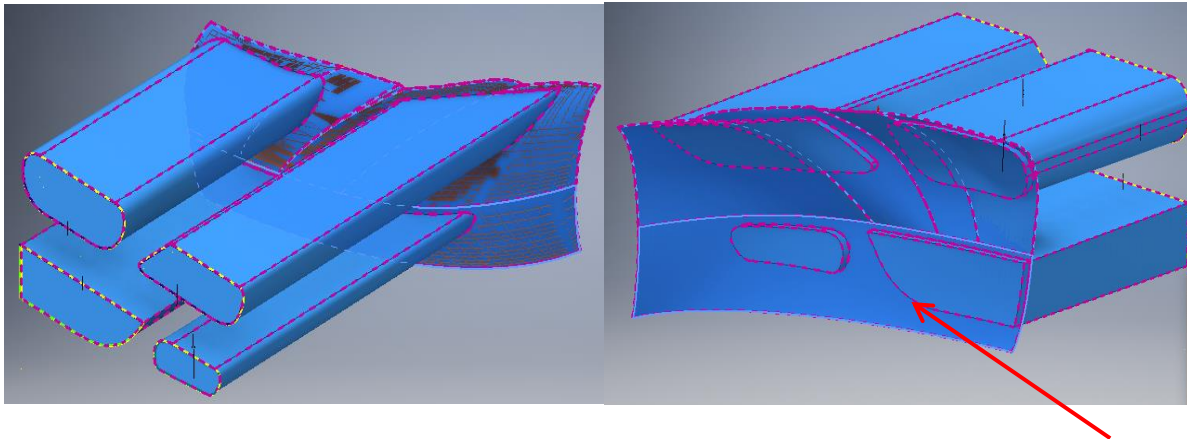


Ilustración 43. Parte delantera y trasera.

Sobre esta misma, generamos ahora una nueva extrusión pero esta vez en corte, con el mismo valor del ángulo de desmoldeo. Es muy importante que ahora el boceto de partida se encuentre desfasado respecto al original, para generar unas paredes de espesor uniforme en la extrusión:

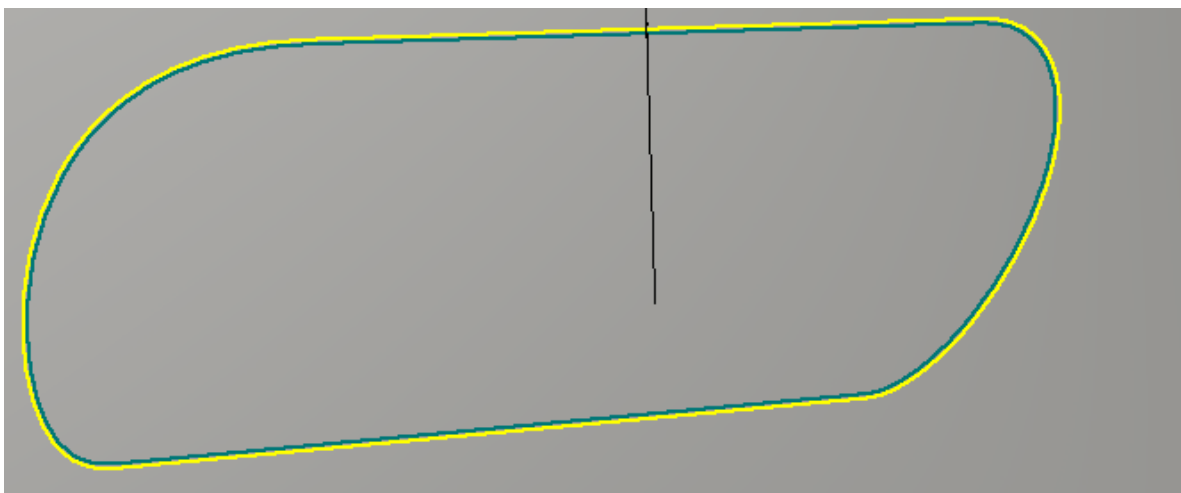


Ilustración 44. Generación desfase faro.

En color amarillo podemos ver el boceto de partida y en color azul un desfase de ésta original. Procedemos así con cada una de las geometrías.

Ya tenemos nuestra base creada. Nuevamente eliminamos la parte frontal y procedemos de igual manera, pero con una con extrusión en corte:

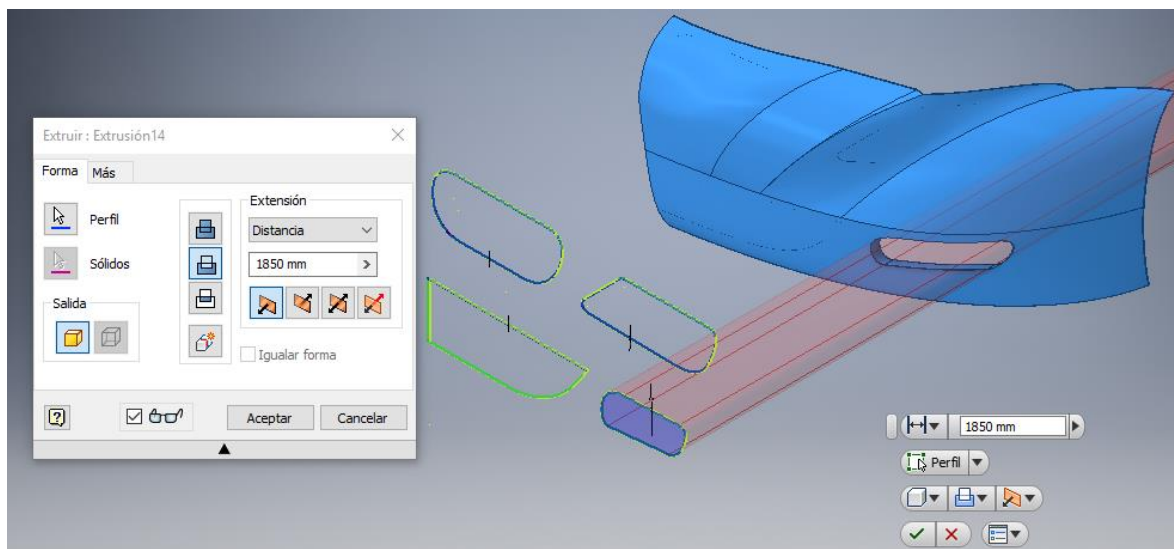


Ilustración 45. Recorte frontal antiniebla.

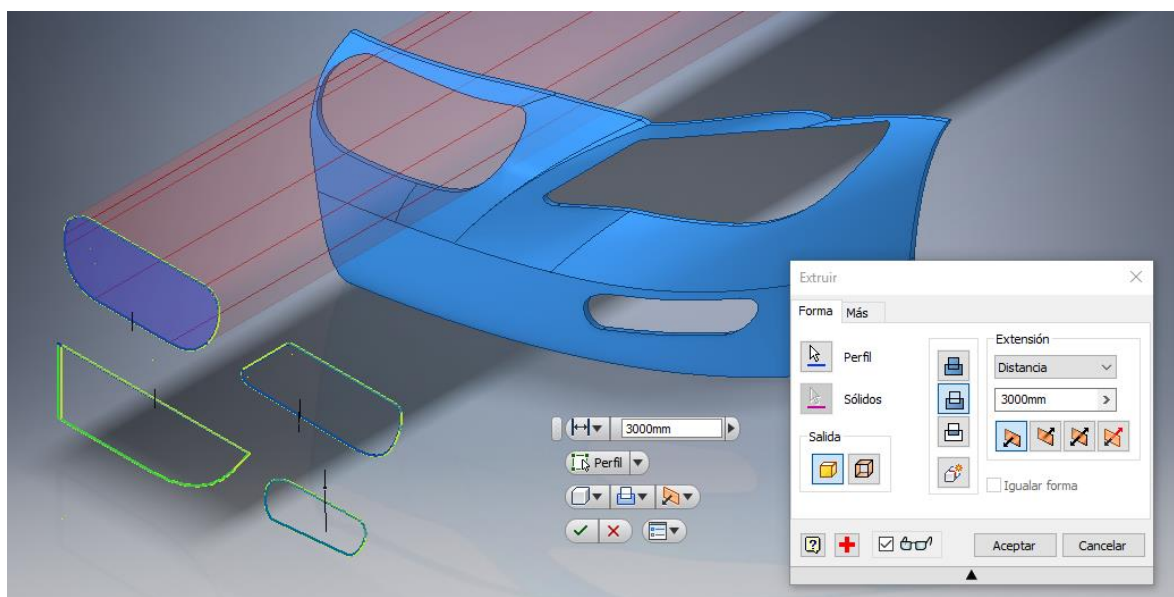


Ilustración 46. Recorte frontal parrilla superior.

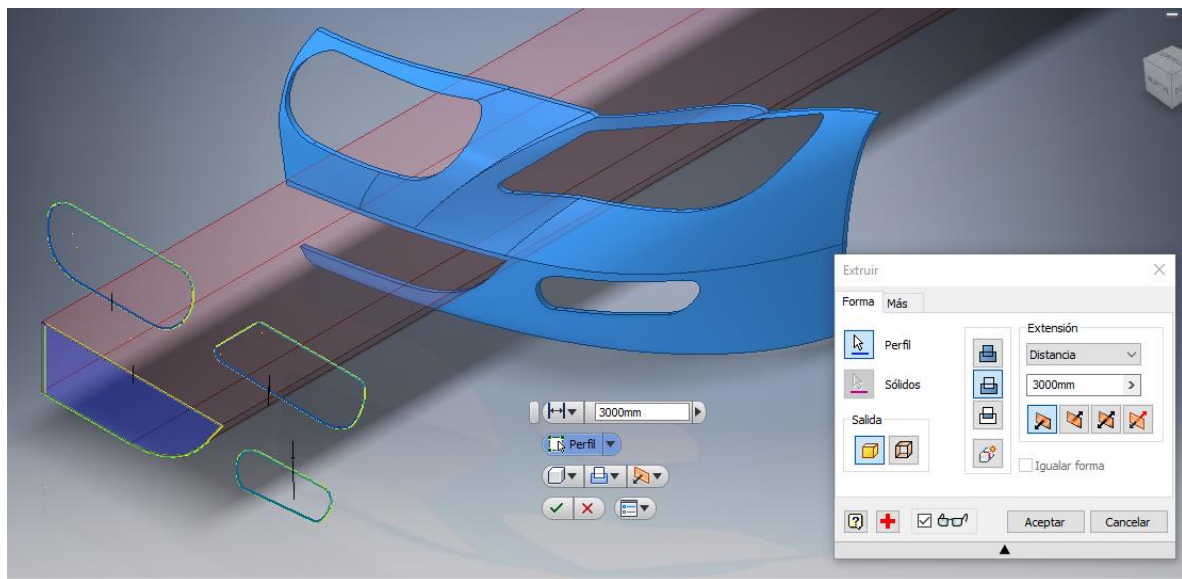


Ilustración 47. Recorte frontal parrilla inferior.

El resultado final para esta fase de diseño es el siguiente:

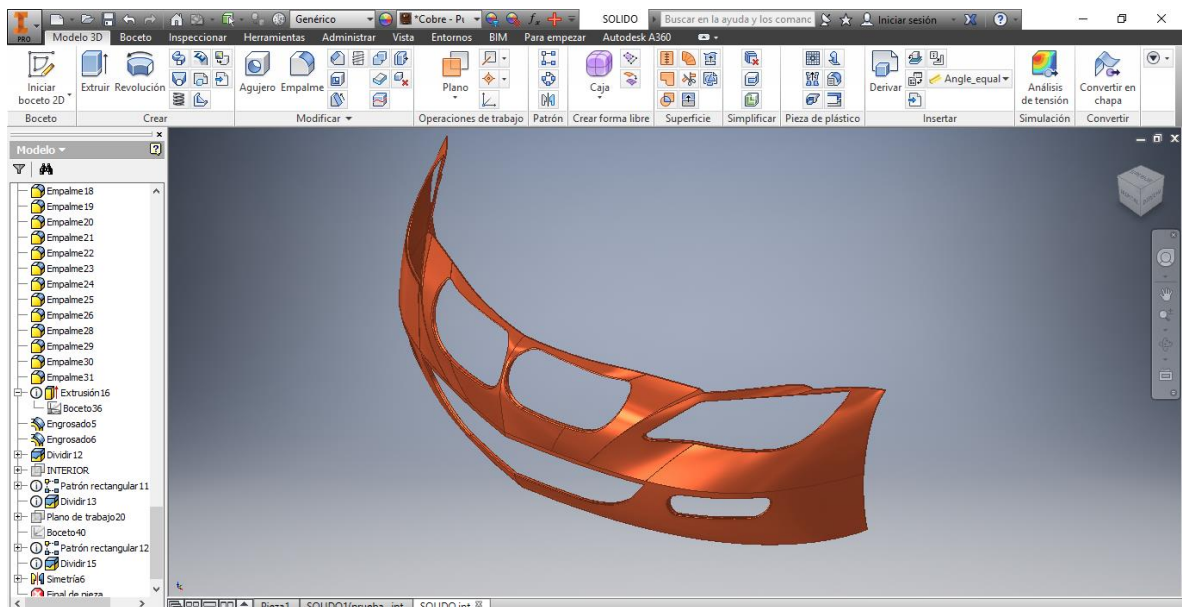


Ilustración 48. Resultado-perspectiva.

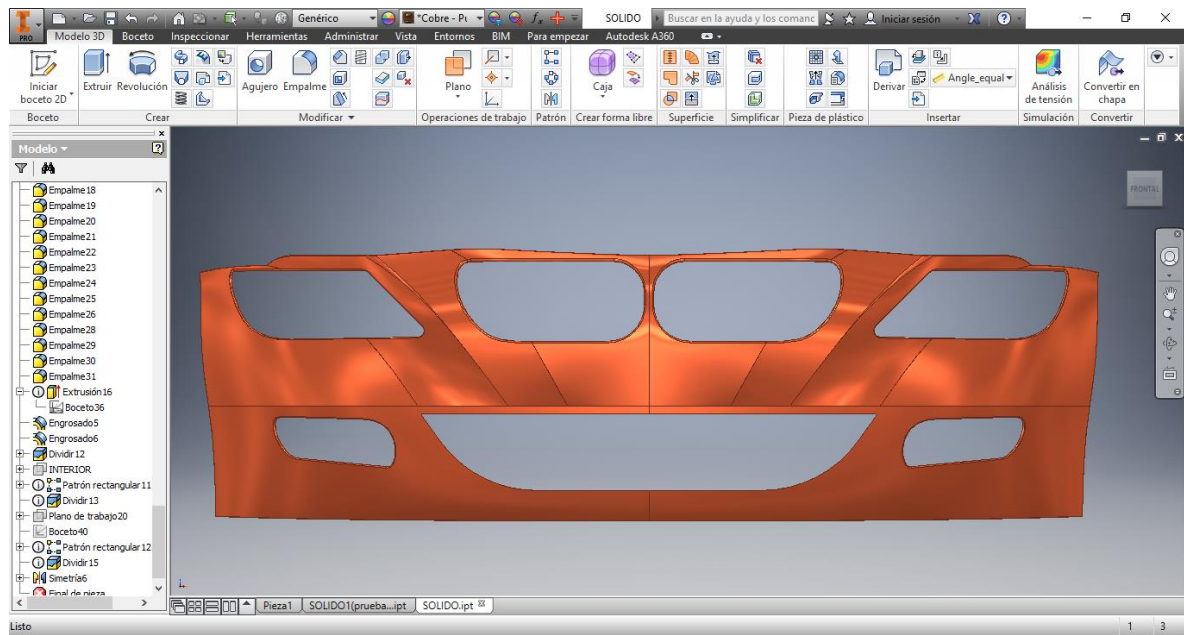


Ilustración 49. Resultado-frontal.

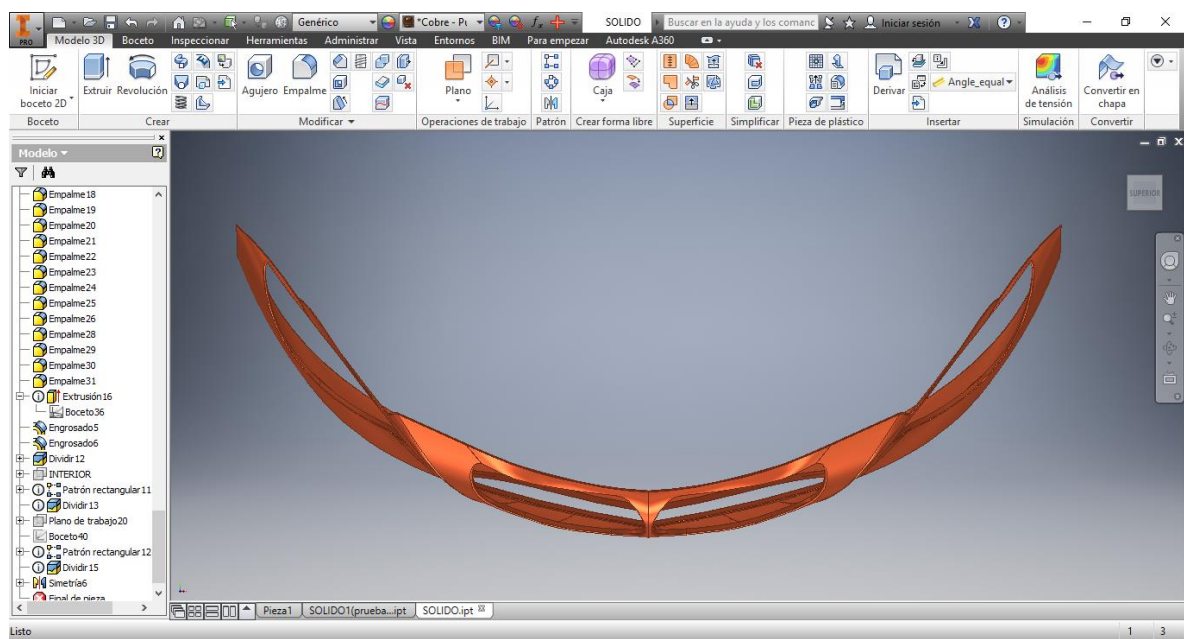


Ilustración 50. Resultado-planta.

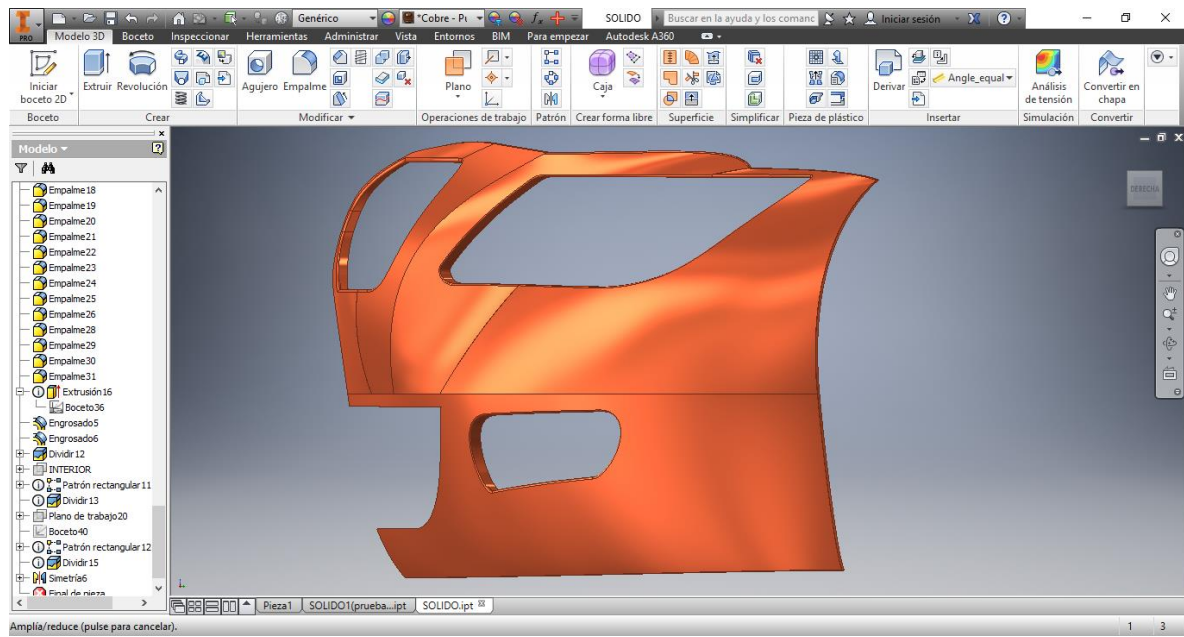


Ilustración 51. Resultado-perfil.

2.1.3. GENERACIÓN GEOMETRÍA AUXILIAR.

En este último apartado de la fase de modelado, trataremos de definir los elementos vistos en el apartado 2. *Descripción del dispositivo* obtenidos del paragolpes que tenemos como modelo, por tanto, abordaremos la creación de los elementos tanto para la sujeción al propio chasis del vehículo como para la instalación de las protecciones/refuerzos propios de un paragolpes.

En primer lugar nos centramos en la definición de las chavetas, las cuales, mediante termoconformado harán la función de uniones al resto del chasis.

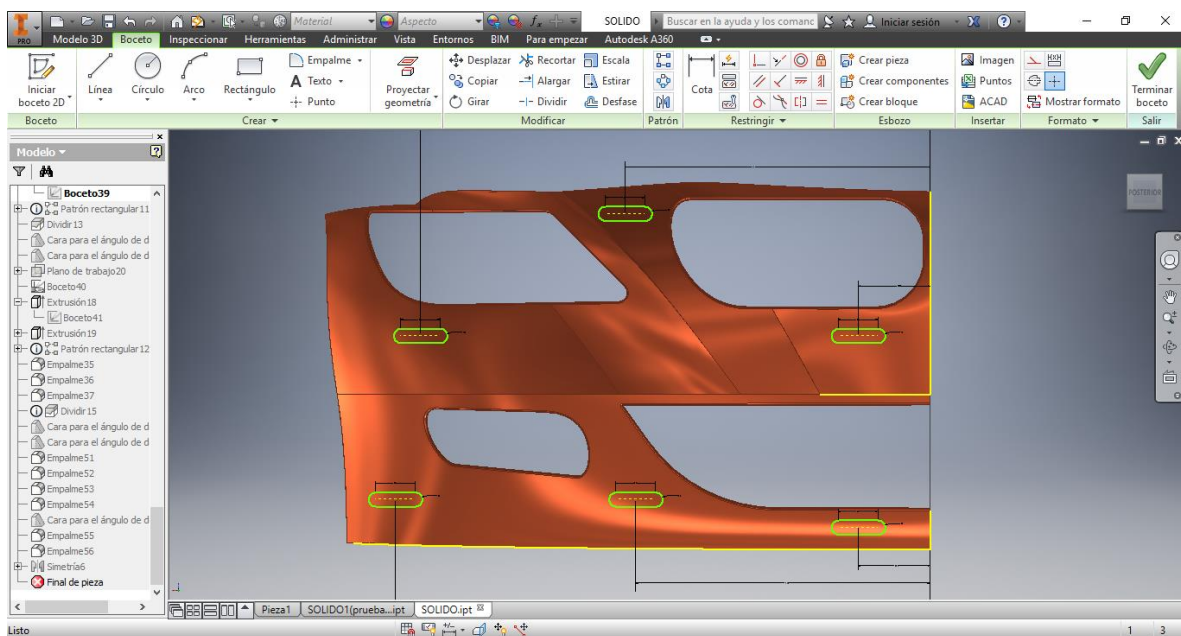


Ilustración 52. Creación chavetas.

La disposición elegida es la que aparece en la figura, así asegura un reparto uniforme y equilibrado. Sin más realizamos una extrusión la cual recortaremos después y dejaremos una altura de chaveta suficiente para que sea compatible al aplicar en la inserción de destino el termoconformado.

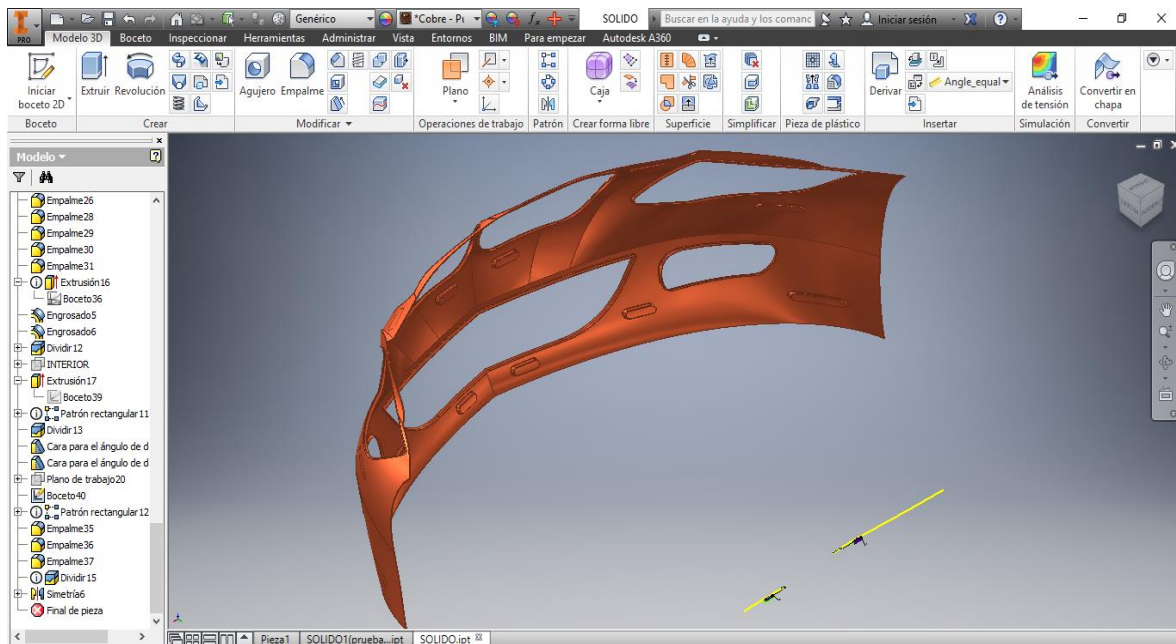


Ilustración 53. Vista definitiva chavetas.

Por último crearemos acoples de sujeción para fijar el paragolpes al chasis. Estos elementos son:

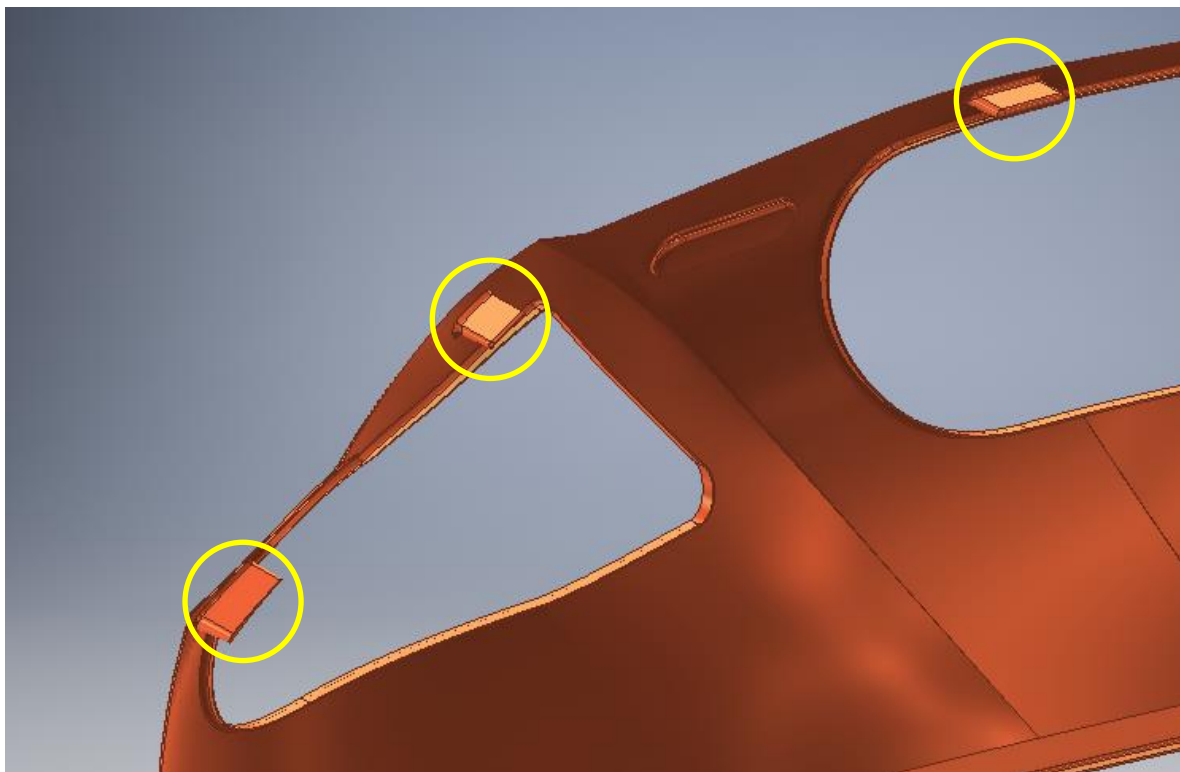


Ilustración 54. Vista acoples.

Por supuesto hemos de destacar que tanto para la creación de las chavetas como para estos acoples se han tenido en cuenta los mismos criterios de desmoldeo que los mencionados anteriormente.

3. ELECCIÓN DE MATERIAL

En la actualidad existen una numerosísima variedad de materiales plásticos diferentes, además la gran mayoría de ellos pueden combinarse con otros dando, por tanto, unos materiales los cuales presentan unas mejores prestaciones, rendimiento y propiedades de las que tendrían de existir por separado.

Este hecho hace que la labor de la elección del material correcto sea una tarea sumamente compleja, atendiendo a su funcionalidad, finalidad e incluso el medio ambiente en el que estará expuesto.

Algunas de las propiedades mecánicas más importantes a la hora de elegir el material más idóneo son la rigidez, resistencia, peso y evidentemente los esfuerzos mecánicos (en gran medida nos referimos a tracción y compresión). Otras propiedades que se deben considerar son: Tenacidad, resistencia a la temperatura, resistencia a la corrosión, comportamiento a fluencia/fatiga...etc.

En este caso que nos ocupa, nos hemos decantado por la utilización de un compuesto que es altamente usado en automoción:

ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) combinado con PC (Policarbonato). Gracias a esta combinación obtenemos la suma de la alta procesabilidad del ABS con las magníficas propiedades mecánicas, resistencia a los impactos y al calor del PC.

Las principales propiedades del ABS+PC son:

- I. Alta resistencia a los impactos en bajas temperaturas.
- II. Alta rigidez.
- III. Alta resistencia.
- IV. Facilidad de procesado.
- V. Baja contracción total y alta precisión dimensional.
- VI. Se puede colorear.

Ésta última resulta especialmente interesante ya que en nuestro caso se trata de un paragolpes, una pieza donde el rigor y la distinción estética marcan la

diferencia entre aquellos que se sitúan a la cabeza y los que poco a poco se van introduciendo y formando parte competente en relativamente poco tiempo, todo gracias a la gran ventaja que nos aportan los programas de cálculo mediante elementos finitos (MoldFlow).

4. ANÁLISIS DE LLENADO MEDIANTE MOLDFLOW

4.1. GENERALIDADES

Diseñar una pieza de plástico (ABS+PC) que se pueda fabricar no es una tarea sencilla, debido a la gran variedad de variables que pueden desencadenar un fallo si no se realiza un estudio de llenado. Algunos de los problemas más representativos son por ejemplo, imperfecciones en la pieza debido a contracciones o rechupes, si se exceden las propiedades térmicas del material, falta de llenado en el molde si no se selecciona el material idóneo, ya que éste puede comenzar a plastificar al entrar en contacto con las condiciones externas, es decir, el material solidifica y no se produce el llenado completo.

Para predecir todo este tipo de posibles inconvenientes disponemos de la herramienta de análisis de llenado de piezas plásticas llamada MOLDFLOW, la cual nos permite simular el proceso de inyección de la pieza y nos facilita en la medida de lo posible a paliar posibles desperfectos, es decir, anticiparnos a ellos y subsanarlos.

Los beneficios que nos aporta este software en el proceso productivo son:

- **Simulación previa**, para evaluar la factibilidad de fabricación de la pieza antes de fabricarla, lo que nos permite realizar cualquier cambio en la geometría de la pieza en caso de ser necesario.
- **Evaluar diferentes materiales**, ya que se puede verificar con la simulación el cambio de materiales y como eso afectará en el proceso y calidad de la pieza. Con esto lo que se consigue es un ahorro en el proceso, ahorro en materiales, piezas con menores costos, lo que supone una mayor oportunidad de competir en el mercado con una mejora de la relación coste/beneficio.
- **Predecir la ubicación de las líneas de inyección**. Todo esto repercute a la generación de piezas con menores problemas estructurales, piezas de mejor calidad y por tanto una mayor participación en el mercado.
- **Determinación de la ubicación de los puntos de inyección**, así como el número de puntos de inyección óptimos para asegurar el llenado de la pieza.

Con esto lo que conseguimos es una mayor optimización del molde, tiempo de llenado, mayor competitividad en el mercado.

- **Controlar todo el proceso**, en general con estos parámetros y algunos más relevantes que veremos posteriormente, podemos configurar desde el diseño de la pieza hasta su manufactura.

4.2. PARÁMETROS ANALIZADOS.

Mediante MOLDFLOW se pueden analizar muchos parámetros en cuanto a la fabricabilidad de una pieza, de modo que en este trabajo algunos de los factores que hemos considerado han sido:

- **Confianza de llenado**, muestra la probabilidad de que se rellene de plástico una región de la cavidad.

Los colores mostrados en el resultado de confianza de llenado indican lo siguiente:

1. Se puede rellenar.
2. El llenado puede resultar complicado o puede haber problemas de calidad.
3. El llenado resulta complicado o hay problemas de calidad.
4. No se puede rellenar.

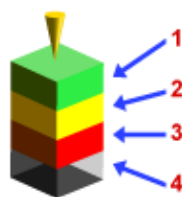


Ilustración 56. Colores confianza de llenado.

- **Predicción de la calidad**, la cual se utiliza para calcular la calidad de las propiedades mecánicas y el aspecto de la pieza. Este resultado se obtiene a partir de la configuración de la presión y temperatura, entre otros.

Los colores mostrados en el resultado de predicción de calidad indican lo siguiente:

1. Puede presentar una calidad alta.
2. Puede presentar problemas de calidad.
3. Presenta problemas de calidad.

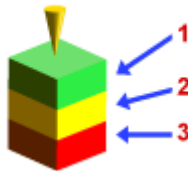


Ilustración 57. Colores predicción de la calidad.

- **Tiempo de llenado.** Representa el período de tiempo previsto desde el inicio del ciclo de inyección hasta que se rellena el molde.
- **Presión de inyección.** Indica la presión máxima de inyección obtenida durante el cálculo de los resultados. Adviser calcula la presión de inyección, que no supera la presión máxima de inyección permitida establecida previamente por el usuario.
- **Atrapamiento de aire.** Aparecen señalados con unos círculos rosas los puntos de aire donde la pieza presenta gases atrapados. Es un punto que deben analizarse con cuidado ya que no todas las localizaciones de esta predicción aparecen posteriormente en la realidad en la pieza.
- **Líneas de soldadura,** No se puede evitar la formación de líneas de soldadura cuando el flujo frontal se divide y converge alrededor de un agujero o presenta varios puntos de inyección.

4.3. CONFIGURACIÓN DEL PROCESO DE LLENADO

En esta sección trataremos de definir los pasos seguidos para la correcta simulación y veremos los principales problemas que se nos han presentado así como su subsanación. Lo primero que debemos hacer es guardar nuestro paragolpes definido como *sólido* y nos desplazamos al menú ``Entorno, crear diseño de molde``.

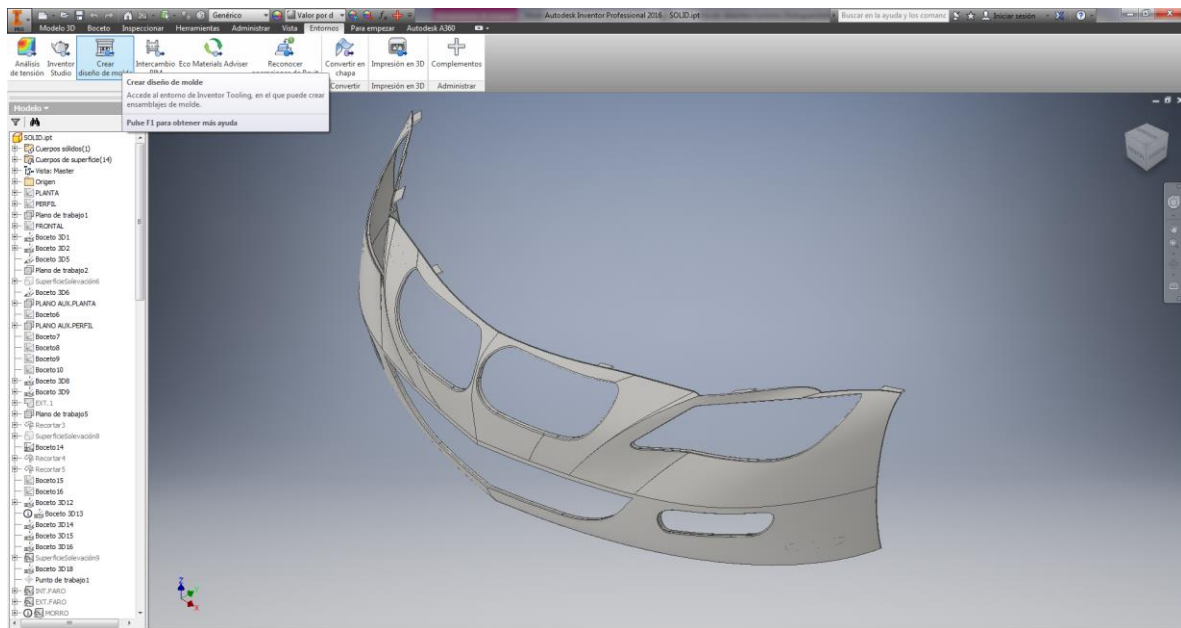


Ilustración 58. Menú crear diseño de molde.

Una vez que se ha cargado la pieza, nuestro entorno de trabajo es totalmente diferente al que hemos venido usando (debemos recordar que esta herramienta de simulación se encuentra dentro del mismo software con que hemos estado trabajando).

El siguiente paso lógico será:

- **Definir la orientación de la pieza**, con esto lo que conseguimos es ajustar la dirección de abertura de la pieza plástico, para alinearla con el eje que más nos interese, en este caso, se trataría del eje Z positivo.

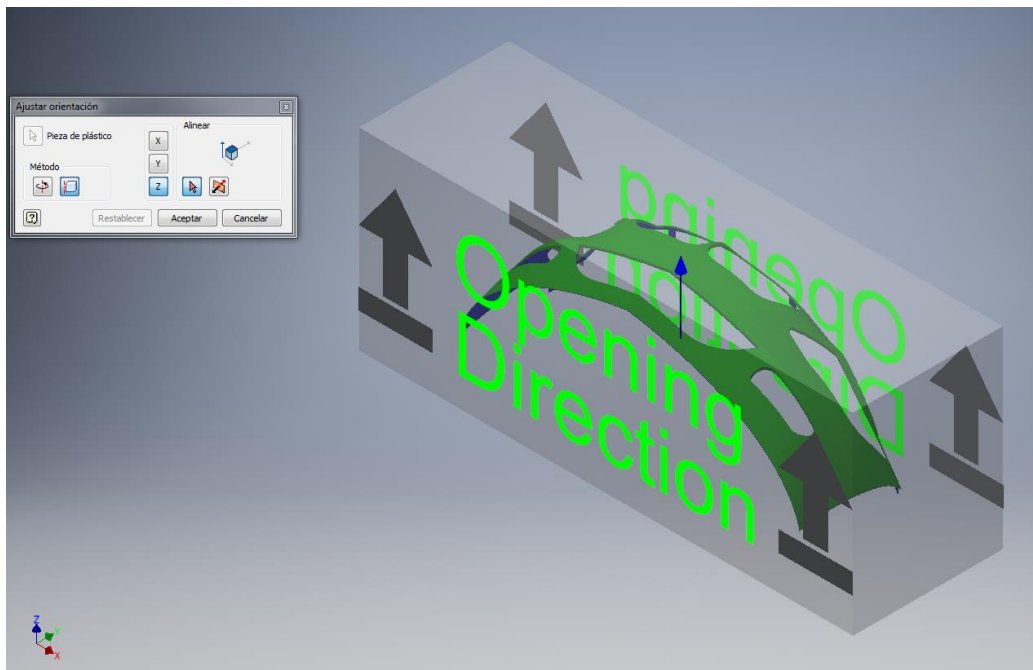


Ilustración 59. Ajuste dirección de abertura.

- **Elección del material**, tal y como comentamos anteriormente nuestro material de trabajo será ABS+PC debido a sus grandes ventajas y debido a que es un material usado por excelencia en automoción para este tipo de trabajos. Esta versión del programa, cuenta además con una librería de materiales reales que ofrecen diferentes proveedores del mercado, por tanto, esto es un gran paso a la hora de escoger un material.

Todas las propiedades de este material pueden visualizarse dentro de la pestaña ``informe``. Algunas de las más características aparecen en la siguiente hoja.

Thermoplastics material				
Mechanical Properties	Shrinkage Properties	Filler Properties	Environmental Impact	Quality Indicators
Description	Recommended Processing	Rheological Properties	Thermal Properties	pvT Properties
Family name	ACRYLONITRILE COPOLYMERS (ABS, ASA, ...)			
Trade name	Lustran ABS Elite HH 1827			
Manufacturer	INEOS ABS			
Link				
Family abbreviation	ABS			
Material structure	Amorphous			
Data source	Manufacturer (INEOS ABS) : pvT-Supplemental : mech-Supplemental			
Date last modified	14-FEB-08			
Date tested				
Data status	Non-Confidential			
Material ID	5391			
Grade code	CM5391			
Supplier code	INEOSABS			
Fibers/fillers	No cargado			

Ilustración 60. Descripción material.

Thermoplastics material				
Mechanical Properties	Shrinkage Properties	Filler Properties	Environmental Impact	Quality Indicators
Description	Recommended Processing	Rheological Properties	Thermal Properties	pvT Properties
Mold surface temperature	80	C		
Melt temperature	260	C		
Mold temperature range (recommended)				
Minimum	60	C		
Maximum	85	C		
Melt temperature range (recommended)				
Minimum	220	C		
Maximum	280	C		
Absolute maximum melt temperature	310	C		
Ejection temperature	89	C		
	View test information for ejection temperature...			
Maximum shear stress	0.28	MPa		
Maximum shear rate	50000	1/s		

Ilustración 61. Descripción procesado.

- **Postizo/cavidad**, en este apartado activamos las funciones de diseño y análisis de la pieza. Dentro de este apartado a su vez tenemos una serie de opciones para configurar como son:

- Ubicación de puntos de inyección, en nuestro caso las definiremos por la parte interna del paragolpes, es decir la superficie que no queda expuesta a las condiciones ambientales atendiendo puramente a factores estéticos.

Me gustaría destacar que en trabajo la configuración óptima para asegurar un correcto llenado y que éste sea uniforme, han sido de 5 puntos de inyección. Esto se debe en su totalidad a la compleja geometría con la que estamos trabajando. Dichas ubicaciones son las siguientes:



Ilustración 62. Ubicación puntos de inyección.

- Configuración de proceso de pieza:

Configuración de proceso de pieza

Definir | Sugerir

☐ Propiedades de material

Temperatura de molde [60,00 : 85,00]c: 80,00 c [Por defecto]

Temperatura de fusión [220,00 : 280,00]c: 260,00 c [Por defecto]

☐ Presión límite de inyección máxima

Presión máxima de inyección en equipo [10,00 : 500,00]MPa: 225,00 MPa

☒ Conmutación automática de velocidad/presión: 99,00

Conmutación de velocidad/presión por porcentaje de volumen

☐ Tiempo de inyección de equipo

☒ Tiempo de inyección automática

Hora [s]: 0,00 s

☐ Tiempo de apertura de molde

Hora [s]: 5,00 s

[?] [Aceptar] [Cancelar]

Ilustración 63. Configuración proceso de pieza.

En esta sección definimos aspectos como la temperatura del molde, la presión de inyección...etc.

- Análisis de llenado de pieza. Predice el flujo de plástico que atravesará la pieza individual durante el proceso de llenado. Obtendremos informe acerca del tiempo de llenado, flujo de plástico, confianza de llenado, predicción de la calidad, trampas de aire y las líneas de soldadura.

Notas destacables:

Por último solo nos queda esperar que las simulaciones acaben y probar hasta que encontremos una configuración que cumpla con los requisitos deseados. Destacar que en este trabajo se han ensayado cerca de 40 materiales diferentes de distintos fabricantes, con esto queda constancia de la complejidad de la tarea que estamos llevando a cabo.

La ubicación de los puntos de inyección ha sido una labor realmente compleja, ya que dar con la ubicación adecuada de éstos resulta determinante a la hora de un correcto llenado. Para solventar estos problemas, hemos tenido que remodelar reiteradamente nuestro diseño inicial para salvar aquellas zonas donde el fluido no llegaba con toda la integridad que quisiéramos. Esto supone vuelta a empezar cada vez que realizamos el más mínimo cambio, extendiéndose sólo la fase de diseño alrededor de un mes para encontrar la configuración adecuada que además cumpla con los criterios estéticos que tan importantes son hoy en día en la industria automovilística, en este caso.

A todo esto tenemos que añadir el gran coste computacional que requiere este tipo de simulaciones.

4.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LLENADO

Los resultados obtenidos son:

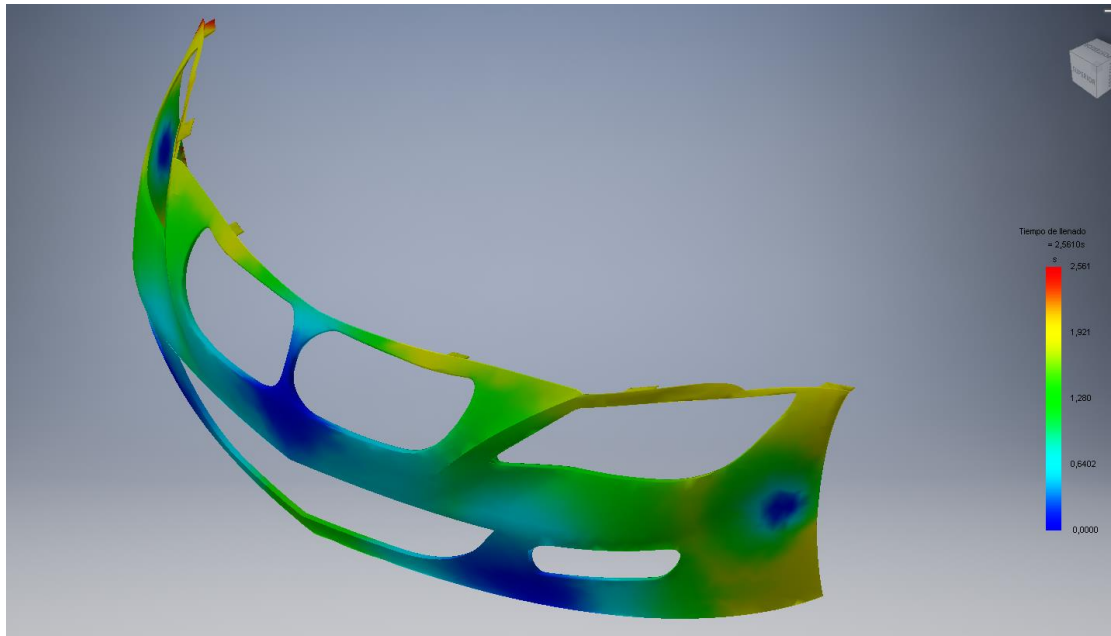
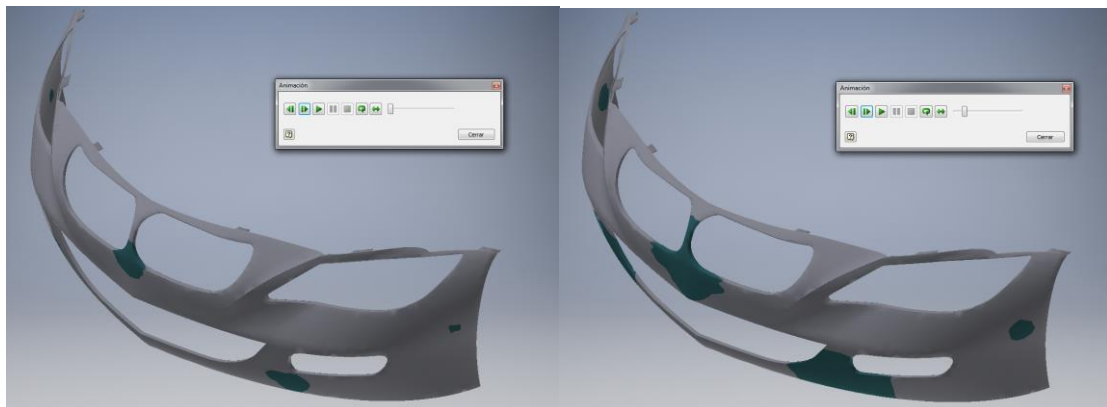


Ilustración 64. Tiempo de llenado.

En esta imagen anterior podemos apreciar el tiempo de llenado, las zonas que más tiempo tardan en llenarse son los extremos, resultados el cual coincide lógicamente si tenemos en cuenta la ubicación de los puntos de inyección.

Veamos ahora en la siguiente secuencia de imágenes como se distribuye el flujo en la inyección:



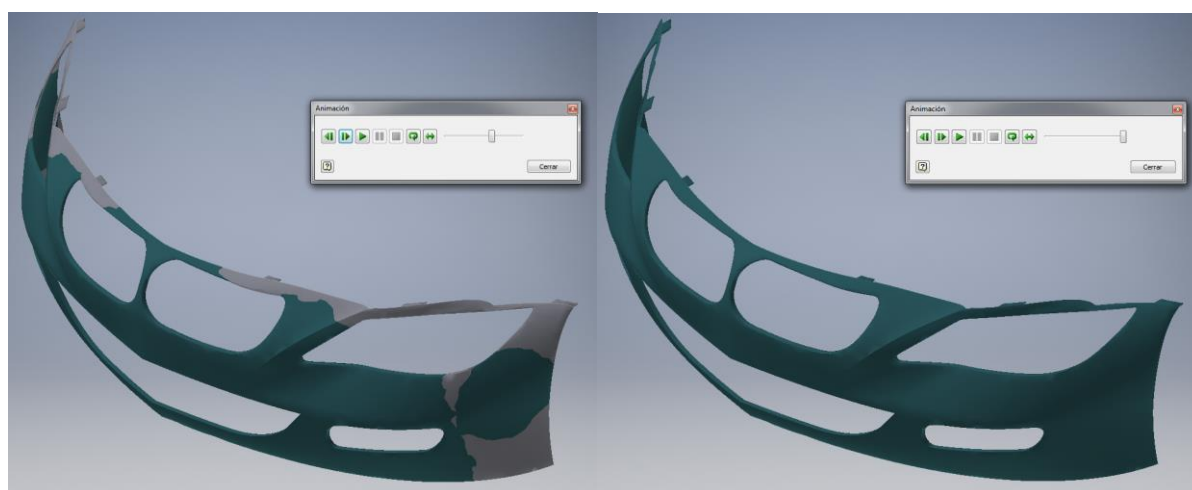
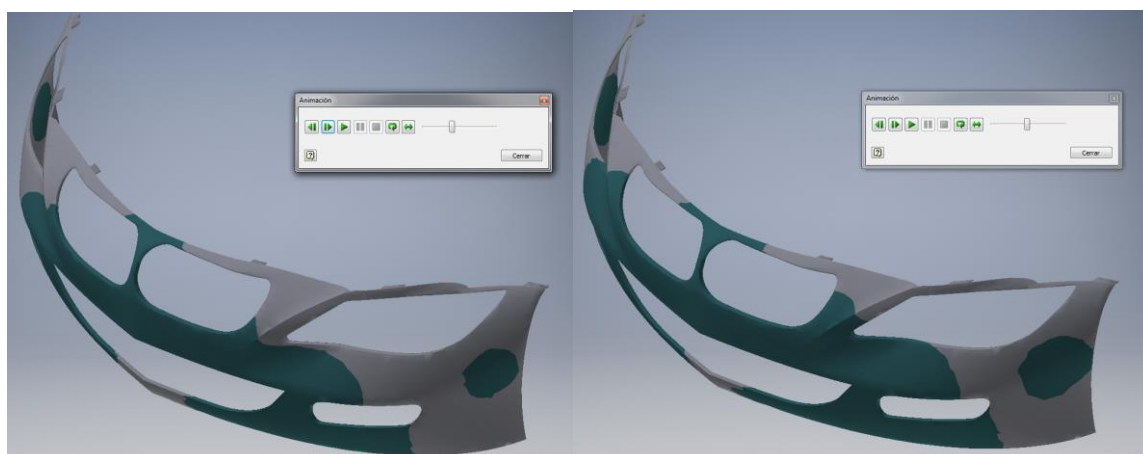
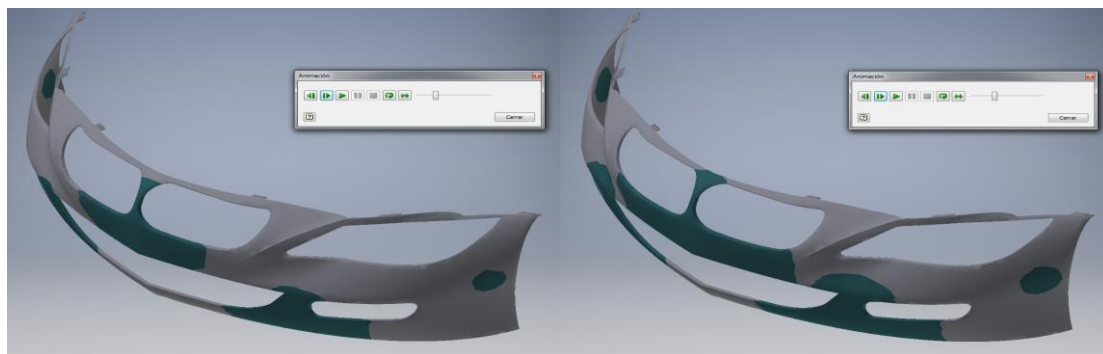
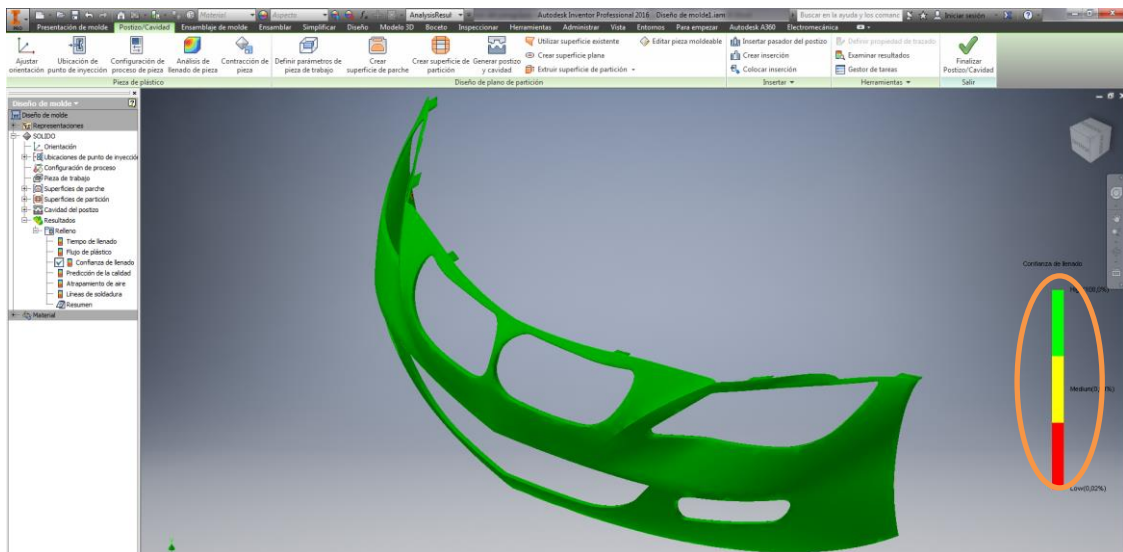


Ilustración 65.Secuencia flujo de plástico.

El aspecto más importante es asegurar el llenado completo en la inyección:



Es más que evidente que hemos asegurado el llenado de la pieza y por tanto no existirán zonas con probabilidad de fallo en el llenado, ya que aparece en su totalidad de color verde (se puede apreciar como el 100,00% de la pieza aparece de color verde).

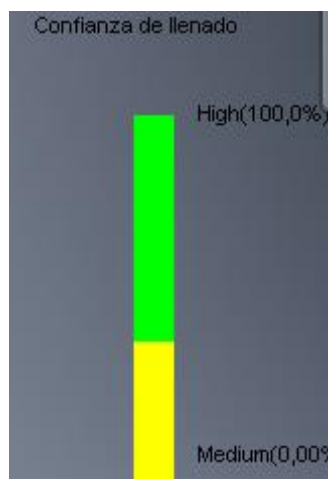


Ilustración 66.confianza de llenado.

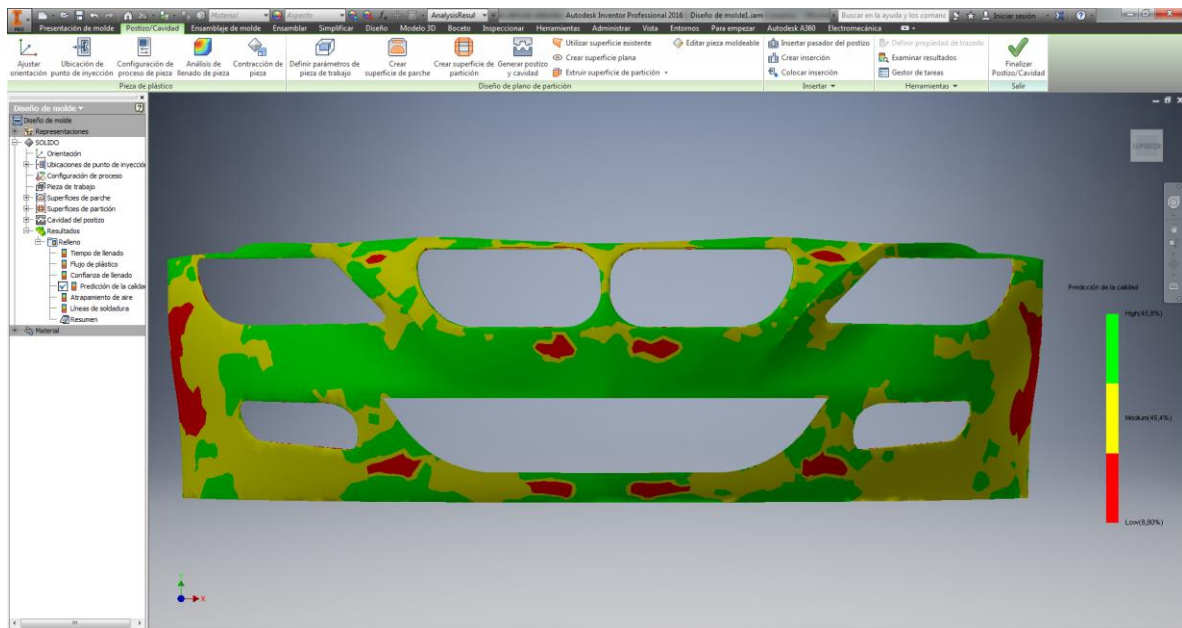


Ilustración 67. Predicción de la calidad.

En cuanto a la calidad de la pieza, podemos dar por bueno estos resultados si tenemos en cuenta que posteriormente se pintara y se le darán una serie de tratamientos.

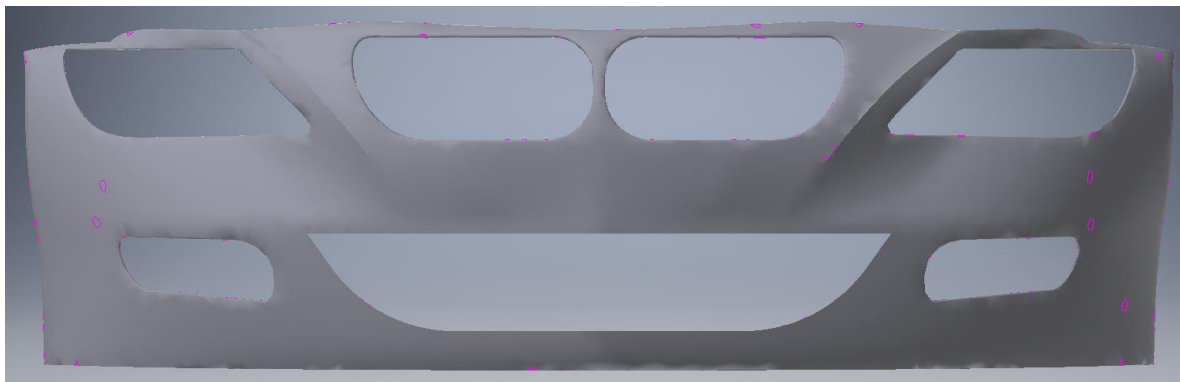


Ilustración 68. Atrapamiento de aire.

Aquí se indican las zonas (aparecen en color rosa) en las que se presume que pueden quedar atrapamientos de aire dentro del modelo. Estos atrapamientos de aire se encuentran alrededor de la pieza y están cerca de la partición del molde lo que hará que la evacuación de los mismos sea sencilla, por lo que no debería provocar ningún problema en la calidad de la pieza.

Por último nos quedaría por ver las líneas de soldadura:

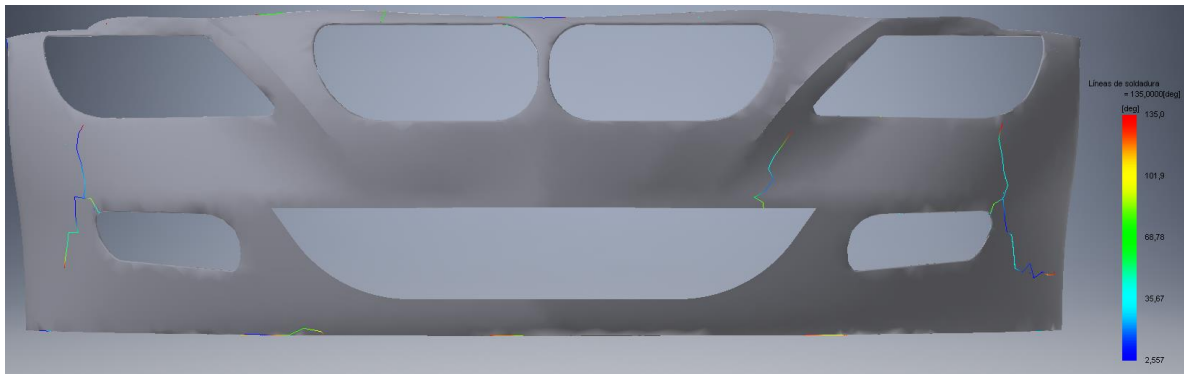


Ilustración 69. Líneas de soldadura.

Dichas uniones del frente del flujo son admisibles por producirse a altas temperaturas (unos 135°C aproximadamente), produciéndose una correcta unión del material procedente de distintas direcciones.

Resumen de resultados:

A continuación se muestra un resumen de los resultados del análisis de llenado en los que se refleja que la pieza puede llenarse fácilmente, pero la calidad podría no ser aceptable como hemos indicado anteriormente, aun así los daremos por bueno por los motivos anteriormente mencionados.

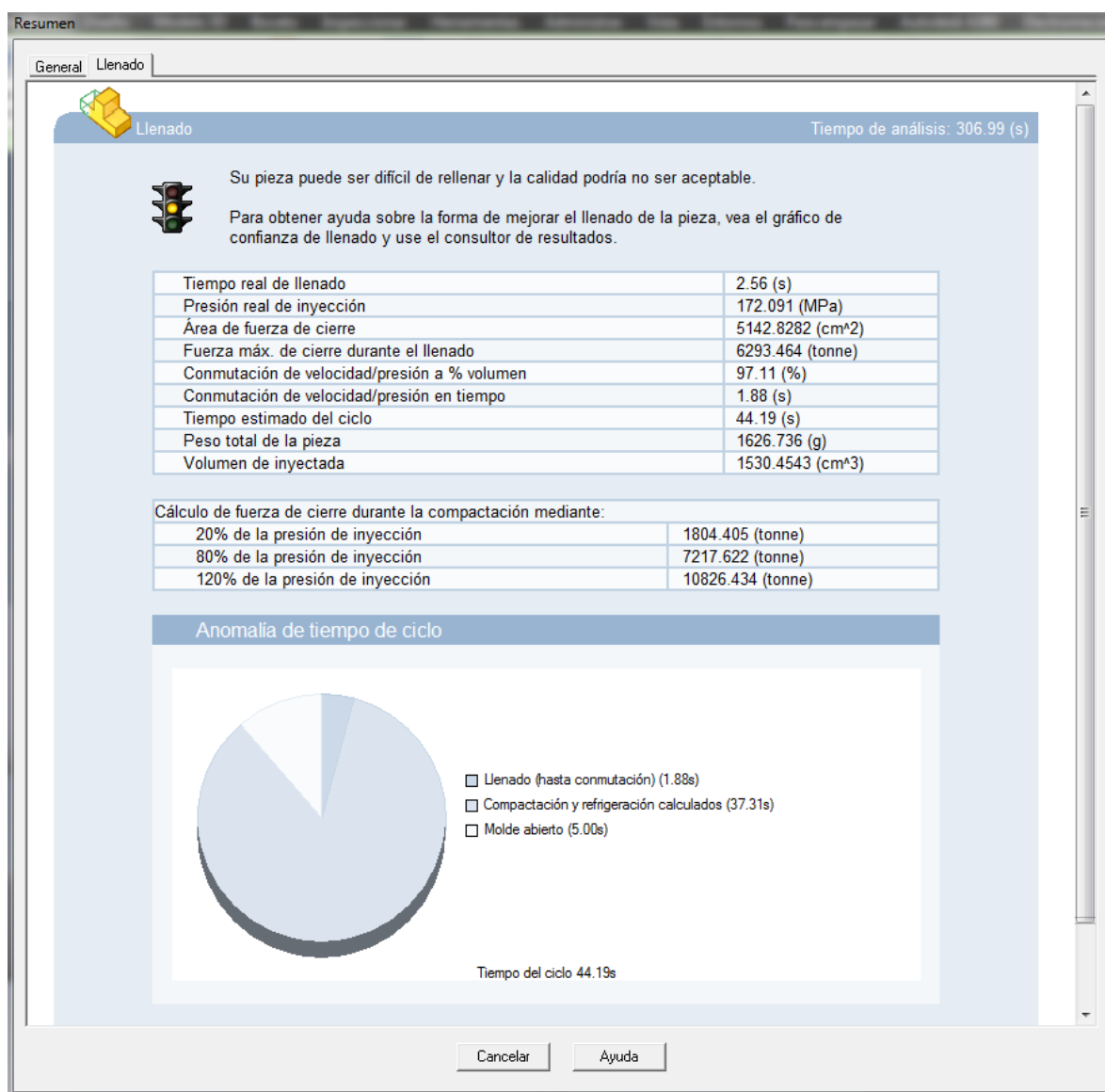


Ilustración 70. Resumen Llenado.


General

Nombre del estudio	dise_o_20de_20molde1_5fsolido_5fmp_2eipt_fill.sdy		
Ubicación del estudio	C:\Users\usuario\Desktop\UOSE\DEFINITIVO 2\ATMold\Moldflow\Diseno_20de_20molde1_2Eiam\dise_o_20de_20molde1_5fsolido_5fmp_2eipt_fill.sdy		
Nombre de la pieza	Diseno_20de_20molde1_5FSOLIDO_5FMP_2Eipt_fill		
Idoneidad del modelo	El modelo importado tiene paredes finas; es adecuado para el análisis Dual-Domain.		
Resolución del análisis	Predeterminado		

Material	
Fabricante del material	INEOS ABS
Nombre comercial del material	Lustran ABS Elite HH 1827
Impacto medioambiental	

Temperatura de masa fundida	260.0 (C)
Temperatura del molde	80.0 (C)
Puntos de inyección	5
Presión máxima de inyección de la máquina	225.000 (MPa)
Tiempo de inyección seleccionado	Automático
Conmutación velocidad/presión	Automático

Advertencias del modelo	
Ninguno	

Ilustración 71. Resumen general.

4.5. CONFIGURACIÓN CREACIÓN DE MOLDES

En este último apartado, definiremos finalmente y explicaremos aquellos parámetros para obtener el molde que nos daría el diseño del paragolpes mediante la inyección.

Los parámetros más destacados son:

- **Definir parámetros de la pieza de trabajo**, donde se nos permite el tipo de pieza de trabajo (rectangular o cilíndrica) y las cotas de todo el exterior y la posición de la pieza de plástico en la pieza de trabajo.
- **Crear superficie de parche**, permite añadir superficies de parche adicionales o eliminar las superficies de parche automático. En el caso que nos ocupa, crearíamos superficies de parche en los huecos destinados al faro, antinieblas y ambas parrillas.
- **Crear superficie de partición**, seleccionaremos las aristas que definen nuestra superficie de separación, esta superficie delimita ambas partes del molde, marcando por tanto la línea de abertura.
- **Generar postizo/cavidad**, evalúa la geometría y divide la pieza de trabajo en un núcleo y una cavidad después de crear una pieza de trabajo, y una superficie de parche y partición satisfactoria. Véase ejemplo:

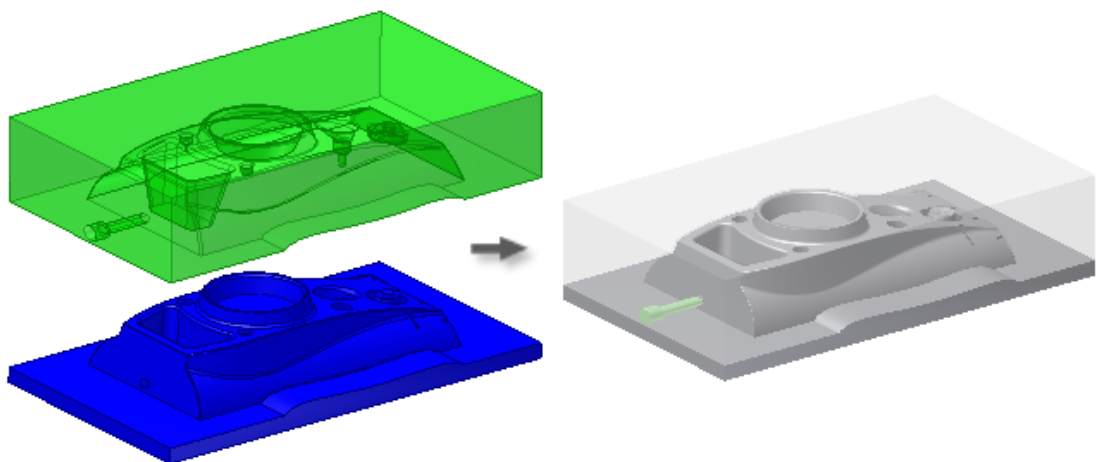


Ilustración 72. Ejemplo postizo/cavidad.

Sin más aplicamos estos pasos a nuestro caso:

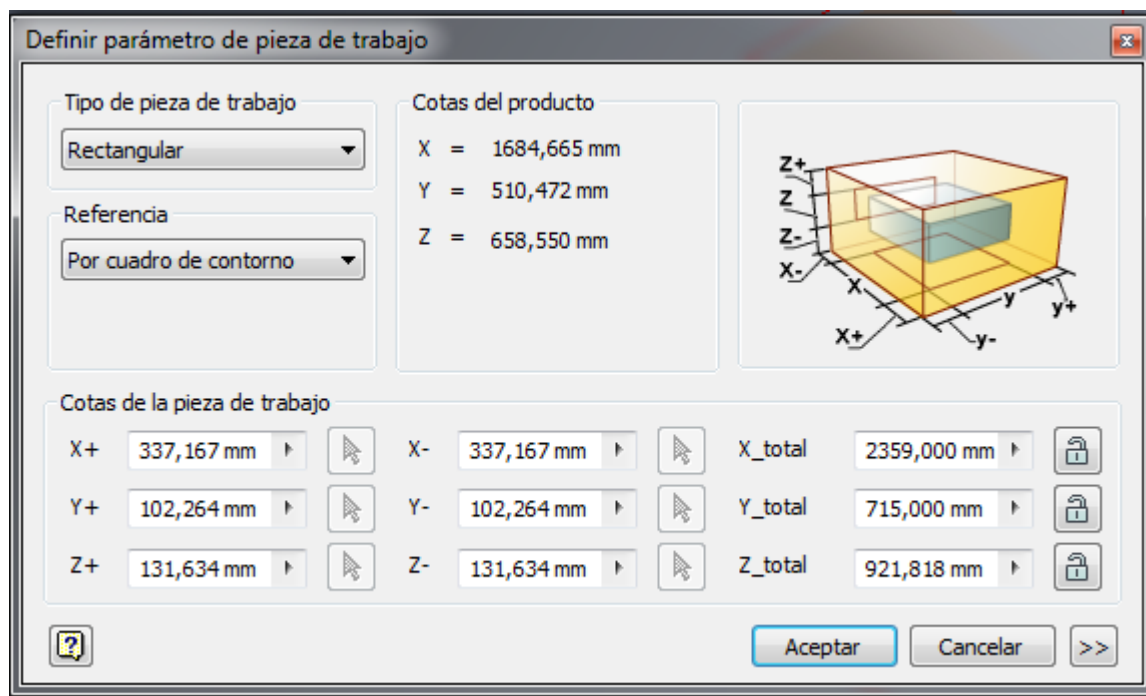


Ilustración 73. Definición pieza de trabajo.

De esta forma ya sabemos además las dimensiones de nuestro molde, obteniendo unos valores de:

- Ancho (Coordenada Y): 715,00 mm.
- Alto (Coordenada Z): 921,818 mm.
- Largo (Coordenada X): 2359,00 mm.

Además se define las medidas del producto (como si fuese una pieza rectangular) que presenta nuestra pieza:

- Ancho (Coordenada Y): 510,47 mm.
- Alto (Coordenada Z): 658,55 mm.
- Largo (Coordenada X): 1684,66 mm.

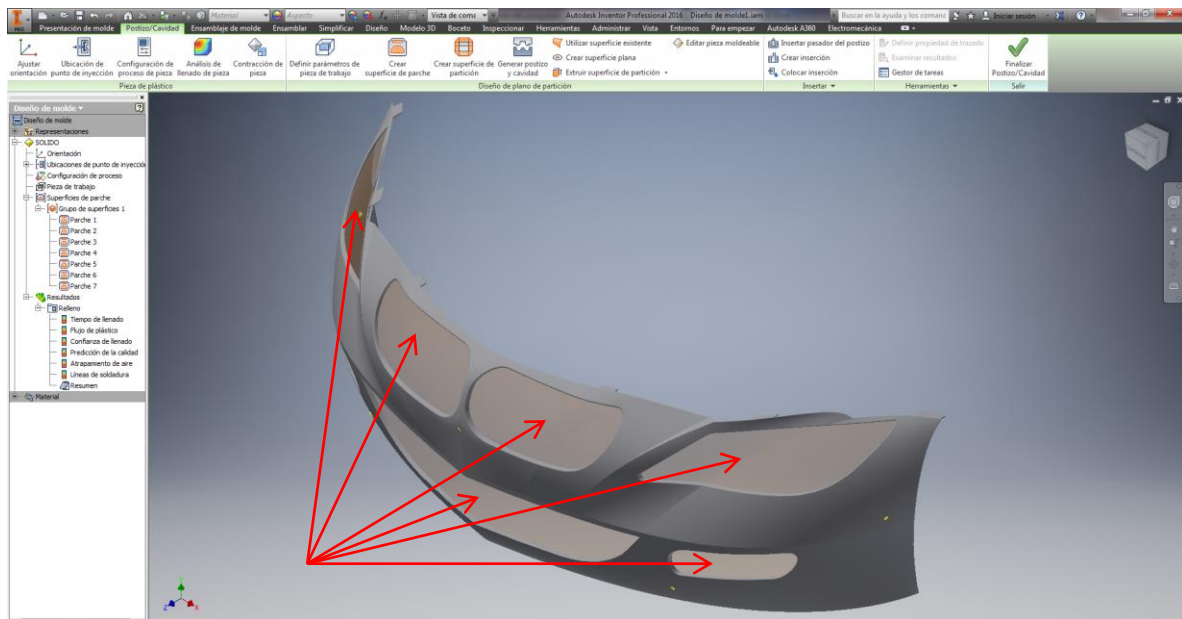


Ilustración 74. Creación de superficie de parche.

Aparecen en la ilustración marcadas con flechas de color rojo, estas son las superficies que definidos, las cuales harán de barrera y separarán ambas partes del molde.

A continuación crearemos la superficie de partición, tras realizar una serie de operaciones, el resultado obtenido es el siguiente:

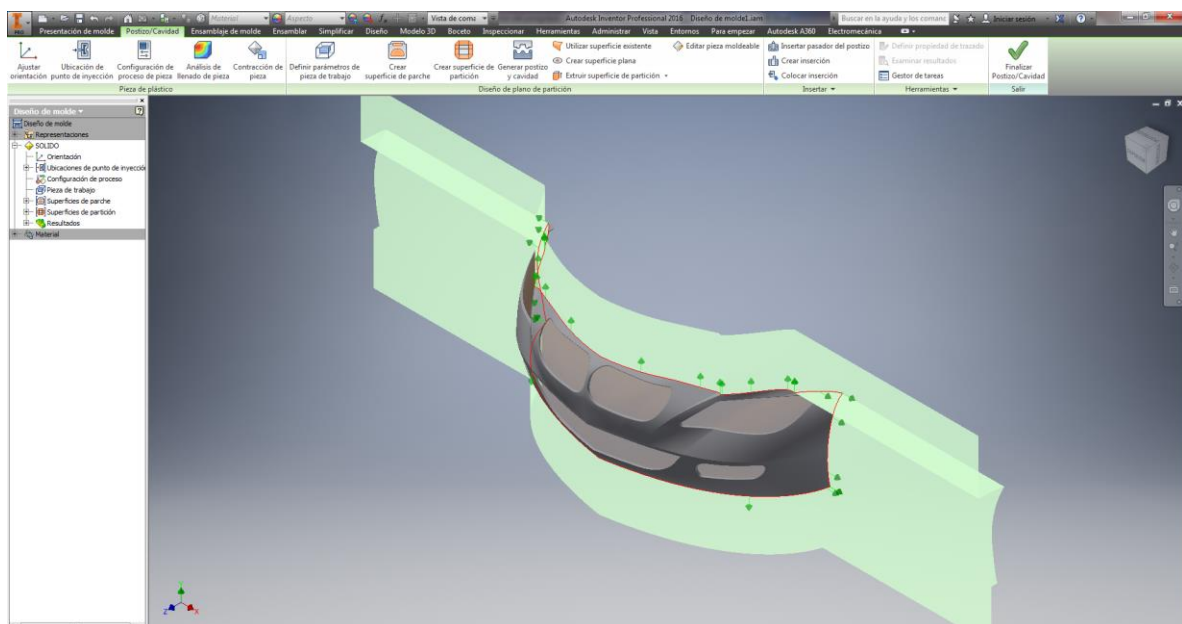


Ilustración 75. Creación de superficie de partición.

Finalmente sólo nos queda generar el postizo/cavidad. Veamos una vista previa:

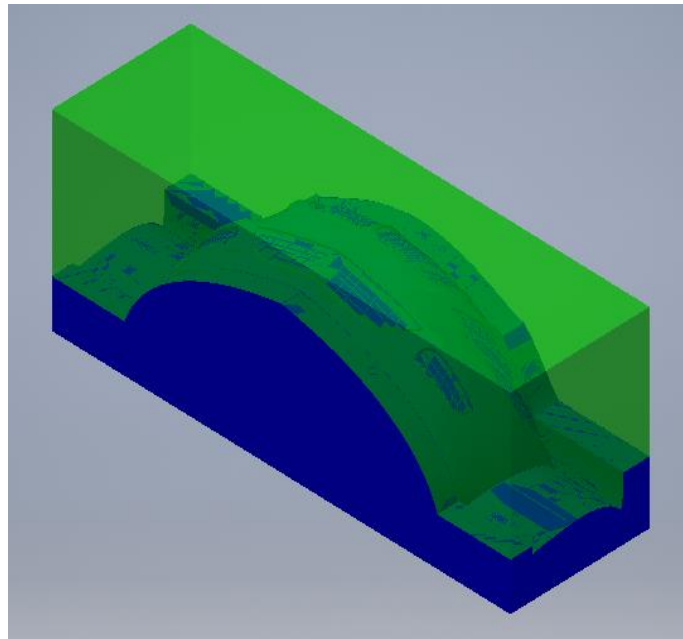


Ilustración 76. Creación de postizo/cavidad previo 1.

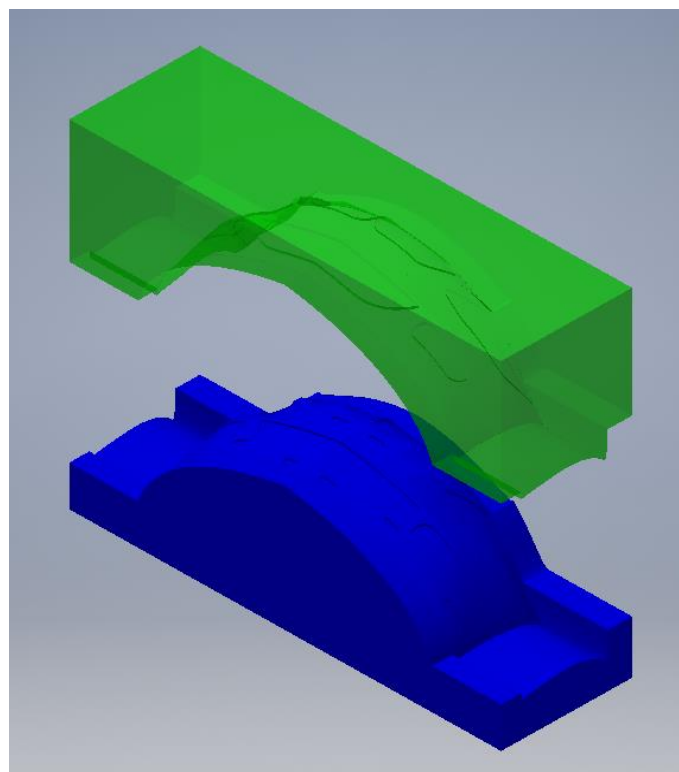


Ilustración 77. Creación de postizo/cavidad previo 2.

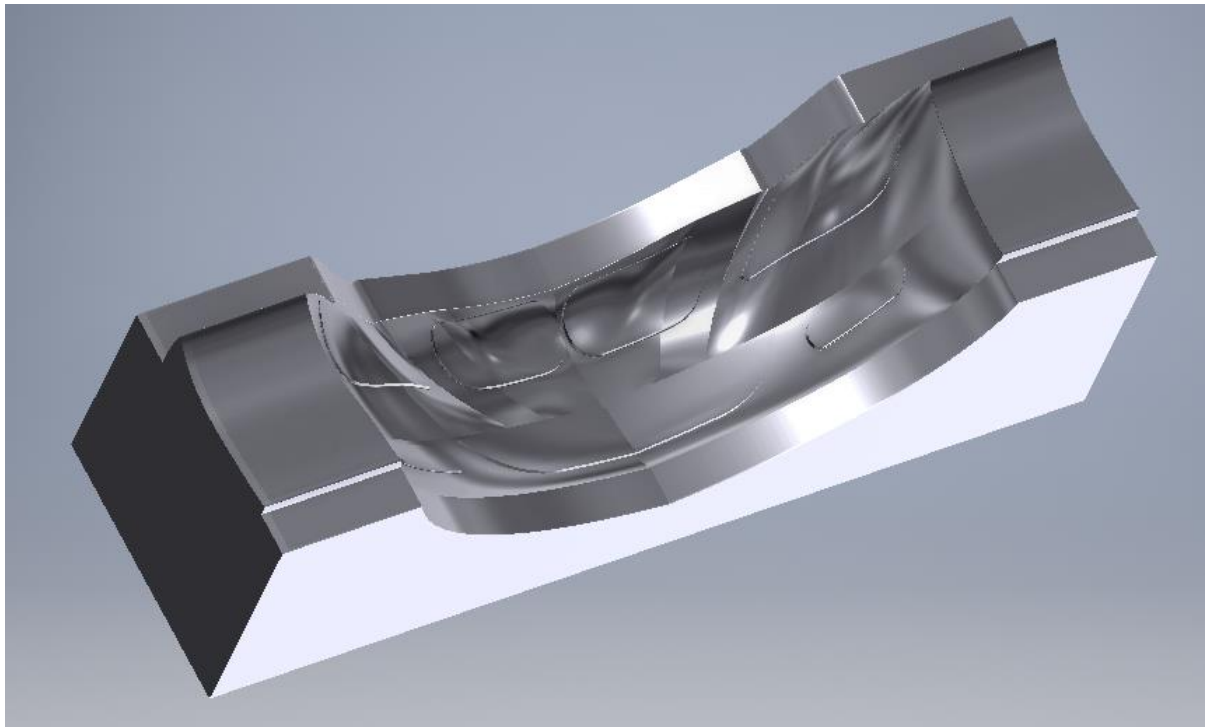


Ilustración 78.Postizo.

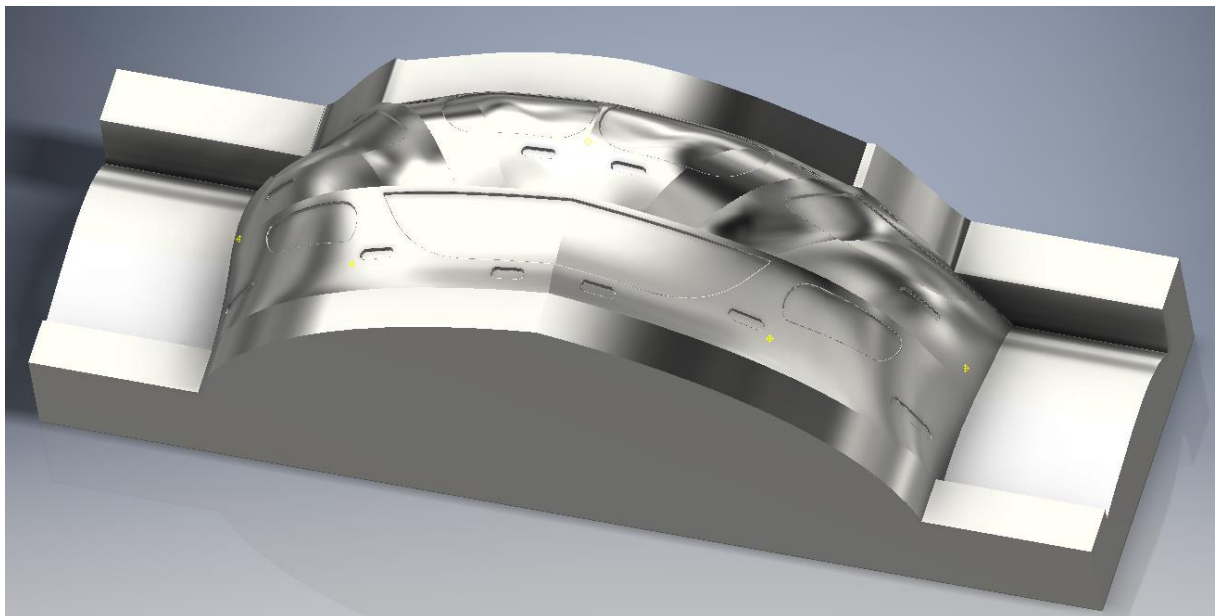


Ilustración 79. Cavity.

Finalmente, tenemos nuestras dos partes del molde obtenidas después del largo y complejo proceso que hemos seguido, obteniendo un resultado más que satisfactoria tanto estéticamente como por los resultados obtenidos.

5. PREDISEÑO DEL MOLDE DE INYECCIÓN

En este último apartado realizaremos un prediseño del molde de inyección, es decir, un diseño del portamoldes en su configuración más básica pero que sin duda alguna nos aclarará cual sería el último paso productivo en la fabricación de este tipo de elementos.

Un portamolde es un ensamblaje de placas de acero que contiene los núcleos y las cavidades de un molde. La operación *Portamolde* crea un portamolde a partir de las bibliotecas de contenido suministradas (en este caso algunos de los elementos serán diseñados por el usuario ya que debido a la complejidad del molde y en concreto a las dimensiones de la pieza, no disponemos de datos reales ya sea de fabricantes o proveedores para la ejecución de este conjunto de elementos, de ahí que sólo se realice un prediseño básico como se ha mencionado anteriormente ya que ha sido prácticamente imposible encontrar información acerca de estos portamoldes a esta escala de piezas).

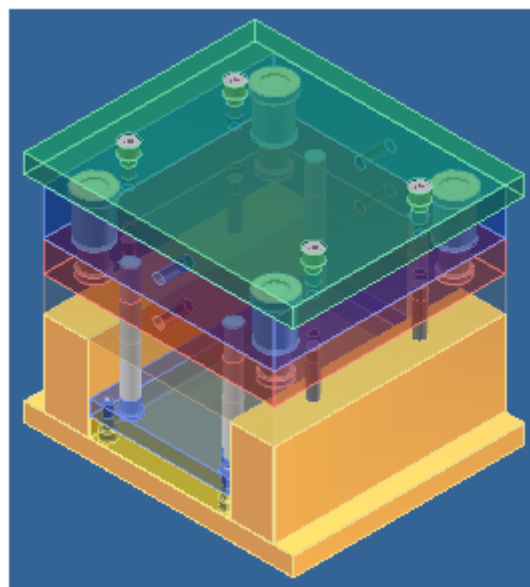


Ilustración 80. Ejemplo Portamoldes.

En nuestro caso, hemos seleccionado un portamolde con una configuración de dos placas, los elementos que lo componen son:

- **Anilla de centrado:**

La anilla de centrado se instala sobre el casquillo de inyección y se alinea con la anilla del inyector.

Ésta a su vez, está centrada con respecto al canal de alimentación para impedir que se produzcan fugas de material durante el proceso de inyección.

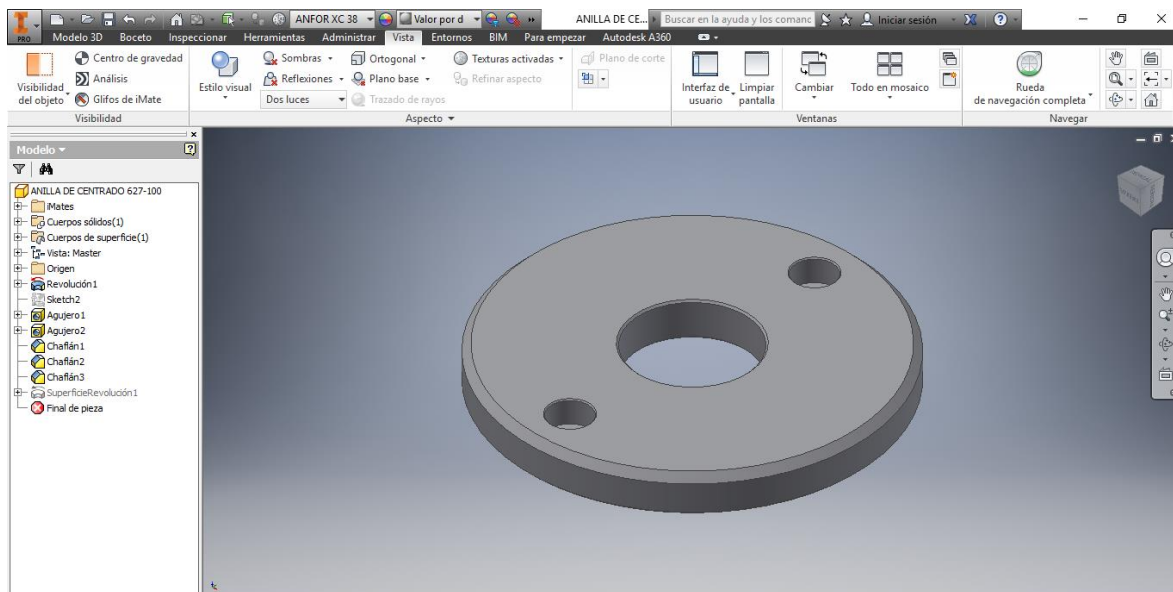


Ilustración 81. Anilla de centrado.

- **Casquillo de inyección de bebedero:**

Es la abertura por la que se introduce el plástico fundido en el molde. El casquillo se instala en la anilla de centrado y guía el plástico a través de los canales de alimentación por los diferentes puntos de inyección y directamente a la cavidad.

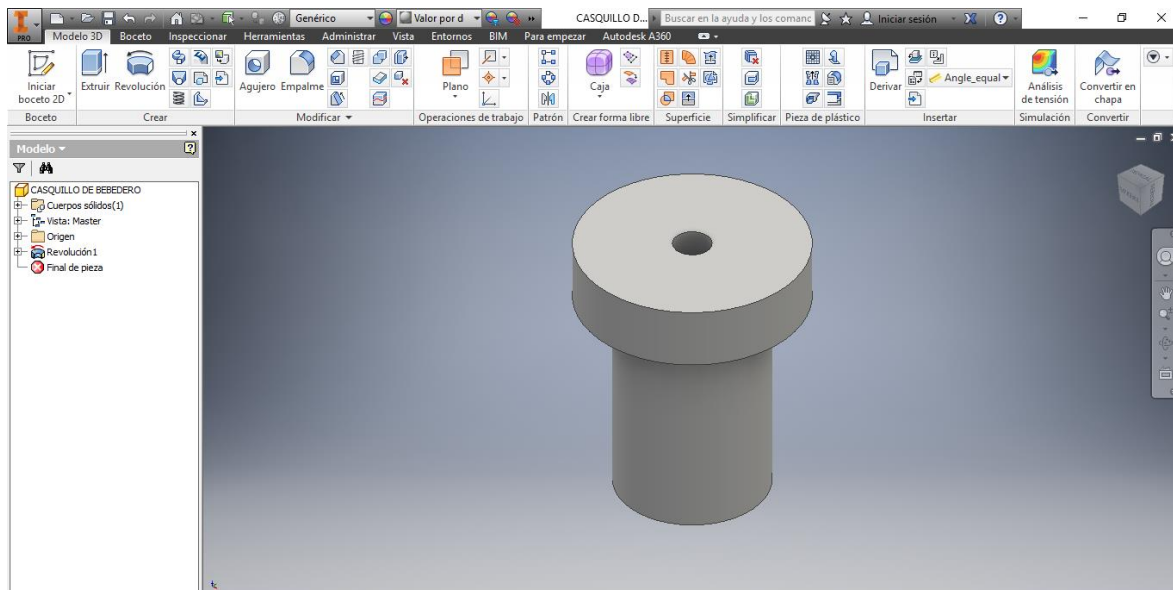


Ilustración 82. Casquillo de bebedero.

- **Parte superior de la placa de fijación:**

Representa la placa superior y sobre esta van situados tanto la anilla de centrado como el casquillo de bebedero.

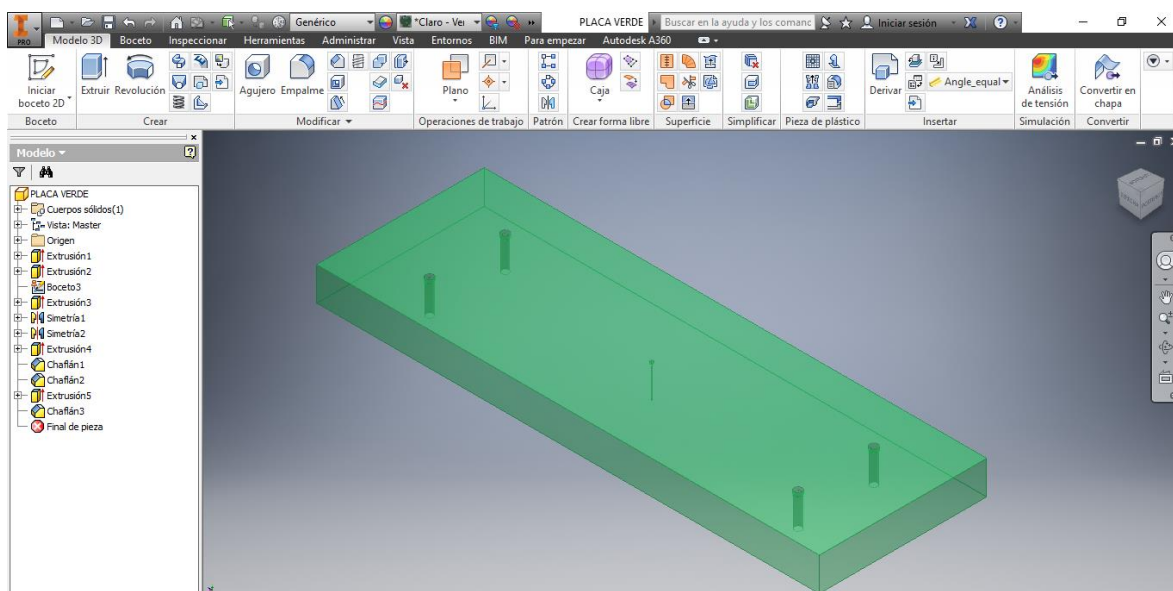


Ilustración 83. Parte superior de la placa de fijación.

- **Placa de cavidad:**

En esta placa (situado debajo de la placa superior de fijación) se encuentra alojada la parte superior de nuestro molde.

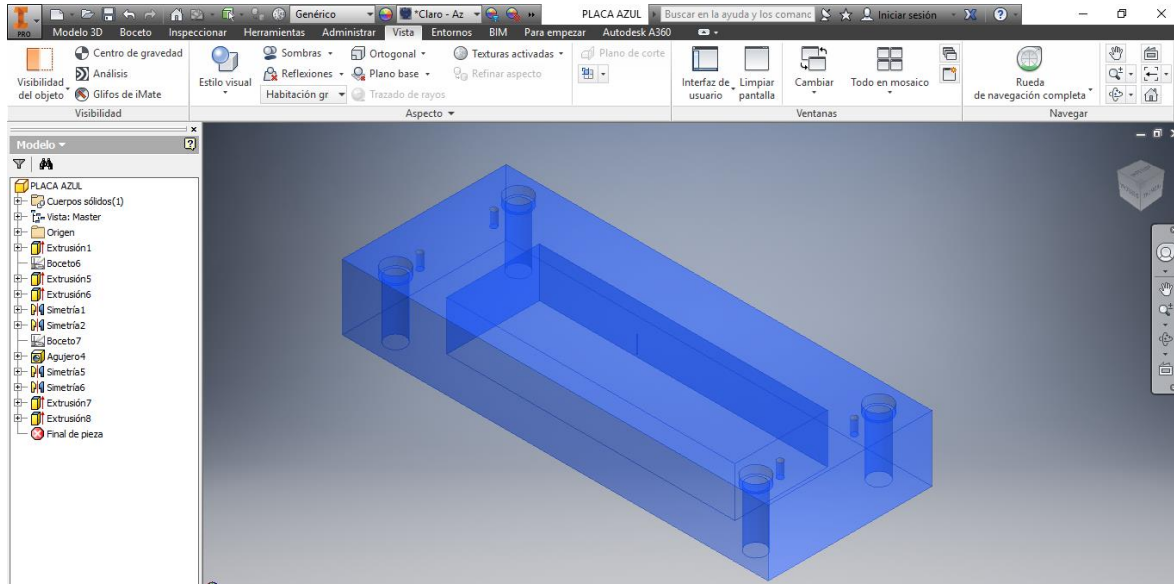


Ilustración 84. Placa de cavidad.

- **Placa del postizo:**

Esta placa representa la parte inferior que contiene la otra parte del molde.

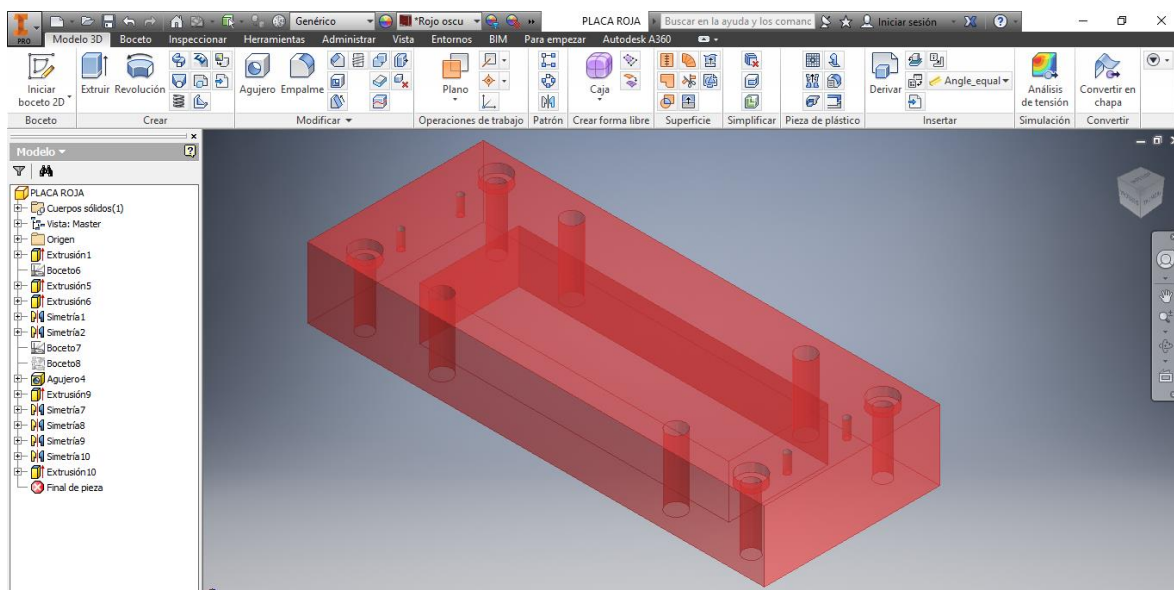


Ilustración 85. Placa del postizo.

- **Placa de soporte:**

Se refiere a la placa la cual sustenta la placa del postizo.

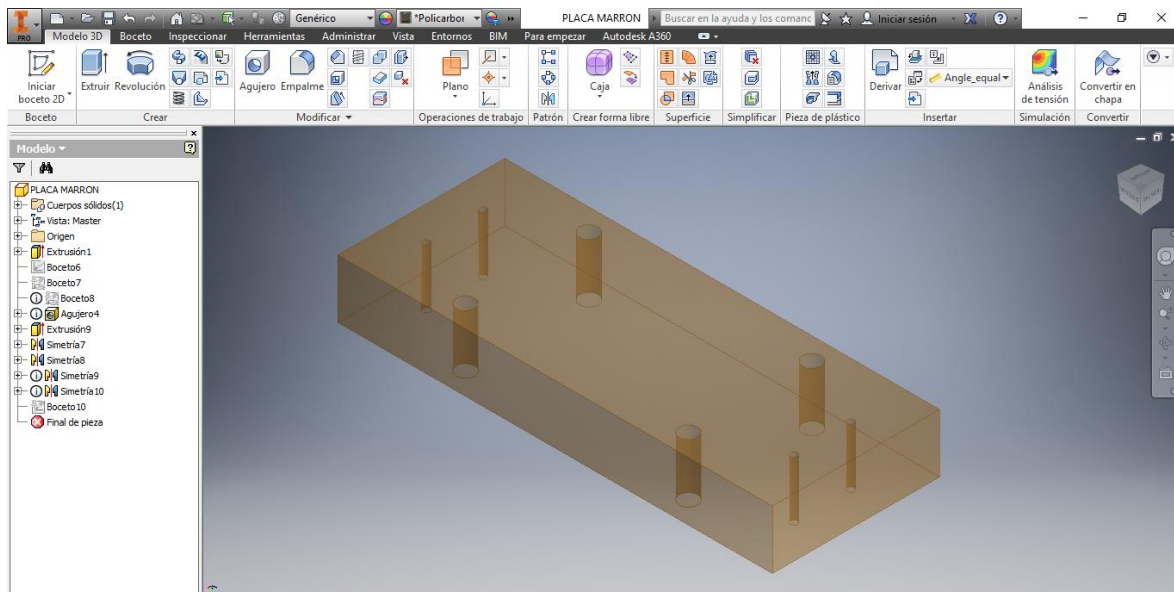


Ilustración 86. Placa de soporte.

- **Bloque separadores:**

Estos bloques nos sirven para dar el espacio necesario entre la placa de soporte y las demás placas que actúan como base del conjunto.

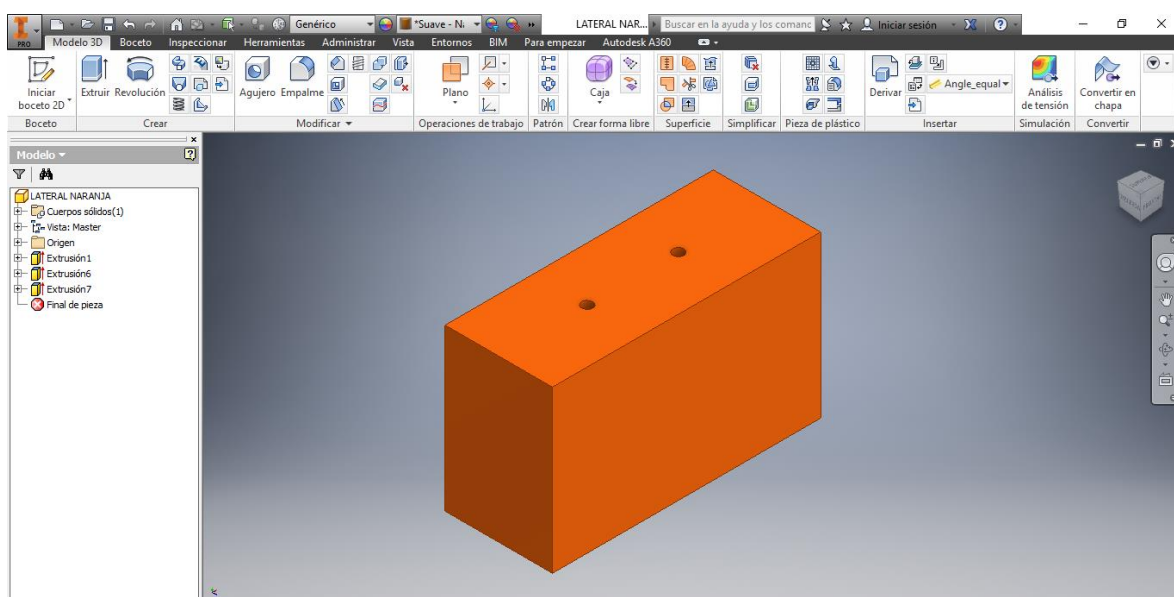


Ilustración 87. Bloques separadores.

- **Placa de tope de expulsión:**

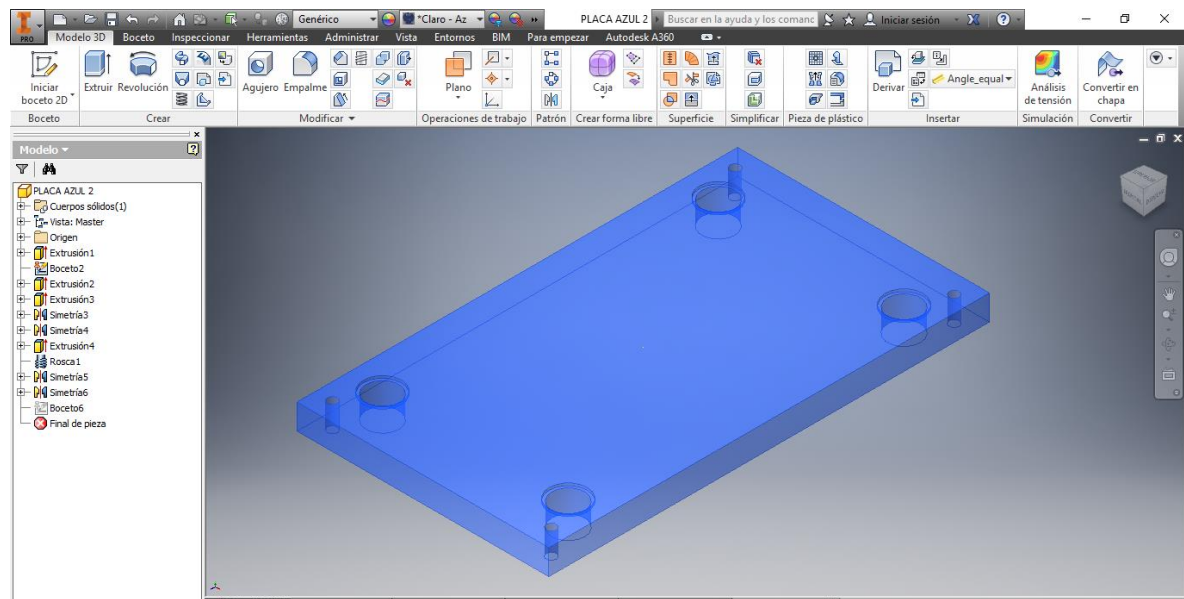


Ilustración 88. Placa de tope de expulsión.

- **Placa de expulsión:**

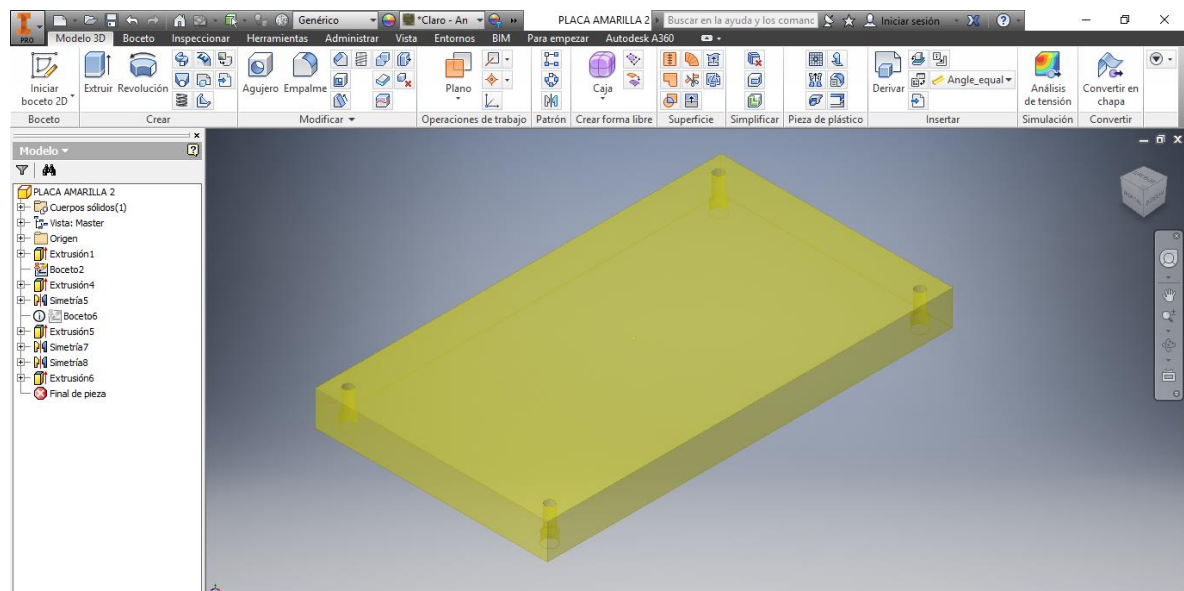


Ilustración 89. Placa de expulsión.

- **Base de fijación:**

Esta última placa es la base la cual sostiene todos los elementos anteriormente descritos.

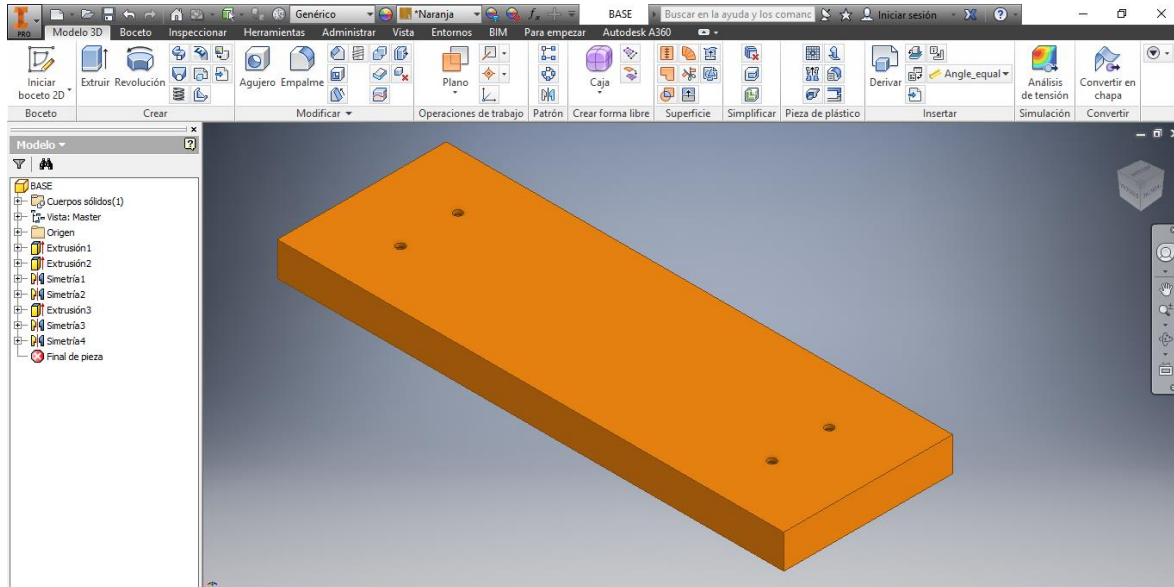


Ilustración 90. Base.

Finalmente tras el proceso de modelado de los elementos anteriormente descritos, obtenemos el siguiente prediseño de portamoldes:

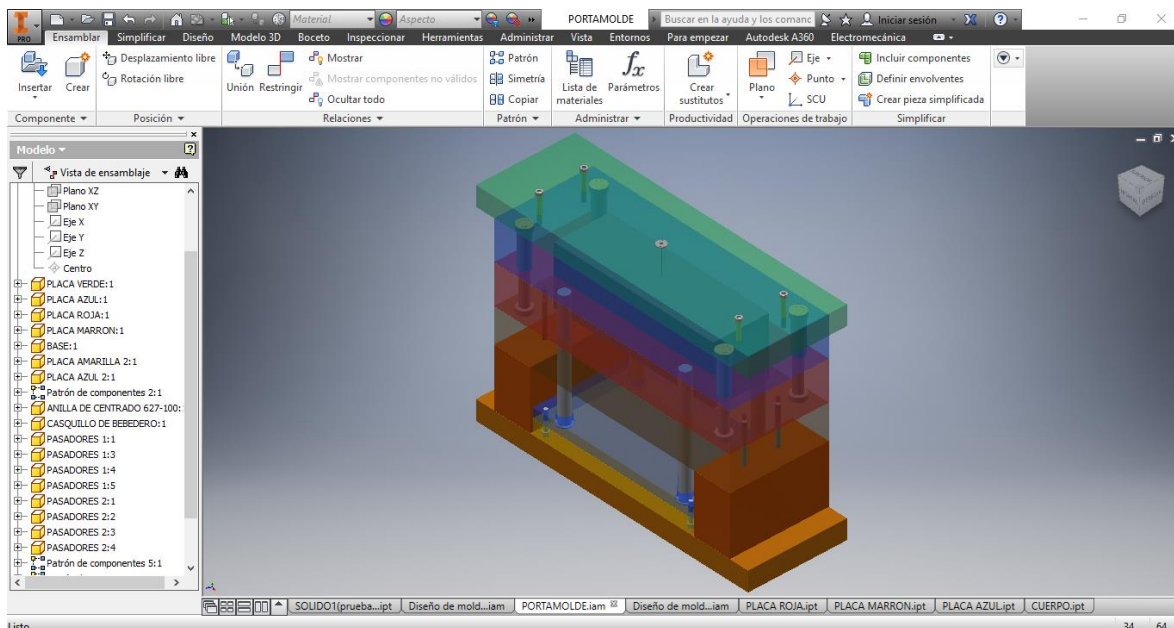


Ilustración 91. Portamoldes.

Para visualizar con más detalle los elementos que componen este ensamblaje, véanse los planos en el apartado 7. *Planos*.

El funcionamiento de éste sería el siguiente:

1. En primer lugar se produce la inyección directamente sobre el casquillo de bebedero. Éste a su vez dirige el plástico fundido hasta los canales de alimentación.
2. Los canales de alimentación distribuyen el fluido hasta llegar a los puntos de inyección repartidos por la geometría como se ha definido anteriormente en el proceso de llenado.
3. Una vez que se ha producido la inyección, debemos esperar hasta que el material solidifique completamente.
4. Cuando solidifica se produce a la abertura del molde, para ello se desplaza la parte móvil (parte izquierda de la imagen a modo de ejemplo) y junto con los expulsores dejarían nuestro paragolpes fuera del molde.

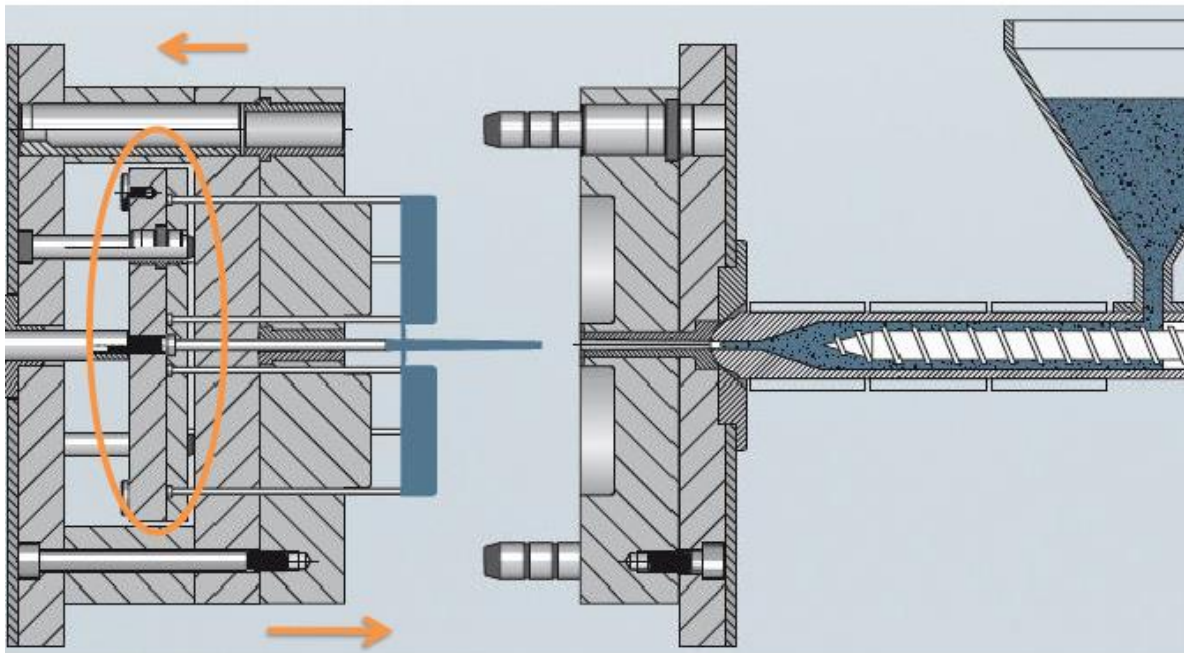


Ilustración 92. Ejemplo inyección.

6. CONCLUSIONES

Se ha realizado el modelado en este caso de un paragolpes delantero de vehículo turismo así como el estudio de la influencia de la geometría en el diseño del molde de inyección, rediseñando el modelo.

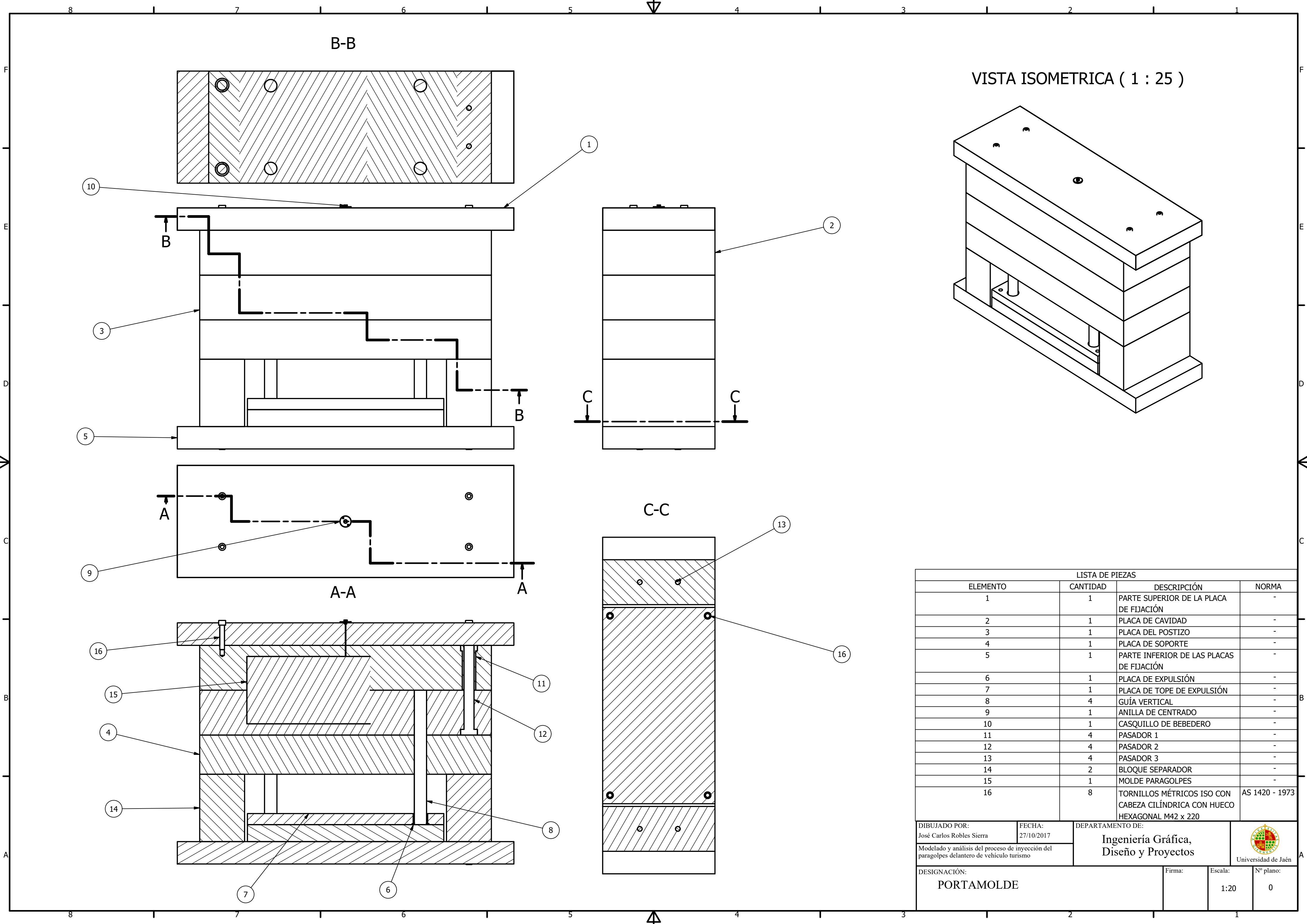
El diseño del paragolpes se ha realizado mediante el programa de modelado Autodesk Inventor Professional 2016. Se ha realizado un diseño paramétrico del mismo, interrelacionando las diferentes partes hasta dar con la configuración idónea ajustándonos lo más posible a la realidad mediante la observación directa de uno real. Se ha conseguido un diseño y un estilo atractivo y moderno.

Respecto a la optimización del proceso de llenado en la inyección de plástico usamos el programa MoldFlow perteneciendo éste al propio programa Autodesk Inventor Professional, de esta manera hemos exprimido al máximo el programa extrayéndole el máximo rendimiento. Se han visto cada uno de los diferentes parámetros característicos que componen este complejo y laborioso proceso con el fin de no obtener problemas posteriores en la fabricabilidad del mismo.

Por último se ha realizado un prediseño del molde de inyección el cual nos definiría el producto tras una inyectada, así como un un prediseño del portamoldes en su configuración básica.

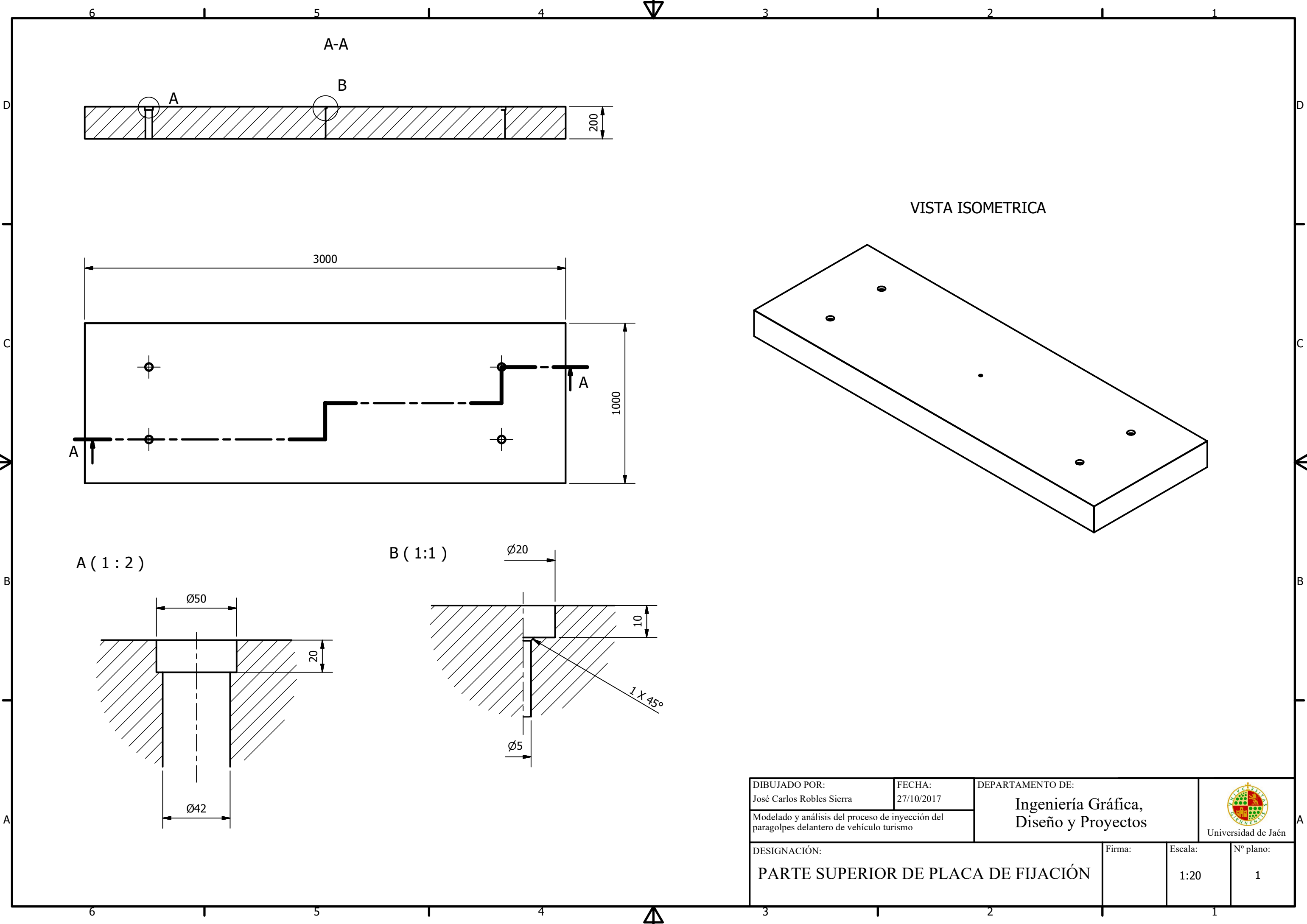
Con todo ello se han cubierto los objetivos planteados al inicio del proyecto y se han desarrollado de manera adecuada.

7. PLANOS



VISTA ISOMETRICA (1 : 25)

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	NORMA
1	1	PARTE SUPERIOR DE LA PLACA DE FIJACIÓN	-
2	1	PLACA DE CAVIDAD	-
3	1	PLACA DEL POSTIZO	-
4	1	PLACA DE SOPORTE	-
5	1	PARTE INFERIOR DE LAS PLACAS DE FIJACIÓN	-
6	1	PLACA DE EXPULSIÓN	-
7	1	PLACA DE TOPE DE EXPULSIÓN	-
8	4	GUÍA VERTICAL	-
9	1	ANILLA DE CENTRADO	-
10	1	CASQUILLO DE BEBEDERO	-
11	4	PASADOR 1	-
12	4	PASADOR 2	-
13	4	PASADOR 3	-
14	2	BLOQUE SEPARADOR	-
15	1	MOLDE PARAGOLPES	-
16	8	TORNILLOS MÉTRICOS ISO CON CABEZA CILÍNDRICA CON HUECO HEXAGONAL M42 x 220	AS 1420 - 1973
DIBUJADO POR: José Carlos Robles Sierra		FECHA: 27/10/2017	DEPARTAMENTO DE: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos  Universidad de Jaén
Modelado y análisis del proceso de inyección del paragolpes delantero de vehículo turismo			
DESIGNACIÓN: PORTAMOLDE			Firma: Escala: 1:20 Nº plano: 0

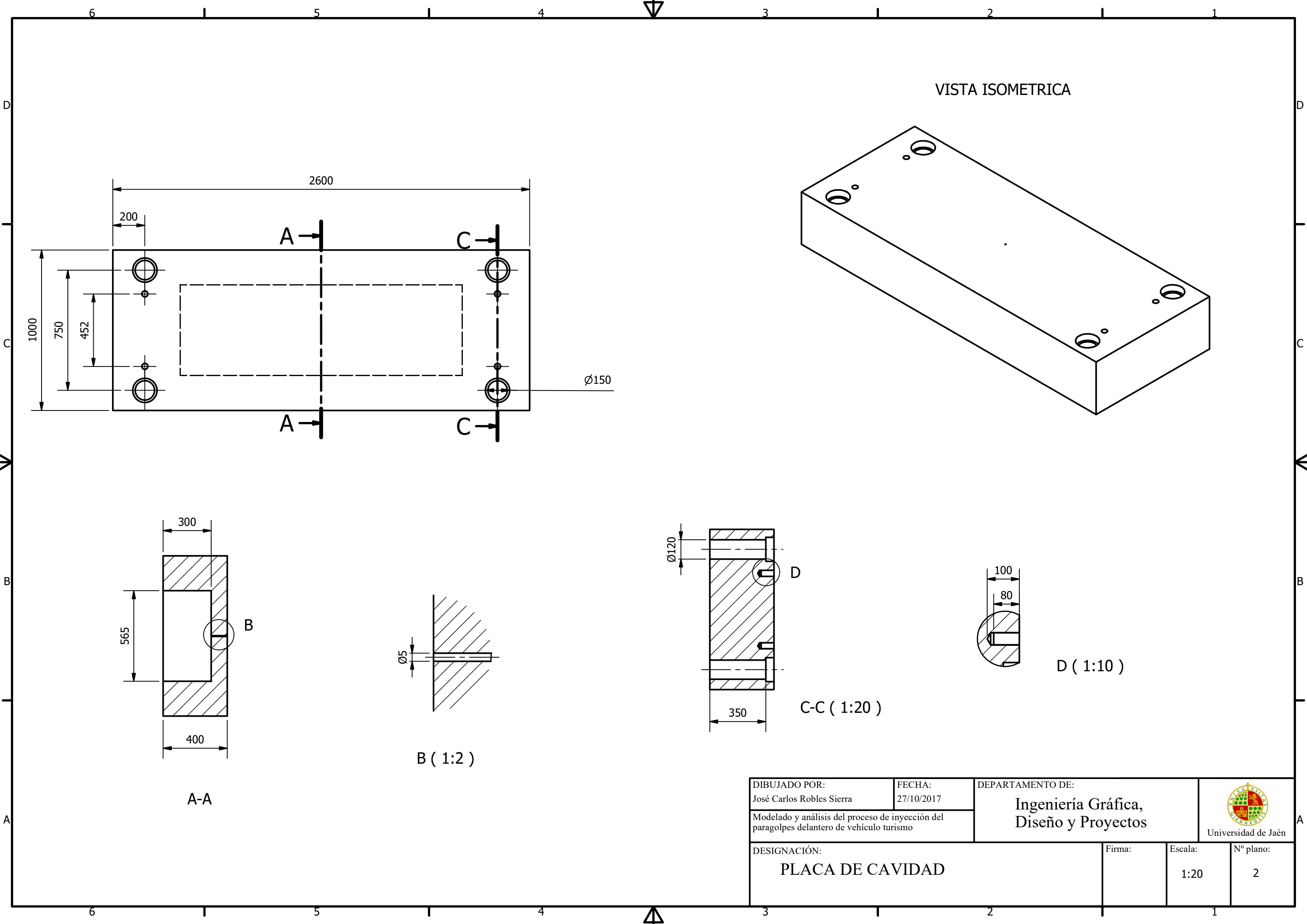


VISTA ISOMETRICA

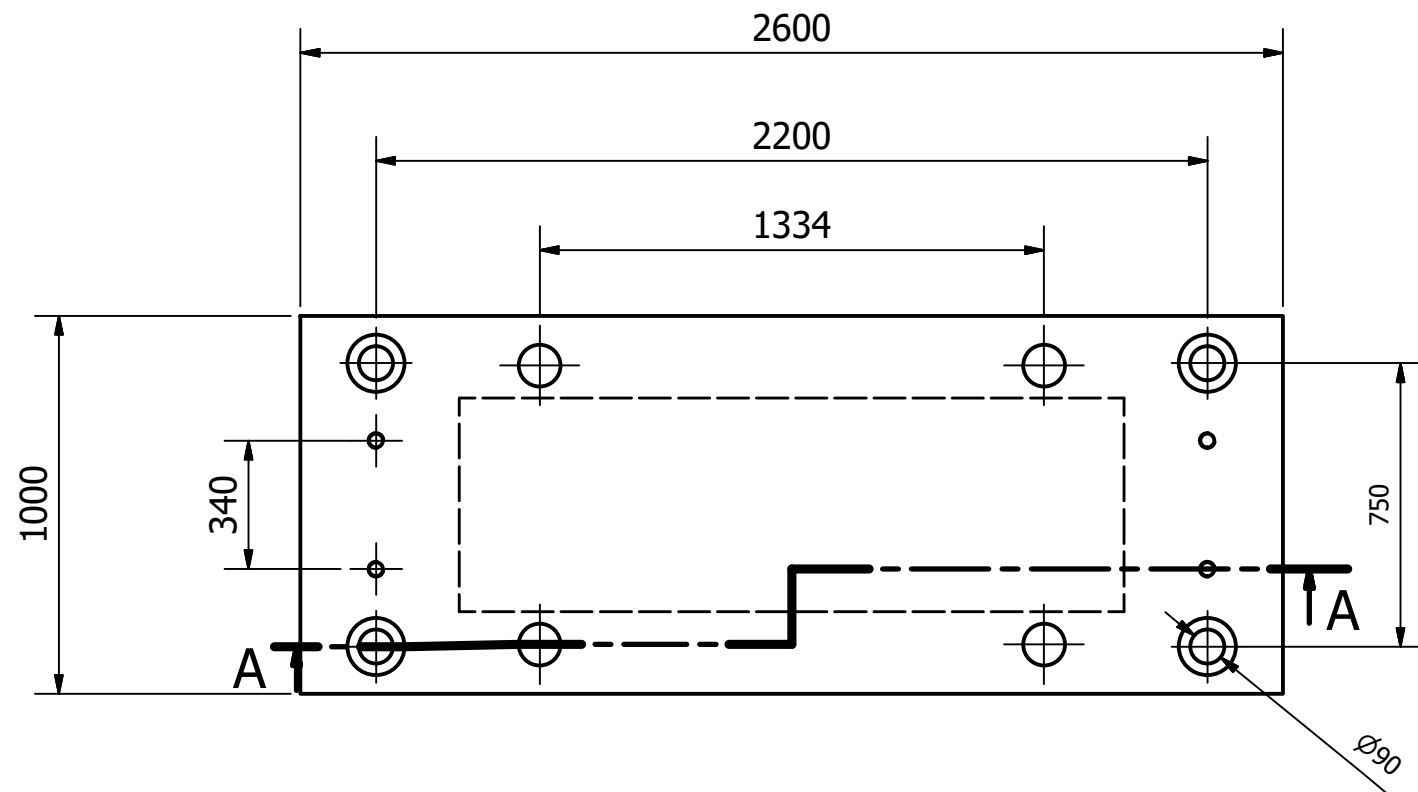
A (1 : 2)

B (1 : 1)

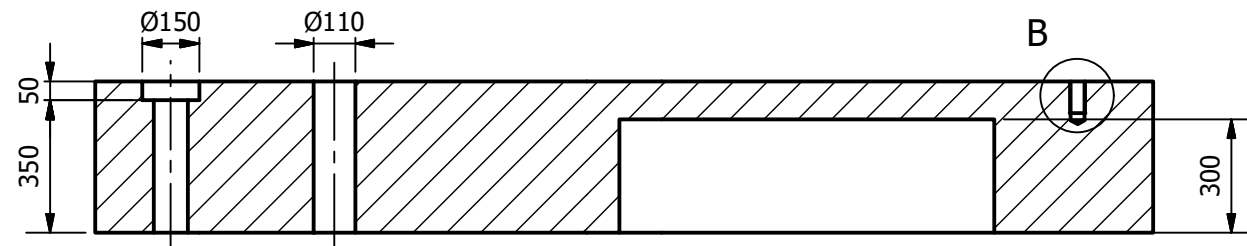
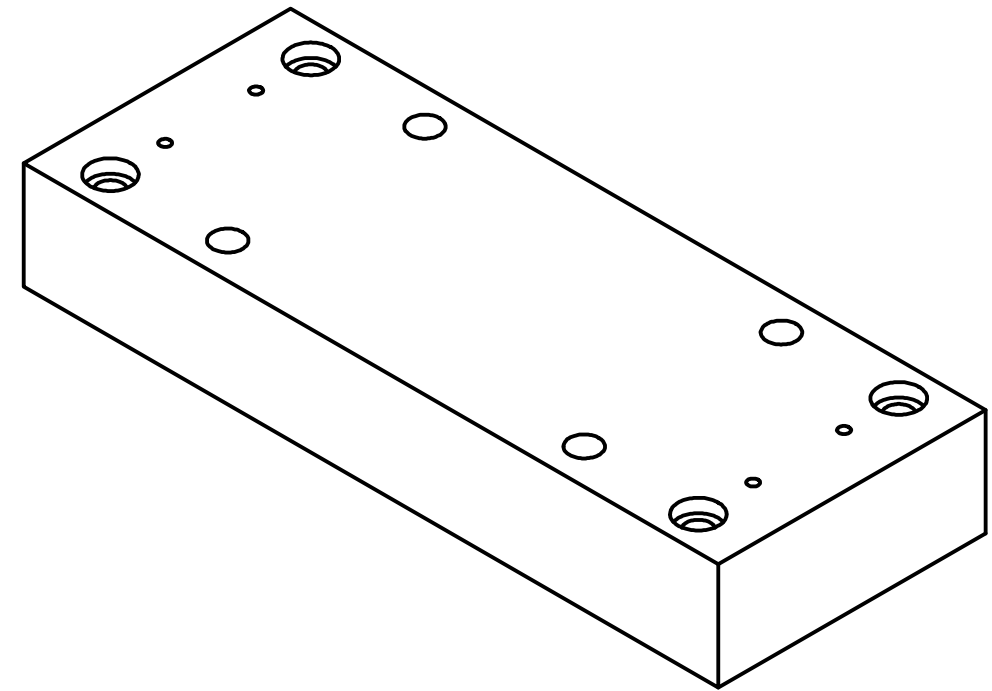
DIBUJADO POR: José Carlos Robles Sierra		FECHA: 27/10/2017	DEPARTAMENTO DE: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos		 Universidad de Jaén
Modelado y análisis del proceso de inyección del paragolpes delantero de vehículo turismo					
DESIGNACIÓN: PARTE SUPERIOR DE PLACA DE FIJACIÓN			Firma:	Escala: 1:20	



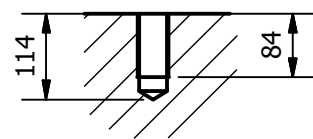
DIBUJADO POR: José Carlos Robles Sierra		FECHA: 27/10/2017	DEPARTAMENTO DE: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos		 Universidad de Jaén
Modelado y análisis del proceso de inyección del paragolpes delantero de vehículo turismo					
DESIGNACIÓN: PLACA DE CAVIDAD			Firma:	Escala: 1:20	Nº plano: 2



VISTA ISOMETRICA (1:20)

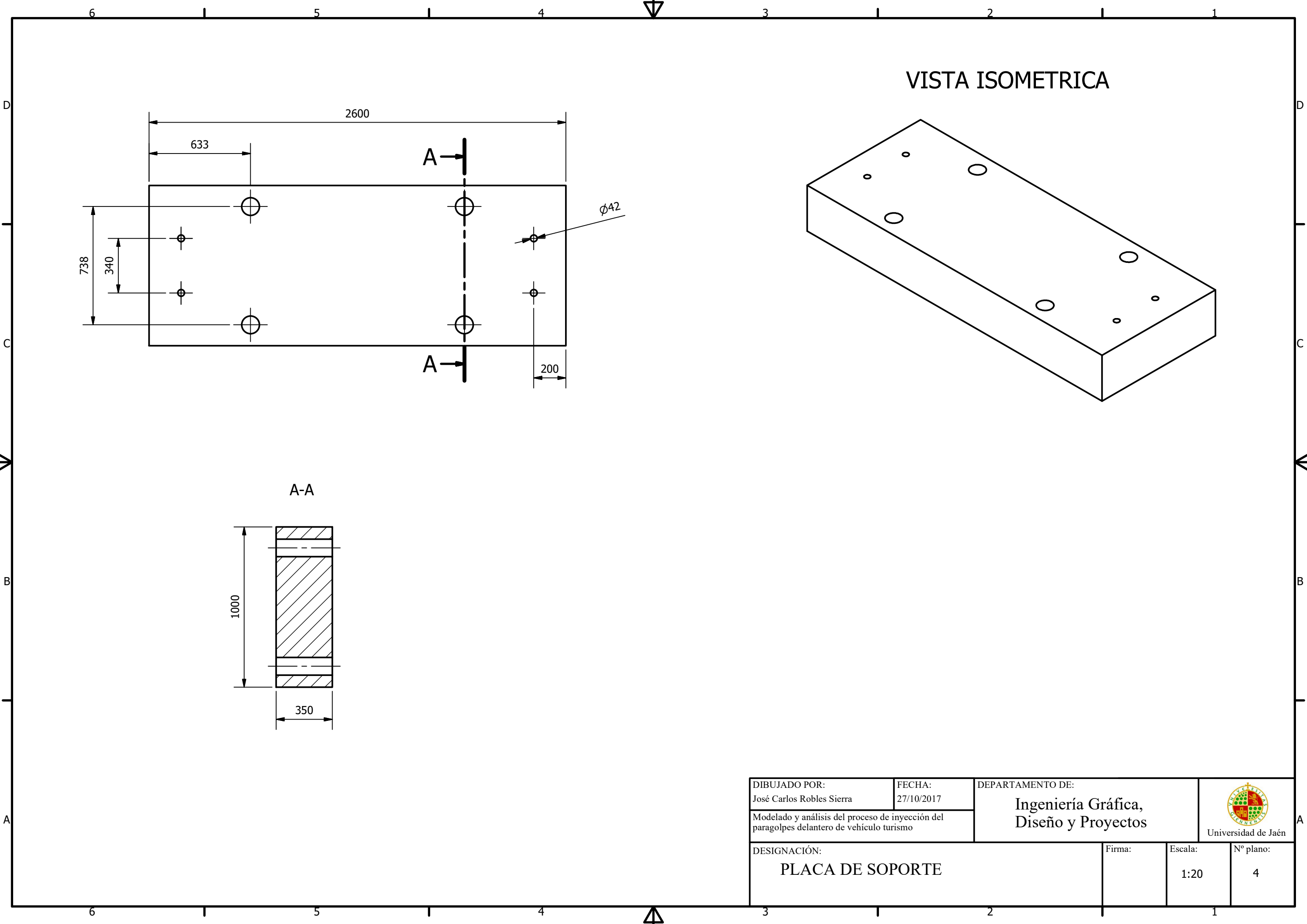


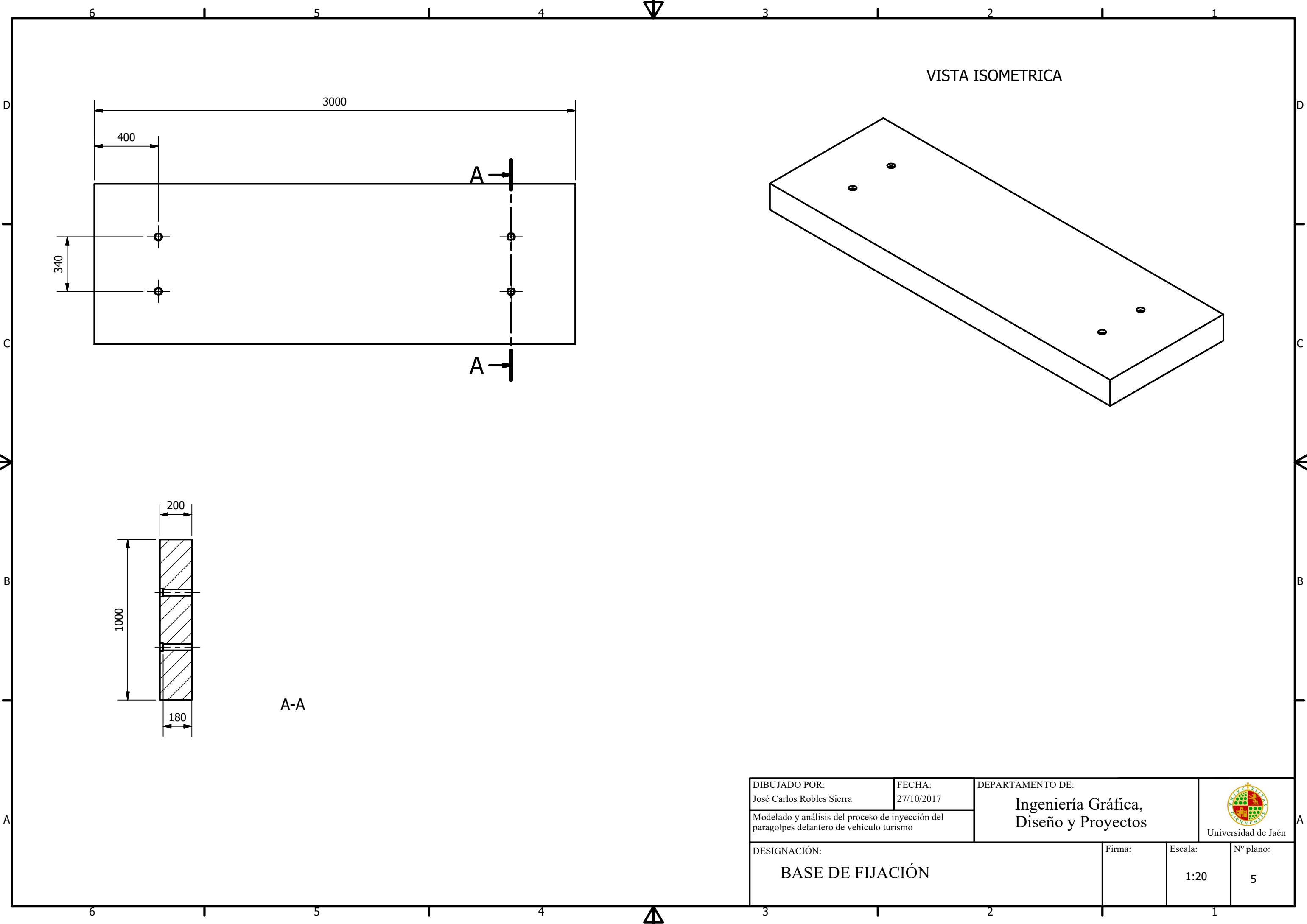
A-A (1:20)



B (1 : 10)

DIBUJADO POR: José Carlos Robles Sierra	FECHA: 27/10/2017	DEPARTAMENTO DE: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos	 Universidad de Jaén	
Modelado y análisis del proceso de inyección del paragolpes delantero de vehículo turismo				
DESIGNACIÓN: PLACA DEL POSTIZO		Firma:	Escala: 1:20	Nº plano: 3

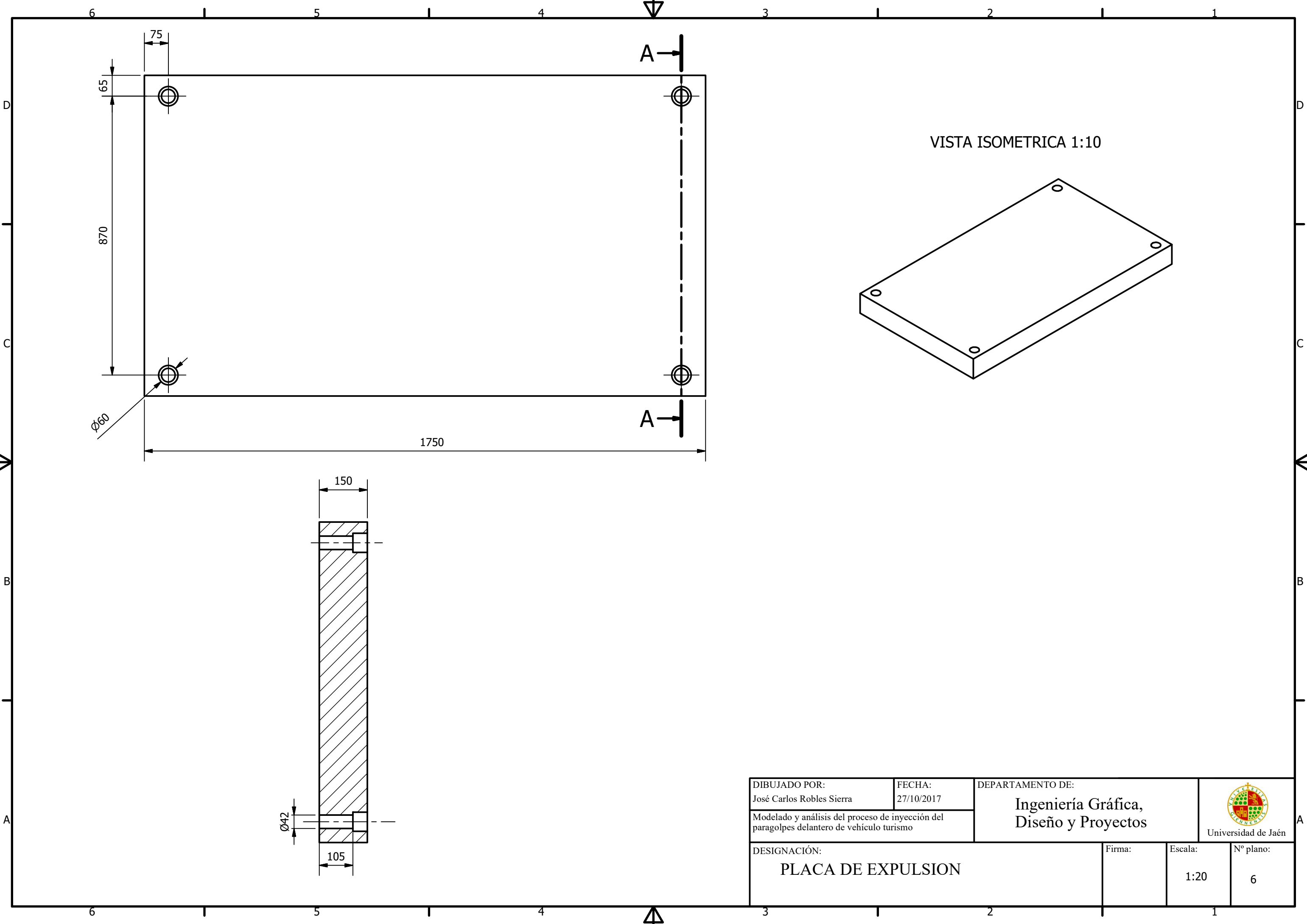




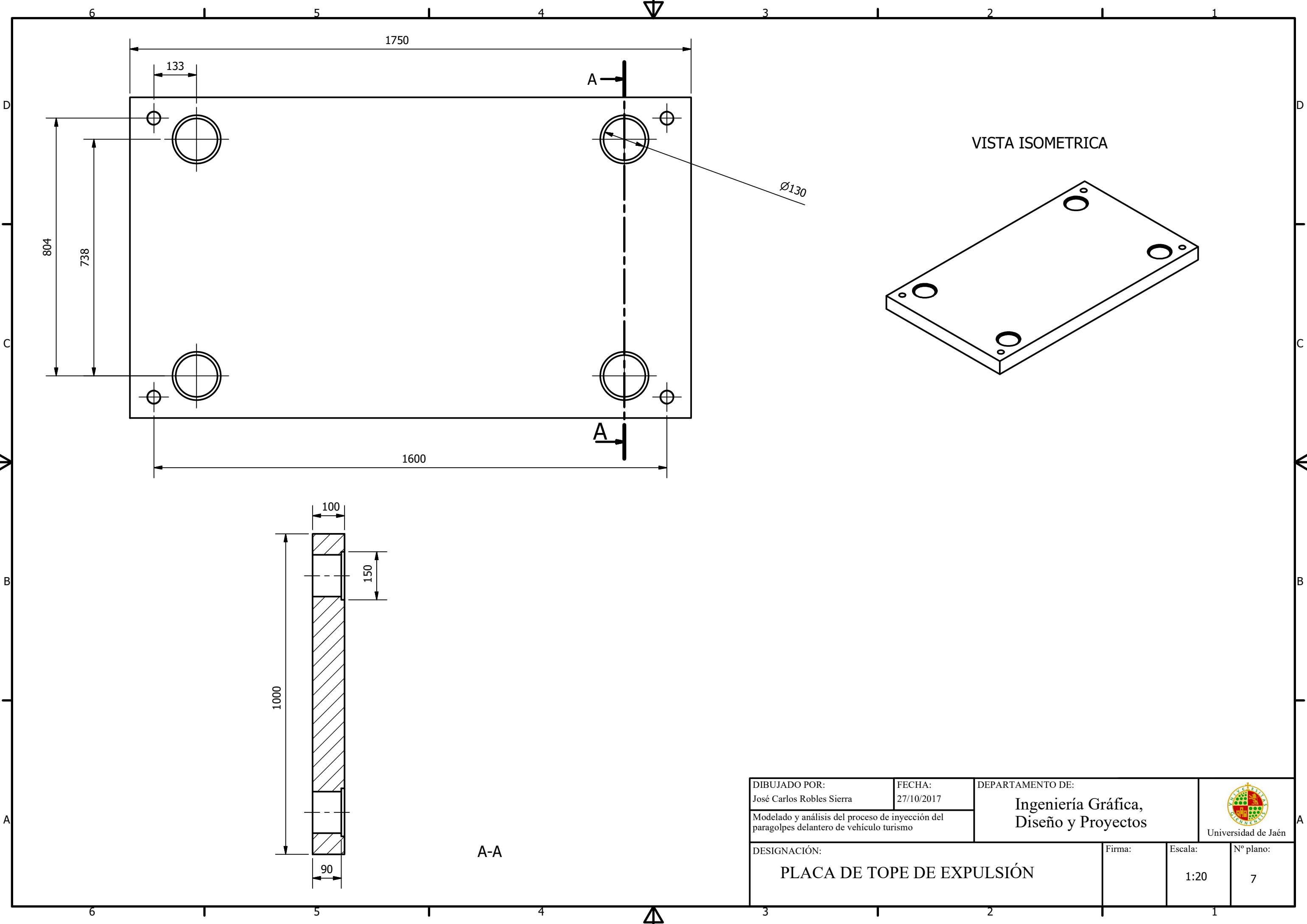
VISTA ISOMETRICA

A-A

DIBUJADO POR: José Carlos Robles Sierra		FECHA: 27/10/2017	DEPARTAMENTO DE: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos		 Universidad de Jaén
Modelado y análisis del proceso de inyección del paragolpes delantero de vehículo turismo					
DESIGNACIÓN: BASE DE FIJACIÓN			Firma:	Escala: 1:20	Nº plano: 5



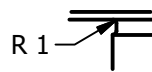
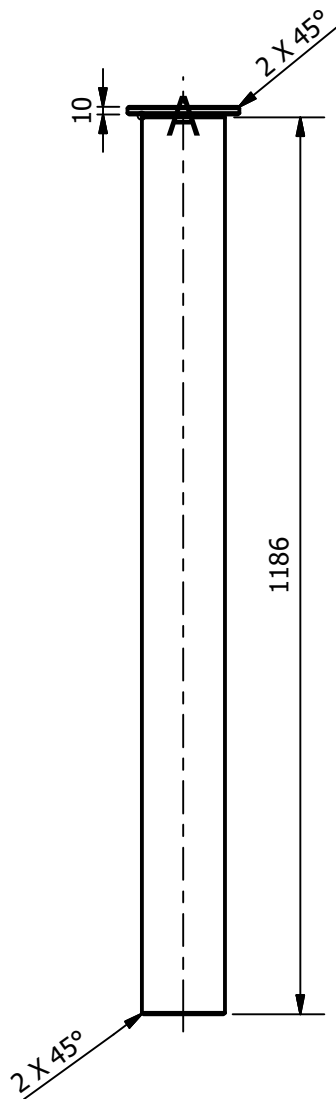
DIBUJADO POR: José Carlos Robles Sierra		FECHA: 27/10/2017	DEPARTAMENTO DE: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos		 Universidad de Jaén
Modelado y análisis del proceso de inyección del paragolpes delantero de vehículo turismo					
DESIGNACIÓN: PLACA DE EXPULSION			Firma:	Escala: 1:20	Nº plano: 6



VISTA ISOMETRICA

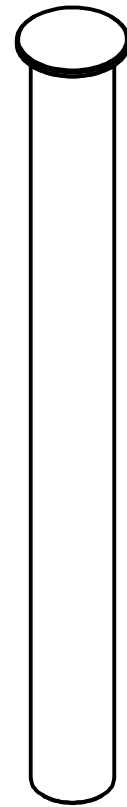
A-A

DIBUJADO POR: José Carlos Robles Sierra		FECHA: 27/10/2017	DEPARTAMENTO DE: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos		 Universidad de Jaén
Modelado y análisis del proceso de inyección del paragolpes delantero de vehículo turismo					
DESIGNACIÓN: PLACA DE TOPE DE EXPULSIÓN			Firma:	Escala: 1:20	Nº plano: 7

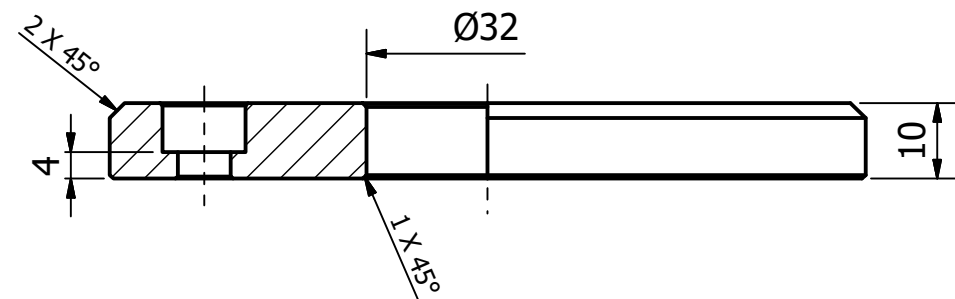
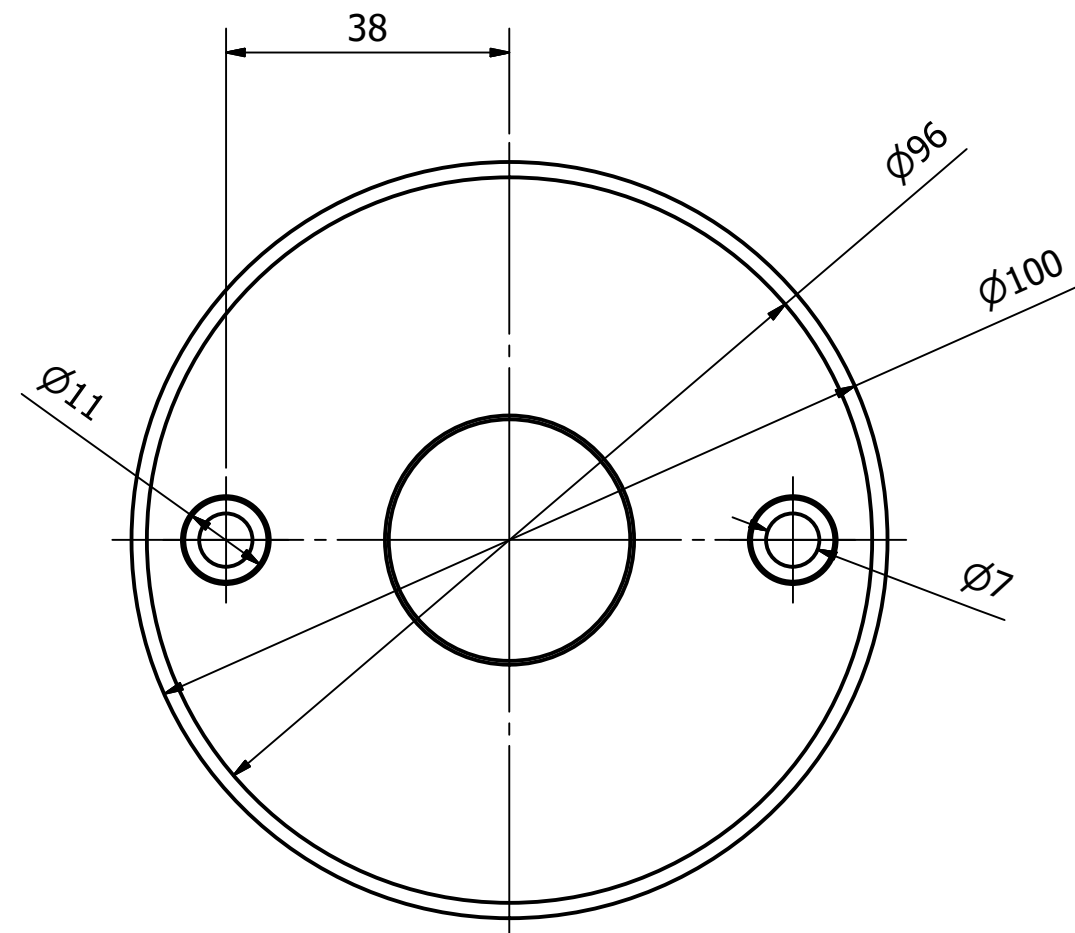


A 1:2

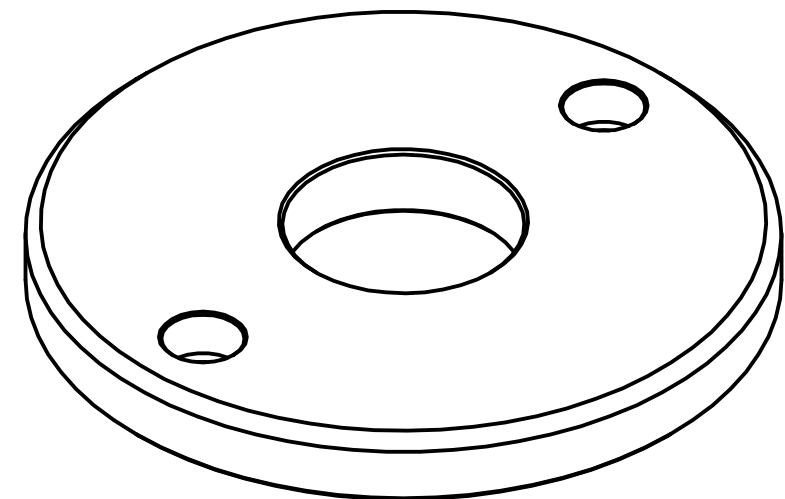
VISTA ISOMÉTRICA



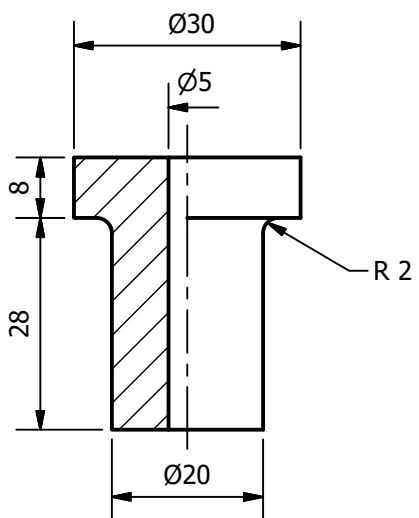
DIBUJADO POR: José Carlos Robles Sierra	FECHA: 27/10/2017	DEPARTAMENTO DE: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos	 Universidad de Jaén	
Modelado y análisis del proceso de inyección del paragolpes delantero de vehículo turismo				
DESIGNACIÓN: PERNO		Firma:	Escala: 1:10	Nº plano: 8



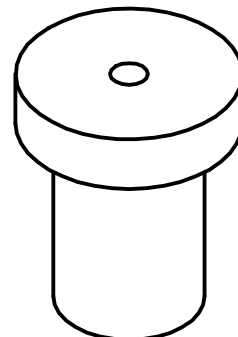
VISTA ISOMETRICA



DIBUJADO POR: José Carlos Robles Sierra		FECHA: 27/10/2017	DEPARTAMENTO DE: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos		 Universidad de Jaén
Modelado y análisis del proceso de inyección del paragolpes delantero de vehículo turismo					
DESIGNACIÓN: ANILLA DE CENTRADO			Firma:	Escala: 1:1	Nº plano: 9

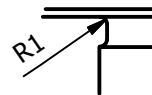
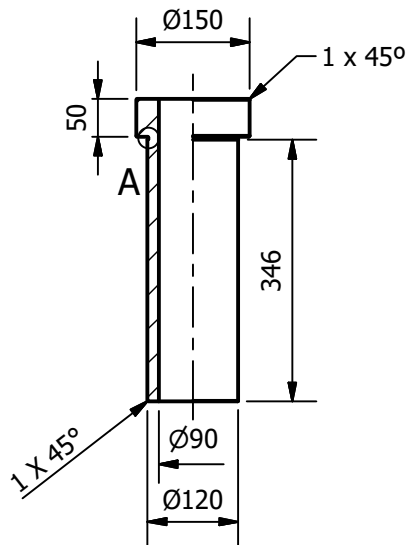
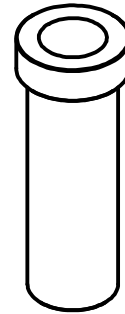


VISTA ISOMÉTRICA



DIBUJADO POR: José Carlos Robles Sierra	FECHA: 27/10/2017	DEPARTAMENTO DE: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos		 Universidad de Jaén
Modelado y análisis del proceso de inyección del paragolpes delantero de vehículo turismo				
DESIGNACIÓN: CASQUILLO DE BEBEDERO		Firma:	Escala: 1:1	Nº plano: 10

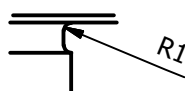
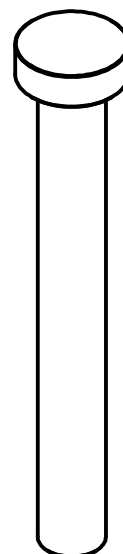
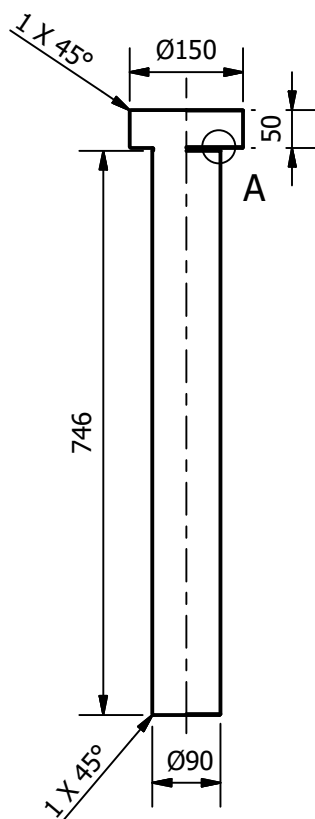
VISTA ISOMETRICA



A (1 : 1)

DIBUJADO POR: José Carlos Robles Sierra	FECHA: 27/10/2017	DEPARTAMENTO DE: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos		 Universidad de Jaén
Modelado y análisis del proceso de inyección del paragolpes delantero de vehículo turismo				
DESIGNACIÓN: PASADOR 1		Firma:	Escala: 1:10	Nº plano: 11

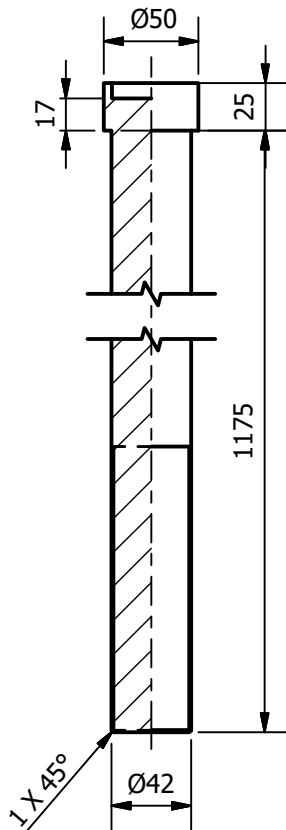
VISTA ISOMETRICA



A (1 : 1)

DIBUJADO POR: José Carlos Robles Sierra	FECHA: 27/10/2017	DEPARTAMENTO DE: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos		 Universidad de Jaén	
Modelado y análisis del proceso de inyección del paragolpes delantero de vehículo turismo					
DESIGNACIÓN: PASADOR 2			Firma:	Escala: 1:10	Nº plano: 12

VISTA ISOMETRICA

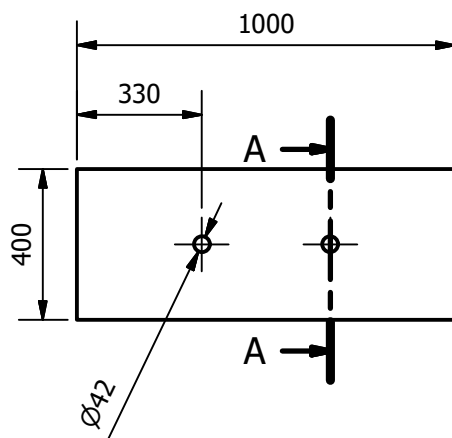
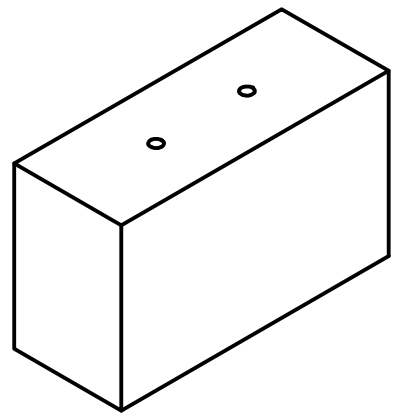


(1 : 4)

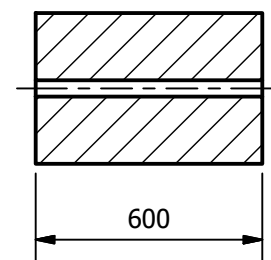


DIBUJADO POR: José Carlos Robles Sierra	FECHA: 27/10/2017	DEPARTAMENTO DE: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos		 Universidad de Jaén
Modelado y análisis del proceso de inyección del paragolpes delantero de vehículo turismo				
DESIGNACIÓN: PASADOR 3		Firma:	Escala: 1:10	Nº plano: 13

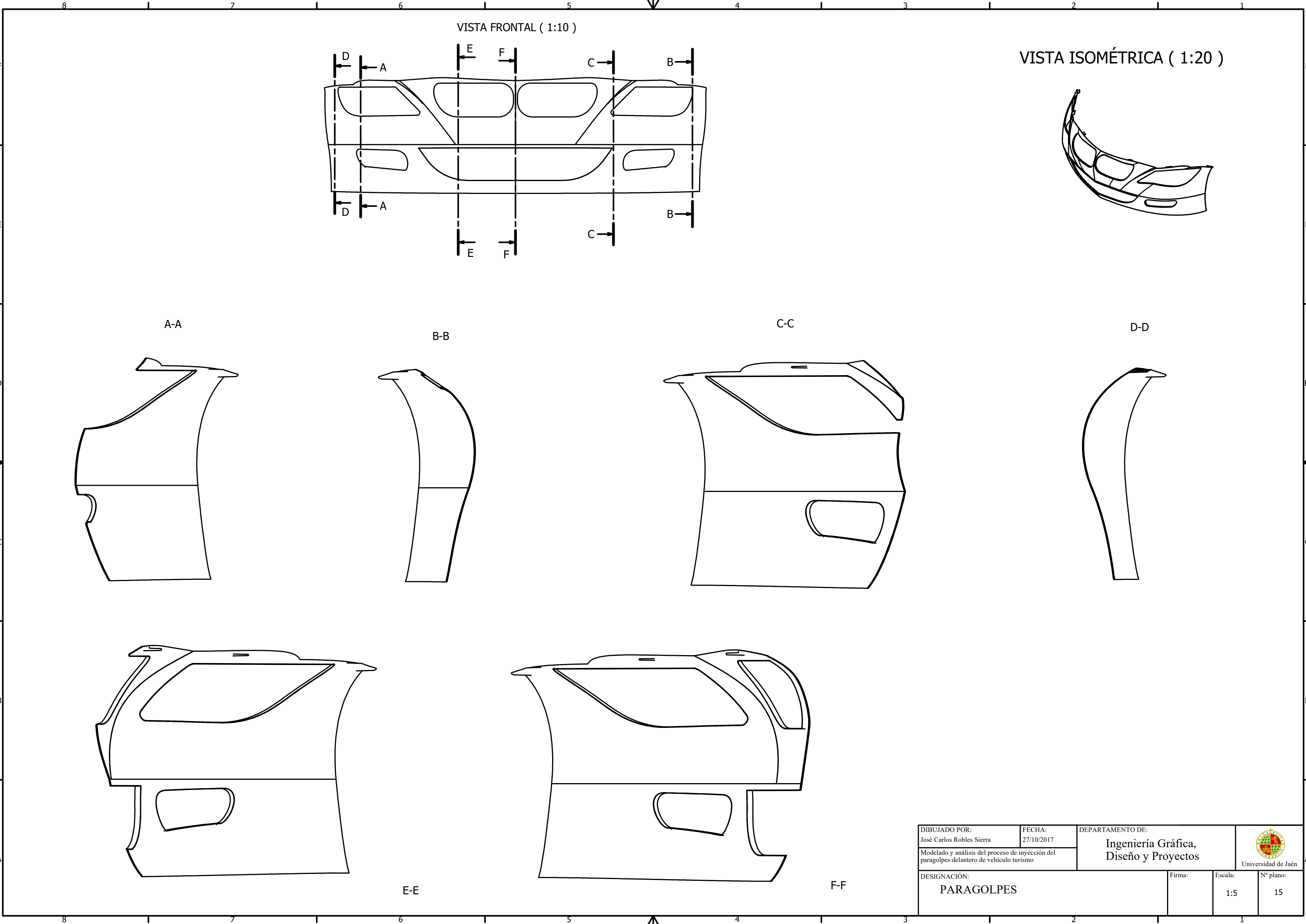
VISTA ISOMETRICA



A-A



DIBUJADO POR: José Carlos Robles Sierra	FECHA: 27/10/2017	DEPARTAMENTO DE: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos		 Universidad de Jaén
Modelado y análisis del proceso de inyección del paragolpes delantero de vehículo turismo				
DESIGNACIÓN: BLOQUE SEPARADOR		Firma:	Escala: 1:20	Nº plano: 14



VISTA FRONTAL (1:10)

VISTA ISOMÉTRICA (1:20)

A-A

B-B

C-C

D-D

E-E

F-F

DIBUJADO POR: José Carlos Robles Sierra	FECHA: 27/10/2017	DEPARTAMENTO DE: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos	 Universidad de Jaén	
Modelado y análisis del proceso de inyección del paragolpes delantero de vehículo turismo				
DESIGNACIÓN: PARAGOLPES		Firma:	Escala: 1:5	Nº plano: 15