



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

**“Obtención de una bandeja de alimentación mediante
moldeo por termoformado”**

Autor:

D. Luis Miguel García Rodríguez

Dirigido por:

Dr. Santiago Ferrándiz Bou

Julio 2017

Contenido

Resumen	3
Summary	4
Resum	5
Listado de figuras	6
Listado de tablas	8
Tema	¡Error! Marcador no definido.
1. Objetivos	9
1.1 Objetivo tecnológico	9
1.2 Objetivo medioambiental	9
1.3 Objetivo comercial	9
2. Estado del arte	10
2.1 ¿Qué es el termoconformado?	10
2.2 Orígenes del termoconformado	11
2.3 Producción en el termoconformado	11
2.3.1 Características de los productos obtenidos	11
2.3.2 Características del proceso de fabricación	13
2.3.3 Tipos de maquinaria	13
2.3.4 Empresas dedicadas al sector	18
3. Materiales en el termoconformado	18
3.1 Material de los productos	18
3.1.1 Comportamientos del material	19
3.2 Material para la fabricación del molde	21
3.2.1 Moldes de madera	21
3.2.2 Molde de fundición de aluminio	21
3.2.3 Moldes en aluminio	21
4. Cálculo de esfuerzos en Ansys	22
5. Prediseño del molde	25
5.1 Distribución del molde	26
6. Diseño de las estaciones	29
6.1 Estación de moldeo	29
6.1.1 Conjunto inferior moldeo	30
6.1.2 Conjunto superior moldeo	35
6.2 Estación de troquelado	38
6.2.1 Conjunto inferior troquelado o contratoquel	40
6.2.2 Conjunto superior o troquel	42

6.3	Estación de apilado.....	46
6.3.1	Conjunto inferior apilador	48
6.3.2	Pilares suplemento inferior	48
6.3.3	Conjunto superior apilador.....	50
7.	Mecanizado	53
8.	Presupuesto	58
8.1	Diseño.....	58
8.2	Materiales	59
8.3	Coste de mecanizado.....	60
8.4	Coste de ensamblaje	61
8.4.1	Coste elementos de montaje.....	61
8.4.2	Coste de montaje	62
8.4.3	Presupuesto final.....	62
9.	Planos.....	63
10.	Bibliografía	64

Resumen

Durante el desarrollo del TFG se verán todos los aspectos que engloban a la fabricación de una bandeja de alimentación mediante termoconformado. Se podrán ver desde los tipos de materiales y maquinarias existentes para realizar dicha tarea hasta las diferentes partes de un molde para grandes producciones.

En primer lugar se describirán diversos aspectos sobre el termoconformado y su entorno. Se realiza una explicación de en qué consiste este método de trabajo, dónde se originó, que tipo de productos podemos obtener mediante este proceso de fabricación, el tipo de maquinaria y materiales que pueden trabajar de esta manera y se habla sobre algunas de las empresas nacionales dedicadas al sector.

Por otro lado, se verán las diferentes partes que contienen un molde diseñado a producción industrial y cuál es la función de cada uno de sus componentes. Posteriormente se realizará un diseño detallado de cada una de las partes que deben ensamblar. Y se adjuntarán planos de cada uno de los componentes descritos. También se verá el mecanizado de alguna de las placas que más operaciones pueda contener para realizar una aproximación detallada de cómo deberían fabricarse cada uno de sus componentes.

Finalmente se realiza un cálculo aproximado de los costes de diseño, fabricación y ensamble del molde diseñado para fabricar el producto deseado.

Summary

During the development of the TFG, we will see all the aspects that encompass the development of a feed tray by thermoforming. We will be able to see from the types of materials and existing machineries to perform this task until the different parts of a mould for large productions.

Firstly, various aspects of thermoforming and its environment will be described. An explanation is made of what this method of work consists of, where it was originated, what type of products we can obtain through this manufacturing process, the type of machinery and materials that can work in this way. We will also talk about some of the national companies dedicated to the sector.

On the other hand, you will see the different parts containing a mould designed for industrial production and what is the function of each of its components. Subsequently a detailed design of each of the parts to be assembled will be made. Besides, drawings of each of the described components will be attached. You will also see the machining of some of the plates that more operations can contain to make a detailed approximation of how each of its components should be manufactured.

And finally, an approximate calculation of the costs of design, manufacture and assembly of the mould is made to produce the desired product.

Resum

Durant el desenvolupament del TFG es veuran tots els aspectes que engloben a la fabricació d'un blister d'alimentació mitjançant termoconformat. Es podran veure des dels tipus de materials i maquinaries existents per realitzar aquesta tarea fins a les diferents parts d'un motlle per a grans produccions.

En primer lloc es descriuran diversos aspectes sobre el termoconformat i el seu entorn. Es realitza una explicació de en què consisteix aquest mètode de treball, on es va originar, quin tipus de productes podem obtenir mitjançant aquest procés de fabricació, el tipus de maquinària i materials que poden treballar d'aquesta manera i es parla sobre algunes de les empreses nacionals dedicades al sector.

D'altra banda, es veuran les diferents parts que contenen un motlle dissenyat a producció industrial i quina és la funció de cadascun dels seus components. Posteriorment es realitzarà un disseny detallat de cadascuna de les parts que han de muntar. I s'adjuntaran plànols de cada un dels components descrits.

També es veurà el mecanitzat d'alguna de les plaques que més operacions tinga per fer una aproximació detallada de com haurien de fabricar cadascun dels seus components. I finalment es realitza un càlcul aproximat dels costos de disseny, fabricació i acoblament del motlle dissenyat per fabricar el producte desitjat.

Listado de figuras

- Fig. 1 Proceso de termoconformado mediante vacío (pág. 10)
- Fig. 2 Bandeja obtenida mediante el proceso de termoconformado (pág. 12)
- Fig. 3 Bañera obtenida mediante el proceso de termoconformado (pág. 12)
- Fig. 4 Ejemplo de contramolde actuando en el momento del moldeo (pág. 13)
- Fig. 5 Máquina de termoconformado básica (pág.14)
- Fig. 6 Máquinas de termoconformado automatizadas simple (pág.14)
- Fig. 7 Máquina de termoconformado automatizada para grandes producciones (pág.15)
- Fig. 8 Máquinas de termoconformado (fabricante Kiefel) (pág.15)
- Fig. 9 Estación de troquelado trabajando (pág.16)
- Fig. 10 Bandeja para pizza perforada. (pág.17)
- Fig. 11 Apilador para bandejas de alimentación (pág.17)
- Fig. 12 Producto fabricado en PS (pág.19)
- Fig. 13 Bobina de plástico para producción en termoconformado (pág.19)
- Fig. 14 Arruga formada durante el proceso (pág.20)
- Fig. 15 Bandeja diseñada para la simulación en Ansys (pág.22)
- Fig. 16 Bandeja durante la simulación en Ansys (pág. 23)
- Fig. 17 Bandeja durante la simulación en Ansys (pág. 23)
- Fig. 18 Bandeja durante la simulación en Ansys (pág. 23)
- Fig. 19 Bandeja durante la simulación en Ansys (pág. 24)
- Fig. 20 Bandeja durante la simulación en Ansys (pág. 24)
- Fig. 21 Bandeja durante la simulación en Ansys (pág. 24)
- Fig. 22 Bandeja durante la simulación en Ansys (pág. 25)
- Fig. 23 Bandeja seleccionada para el diseño del molde (pág.25)
- Fig. 24 Especificaciones de medidas para las diferentes máquinas Kiefel (pág.26)
- Fig. 25 Referencias de medidas para estación de moldeo (pág.27)
- Fig. 26 Propuestas posibles de distribución del molde (pág.27)
- Fig. 27 Contracción de los termoplásticos más empleados (pág.29)
- Fig. 28 Ensamblaje molde (pág.30)
- Fig. 29 Ensamblaje contramolde (pág.30)
- Fig. 30 Agujeros para crear vacío (pág.31)
- Fig. 31 Agujeros para aspirar y crear vacío (pág.31)
- Fig. 32 Circuitos de refrigeración en la placa de figuras (pág.32)
- Fig. 33 Pozo de refrigeración en la placa de figuras (pág.32)
- Fig. 34 Placa tapa, parte del ensamble del molde (pág.33)
- Fig. 35 Pilares suplemento del ensamblaje molde (pág.34)
- Fig. 36 Cotas de ensamblaje a máquina (pág.34)
- Fig. 37 Imagen de placa amarre del conjunto molde (pág.35)
- Fig. 38 Empujadores posicionados en el momento del moldeo del producto (pág.36)
- Fig. 39 Pilares suplemento contramolde (pág.36)
- Fig. 40 Placa marco (pág.37)
- Fig. 41 Placa tapa contramolde (pág.38)
- Fig. 42 Placa amarre contramolde (pág.38)
- Fig. 43 Ensamblaje estación troquelado (pág.38)
- Fig. 44 Ensamblaje parte superior estación troquelado (pág.39)
- Fig. 45 Ensamblaje parte inferior estación troquelado (pág.40)
- Fig. 46 Placa suplemento contratroquel (pág.41)

- Fig. 47 Calzos suplemento contratroquel (pág.41)
- Fig. 48 Centrador posicionado para centrar la bandeja (pág.42)
- Fig. 49 Centrador posicionado para centrar la bandeja (pág.42)
- Fig. 50 Fleje de corte o cuchillas (pág.43)
- Fig. 51 Casquillo centrador (pág.44)
- Fig. 52 Placa sufridera troquel (pág.44)
- Fig. 53 Placa suplemento troquel (pág.45)
- Fig. 54 Plano placa amarre troquel (adjunto en catálogo) (pág.45)
- Fig. 55 Placa amarre troquel (pág.46)
- Fig. 56 Cotas para montaje de apilador, provienen de catálogo Kiefel (pág.46)
- Fig. 57 Parte inferior apilador (pág.47)
- Fig. 58 Parte superior apilador (pág.47)
- Fig. 59 Empujador con bandeja (pág.48)
- Fig. 60 Pilares suplemento parte inferior apilador (pág.48)
- Fig. 61 Tabla cotas placa amarre apilador (pág.49)
- Fig. 62 Plano placa amarre apilador (pág.49)
- Fig. 63 Placa amarre apildor (pág.50)
- Fig. 64 Placas separadoras laterales y centrales (pág.51)
- Fig. 65 Plano placa separadoras (pág.51)
- Fig. 66 Placa unión lateral (pág.52)
- Fig. 67 Placa unión central (pág.52)
- Fig. 68 Soporte lateral apilador (pág.53)
- Fig. 69 Fleje de apoyo de bandeja (pág.53)
- Fig. 70 Hoja de procesos de mecanizado (pág. 54)
- Fig. 71 Operación de desbaste (pág. 55)
- Fig. 72 Desbaste de restos con herramienta $\varnothing 6$ mm (pág.55)
- Fig. 73 Operación de refinado de caras verticales (pág.56)
- Fig. 74 Operación de refinado de caras horizontales (pág.56)
- Fig. 75 Acabado de las ranuras (pág.57)
- Fig. 76 Proceso y herramienta para mecanizar contrasalidas (pág.57)
- Fig. 77 Presupuesto de materiales adjunto por la Valenciana de acp. (pág.59)

Listado de tablas

- Tabla 1: Coste del diseño desglosado (pág.58)
- Tabla 2: Coste de flejes y cuchillas desglosado (pág.60)
- Tabla 3: Coste de mecanizado por elementos (pág.60)
- Tabla 4: Coste de elementos de ferretería (pág.61)
- Tabla 5: Coste de ensamblaje de elementos (pág.61)
- Tabla 6: Coste total (pág.61)

Objetivos

Tras realizar el proyecto el objetivo principal que se debe conseguir es la adquisición del modo funcionamiento de un molde para el termoconformado. Cuáles son cada una de las estaciones existentes y cómo deben funcionar durante la fabricación del producto.

1.1 Objetivo tecnológico

Éste es conocer las diferentes partes que contienen estos tipos de molde y el funcionamiento de cada una de ellas, también el tipo de productos que podemos obtener con su fabricación.

1.2 Objetivo medioambiental

Conoceremos los diferentes y principales tipos de materiales en los que podemos trabajar, cómo y en qué forma se emplean, conociendo también la posibilidad de reciclarlos.

1.3 Objetivo comercial

Conocer algunos de los principales fabricantes de productos fabricados mediante termoconformado, qué tipo de productos fabrican y el coste de fabricación aproximado de los moldes.

2. Estado del arte

En este apartado se verá información técnica relacionada con el termoconformado, viendo aspectos como los orígenes, funcionamiento, los distintos tipos de materiales y maquinarias que se pueden trabajar, empresas dedicadas al sector, etc.

2.1 ¿Qué es el termoconformado?

Cuando hablamos de termoconformado abarcamos un campo bastante amplio, pero en rasgos generales se trata de calentar una lámina de plástico (entre 120 y 180 °C) para facilitar el moldeo de ésta y darle la forma deseada. Para dar forma a la lámina empleamos un molde (macho o hembra) que cuando el plástico caliente entra en contacto con éste tiene un mecanismo de aspiración que genera vacío y facilita el moldeo. Una vez la pieza esta moldeada se procede a su recorte, que puede ser manual o automatizado. Se adjunta imagen esquemática del proceso:

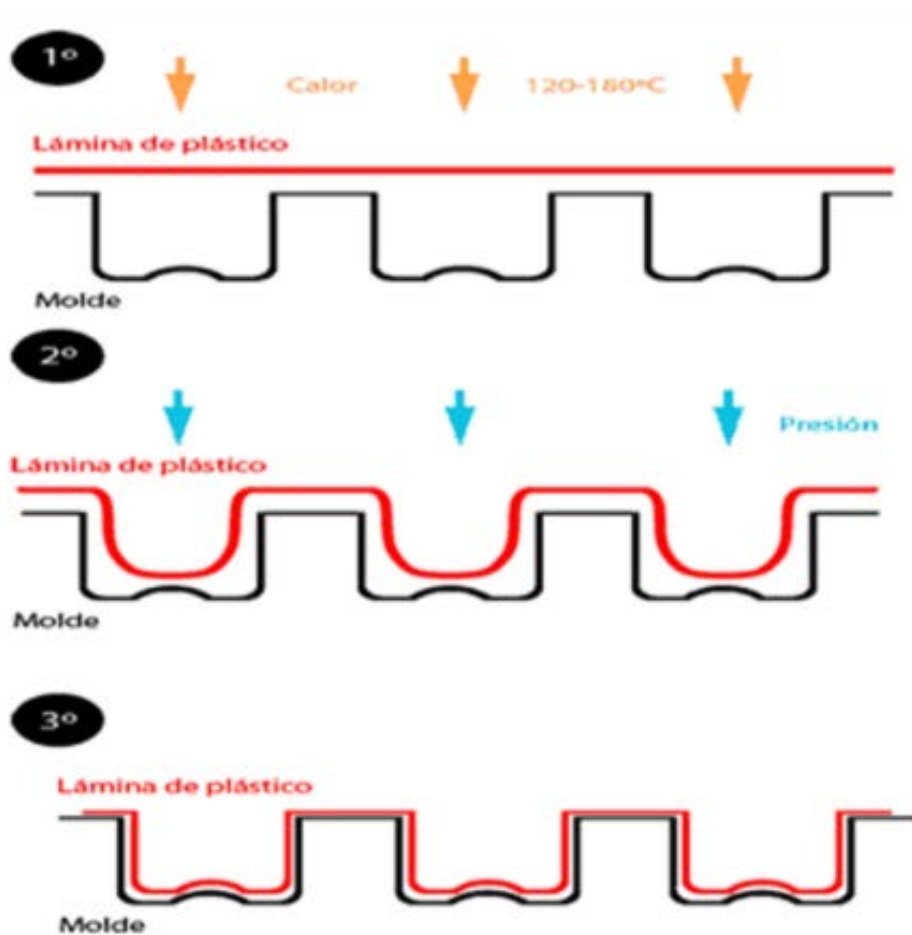


Fig. 1 Proceso de termoconformado mediante vacío.

2.2 Orígenes del termoconformado

Aquí se verá un poco de historia sobre el termoconformado, desde sus orígenes más primitivos hasta la actualidad. En los primeros casos se empleó la queratina, que es un componente propio del caparazón de la tortuga, fue probablemente el primer material en emplearse para este tipo de trabajo. Ésta puede ser ablandada por inmersión en agua o aceite hirviendo, posteriormente se reblandecía y mantenía manualmente sobre una forma dada utilizada como molde, hasta su enfriamiento (puede servir de origen para cualquier tipo de proceso de fabricación de termoplásticos).

Al hablar del termoconformado “moderno” (siglo XX) aparece cuando se desarrollan la investigación química en resinas termoplásticas que condujo a la comercialización de PVC flexible extrusionado y el desarrollo de células de fundición de PMMA. Por otro lado, llegó la invención de la extrusora de tornillo y la termoconformadora alimentada por rollo, la base de las máquinas de termoconformado actuales. Se puede decir que estos son los dos puntos de inflexión en el desarrollo del termoconformado actual.

Posteriormente, sobre el 1970, surgió la demanda de envases de alimentos y cubiertos desechables, estimuló el desarrollo de espumas de PS, CPET y PP para procesos de conformado por presión. Más adelante también apareció la producción de cabinas de ducha, bañeras, camisas de refrigerador, letreros luminosos para franquicias de comida rápida, etc., con todo esto finalmente se consiguió el asentamiento definitivo del uso de plásticos termoconformados de una manera industrial y producción en cadena.

2.3 Producción en el termoconformado

En este punto se verán tres aspectos importantes para comprender mejor el porqué del termoconformado, el primero de ellos es describir el tipo de piezas que se obtienen, el segundo son las características del proceso y por último las distintas maquinarias que podemos encontrar para este tipo de fabricación.

2.3.1 Características de los productos obtenidos

Como ya se ha comentado anteriormente, el material base para la obtención de productos mediante termoconformado es una lámina de plástico. Partiendo de aquí, se deduce que las piezas obtenidas mediante este proceso tiene un espesor bastante limitado, las características principales de los productos acabados son:

- Los espesores de las piezas obtenidas son muy pequeños y constantes, debido a que se parte de una lámina de espesor bajo y que posteriormente al ser moldeada perderá aún más su espesor ya que se estira para acoplarse a la figura que se desea obtener.
- Los productos nunca podrán ser cerrados, tendrán que estar abiertos por al menos una de sus caras.
- No se pueden crear piezas que tengan un ensamblaje con un ajuste tan preciso como en otros procesos (inyección, por ejemplo). Pero si se puede obtener ajustes como el que se encuentra entre el envase y la tapa de una fiambra.
- Las paredes de las piezas obtenidas han de tener un grado en las paredes considerable para facilitar el desmoldeo, con este objetivo se ha de tener en cuenta también que no debe llevar contrasalidas (formas que lleven ángulo contrario a la pared) muy resaltadas.
- Se pueden fabricar piezas en una gran variedad de materiales.



Fig. 2 Bandeja obtenida mediante el proceso de termoconformado

En este punto otro aspecto importante que se puede ver es la fabricación de piezas de gran tamaño. Algunas empresas se han dedicado a la fabricación de grandes piezas (en comparación a las bandejas de alimentación, blisters, etc. que son el tipo de productos a los que enfoca este trabajo). El procedimiento a seguir en este tipo de productos es muy similar al que se desarrollará más adelante, pero cabe decir que su tiempo de producción es mucho mayor y por ello la producción mucho más lenta. Se adjunta imagen como ejemplo:

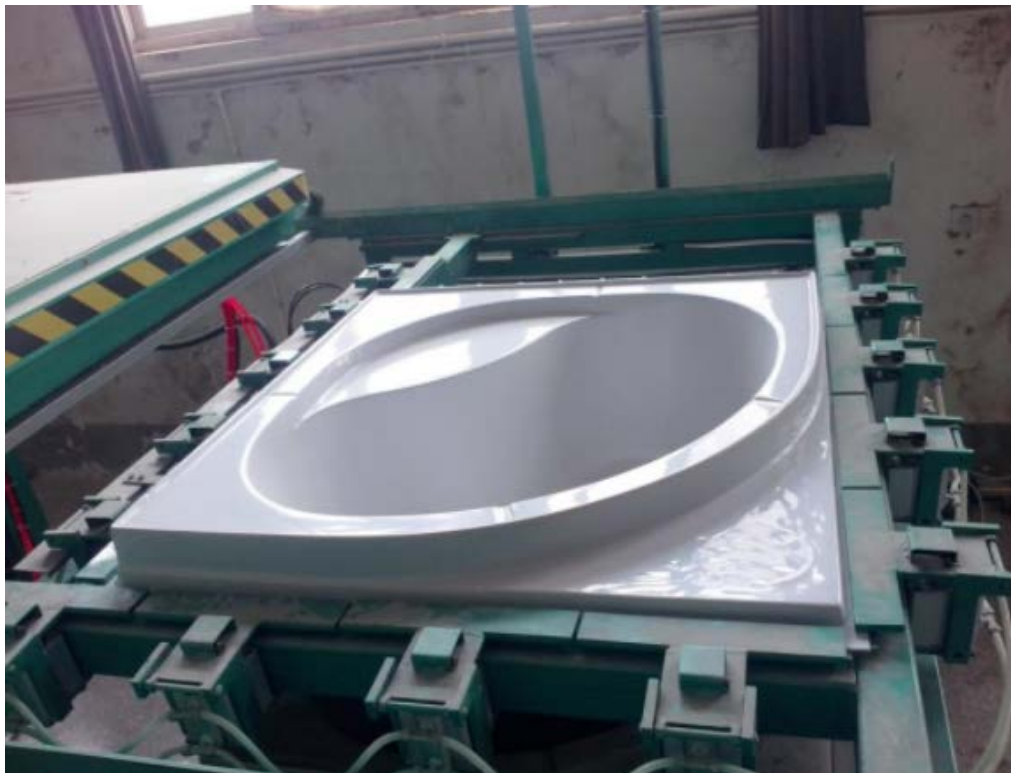


Fig. 3 Bañera obtenida mediante el proceso de termoconformado

Como se puede ver en la imagen, por lo general, estos moldes son de una sola figura y como se ha dicho anteriormente, el tiempo para que la figura sea fabricada de manera correcta es mucho más elevado que en los tipos de productos mencionados antes. Esto se debe a que se necesita más tiempo para que la lámina tome la forma deseada y enfríe correctamente. Otras piezas que se podrían obtener de esta forma son: carcasas de neveras, platos de ducha, protectores de carteles luminosos, carcasas de piscinas, etc.

2.3.2 Características del proceso de fabricación

Ahora se verán algunas de las ventajas e inconvenientes que se pueden encontrar en este tipo de proceso y de esta manera entender mejor porque se obtienen el tipo de productos descritos anteriormente mediante este proceso. Los puntos más destacables son:

- Uno de los grandes inconvenientes de este proceso es que a la hora del moldeo se pierde bastante cantidad de material debido al espacio que existe entre las figuras del molde y por la parte externa. Por lo que es muy recomendable invertir en un equipo de reciclado.
- Para la mejor obtención de la pieza en el molde, se pueden realizar prototipos con un comportamiento muy similar a bajo coste. Por ejemplo, si se desea fabricar un molde de 12 figuras pero se tienen dudas en el posible funcionamiento, se realiza un prototipo de una sola figura para realizar las pruebas oportunas.
- El coste de la maquinaria es muy variable según el tipo de producción que se desea realizar, por lo que es un proceso que puede ser rentable tanto en tiradas cortas como largas de piezas.
- Para ayudar el moldeo de la lámina además del vacío hay varios métodos más:
 - o **Presión:** desde la parte superior de la lámina se hace presión hacia la zona del moldeo mediante aire introducido y produciendo estanqueidad para que no se fugue el aire.
 - o **Contramolde:** se ayuda al material a aproximarse a las paredes de la figura del molde con un elemento que posee una forma aproximada a lo que sería el macho de la figura a obtener. En los contramoldes no se mecaniza la figura ya que encarecería el coste de fabricación. Este tipo de ayuda para formar la figura puede llegar a ser un problema cuando el contramolde tiene aristas o ranuras muy señaladas y estrechas, que podrían llegar a romper la lámina cuando entran en contacto con ella. Para evitar este problema se intenta siempre que el contramolde tenga grandes bases al entrar en contacto con la lámina de plástico.
 - o **Presión y contramolde:** se aplican las dos anteriores de manera simultánea.

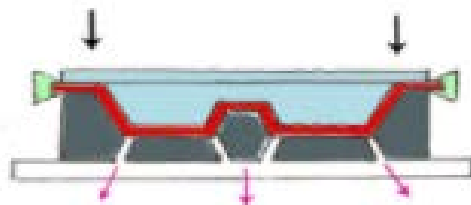


Fig. 4 Ejemplo de contramolde actuando en el momento del moldeo.

2.3.3 Tipos de maquinaria

En termoconformado se pueden encontrar diversos tipos de máquinas y de muy diferentes precios según al tipo de producción que se busque, series largas o cortas. Se verán desde las más simples hasta las que encontramos en el ámbito industrial, que son más complejas.

En primer lugar se verán las máquinas más sencillas, que incluso se pueden fabricar manualmente las más básicas. Éstas estarían destinadas a tiradas muy cortas o incluso para realizar pruebas, se adjunta una imagen de una de las más sencillas que nos podemos encontrar:

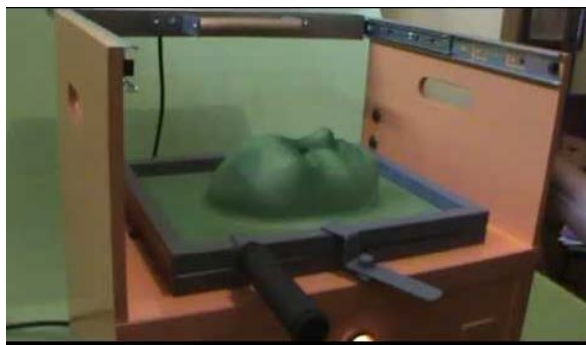


Fig. 5 Máquina de termoconformado básica

Como podemos ver esta máquina es muy simple, la lámina se calienta colocada en los soportes y manualmente se sitúa sobre el molde, que en este caso está fabricado en macho, y poco a poco se va bajando la lámina manualmente para conseguir la forma deseada. Por la parte inferior se coloca una aspiradora, que es la que creará el vacío para conseguir el mejor moldeo posible.

Con este tipo de maquinaria no se puede enfocar una producción en tamaño industrial, simplemente serviría para realizar algún tipo de prototipo sobre alguna pieza (aunque no sería lo ideal, ya que el comportamiento del plástico no será el mismo) o para fines académicos, por ejemplo. Se puede ver a simple vista que los componentes del ensamble están fabricado de manera artesanal, por lo que el coste de una de estas máquinas puede ser muy bajo.

El siguiente tipo de máquina que se puede encontrar, ya estaría más automatizada y no sería tan básica como la mostrada anteriormente. En este caso, sería un tipo de maquinaria en la que sólo hay estación de moldeo, es decir, tendríamos el molde alimentado de manera automática por su propio mecanismo mediante un rollo de lámina, aunque después habría que realizar el corte del contorno de la pieza de manera manual o semimanual, dependiendo del tipo de máquina, se adjunta imagen de una máquina de este tipo.



Fig. 6 Máquinas de termoconformado automatizadas simple

Según el fabricante (podemos encontrar el fabricante en la bibliografía) es una máquina muy rentable para producciones de en pequeñas cantidades. Se puede ver que posee los rodillos para la alimentación automatizada de la lámina, un calentador para que alcance la temperatura adecuada y la estación de moldeo (de medidas muy limitadas). Los parámetros de la máquina se controlan mediante un PLC, y también podemos ver en la parte derecha de ésta una pequeña estación para el cortado de las piezas.

Por último, se verá la maquinaria que enfocada a una producción muy elevada, tamaño industrial, que es el caso del molde diseñado en este proyecto. Éstas son mucho más complejas que todas las mencionadas anteriormente, poseen entre tres y cuatro estaciones diferentes para la mayor automatización posible del producto. Algunos de los fabricantes más conocidos son Kiefel o Illig. Se adjuntan varias imágenes para facilitar la comprensión del funcionamiento de éstas.



Fig. 7 Máquinas de termoconformado automatizadas para grandes producciones



Fig. 8 Máquinas de termoconformado (fabricante Kiefel)

Las imágenes que podemos ver son dos de los tipos de máquinas más avanzadas que se pueden encontrar en el mercado para producir en grandes cantidades (tiradas de miles de piezas). Se puede observar que está alimentada por un rollo de lámina de plástico (en el material que se desea trabajar) que va avanzando por las distintas estaciones de trabajo. Con este tipo

de maquinaria obtenemos el producto totalmente terminado y apilado en las cantidades deseadas para simplemente envasarlo y embalarlo para suministrarlo a los clientes.

Cuando se vea el diseño del molde todas las estaciones quedarán claramente definidas en cuanto a la función y forma de trabajo, pero de manera breve son:

- **Estación de moldeo:** el material avanza desde el rollo, pasa por los calentadores para alcanzar la temperatura establecida en los parámetros de la máquina y llega a la estación de moldeo. Aquí la lámina se adapta a la forma del molde para crear la pieza deseada.
Hay dos partes a destacar en esta estación, molde (generalmente en la parte inferior) y contramolde molde (generalmente en la parte superior), el primero es el que da la forma a la lámina ayudado por la aspiración para crear el vacío, otro aspecto importante del molde es que debe ir bien refrigerado para que no se caliente y el plástico se comporte de manera no deseada. En cuanto al contramolde, su función es ayudar a la lámina a moldear, mediante presión y empujadores, como ya se explicó en el apartado anterior (2.3.2). También ha de producir estanqueidad, para que no existan fugas de aire al realizar la presión y el vacío en la estación.
- **Estación de troquelado:** una vez a moldeo la lámina sigue avanzando hasta llegar a la siguiente estación, en ésta se marca el corte de la lámina según el tipo de perímetro que se desee en el producto acabado (sin llegar a descolgarse las piezas de ésta). Podemos diferenciar dos partes, troquel y contratroquel. El troquel (parte superior) tiene como función marcar el corte en el lugar adecuado sobre la lámina con las figuras ya moldeadas, mientras que el contratroquel (parte inferior) su principal función es hacer de sufridera para las cuchillas de corte y sujetar de manera adecuada el plástico para que el recorte se produzca en el lugar deseado. Se adjunta una imagen de esta estación:

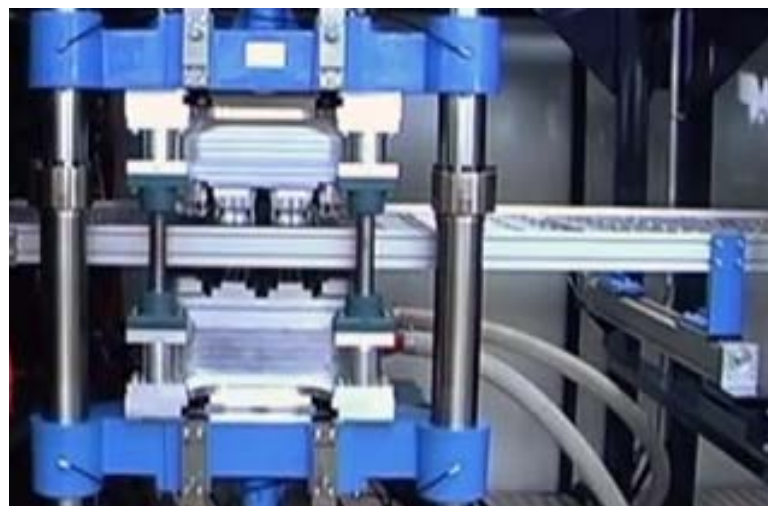


Fig. 9 Estación de troquelado trabajando.

- **Estación de punzonado:** ésta no la encontramos en todos los moldes, ya que en muchos productos no es necesario. Con esta estación lo que conseguimos es perforar las bandejas, en caso de que el contenido que llevará lo necesite, es común en envases para frutas que se venderán en supermercados. Adjuntamos una imagen para facilitar la comprensión de lo explicado:



Fig. 10 Bandeja para pizza perforada.

- **Estación de apilado:** es la última estación, su función es separar las piezas moldeadas de la lámina y apilarlas para posteriormente poder envasarlas y distribuir las. Aquí se encuentran dos partes diferenciadas, como en todas las estaciones. La inferior posee unos empujadores con la forma del perímetro de la pieza, que al ascender separan las bandejas de la lámina y la parte superior, donde quedarán depositadas cuando la parte superior alcance el lugar donde quedan encajadas. Una vez depositadas en las cantidades deseadas, una herramienta, llamada peine las expulsará para que el operario pueda envasarlas. Adjuntamos imagen del apilador de nuestro diseño de molde:

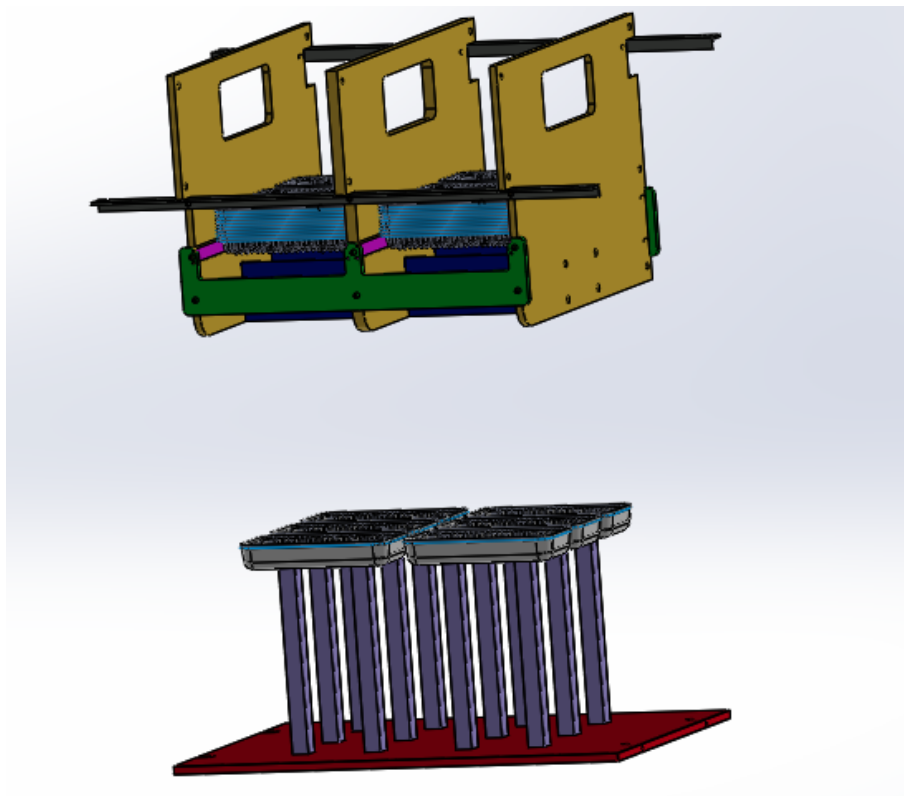


Fig. 11 Apilador para bandejas de alimentación.

La parte inferior del apilador ascendería hasta depositar las bandejas en los soportes (las barras rosas) que tienen movimiento para permitir el paso de la parte inferior y no quede encajada. El peine empujaría a las bandejas para expulsarlas por la parte del fondo de la imagen.

En algunas máquinas puede existir también un apilado por ventosa, es decir, un robot movería las bandejas hasta el punto de embalaje mediante unas ventosas. Este mecanismo tiene la misma función que el apilador. El gran inconveniente del mecanismo de ventosa es que se necesita que el producto tenga una cara plana para realizar el efecto ventosa correctamente.

2.3.4 Empresas dedicadas al sector

Tras realizar una búsqueda de empresas que se dedican al sector de termoconformado en España en un tipo de producción industrial, hemos destacado las siguientes:

- **Termoformas:** es una empresa ubicada en Alcoy, una de las más competentes de la zona. Está destinada a todo tipo de envases, pero la mayoría de su producción está desitnada a la alimentación.
Página web: www.termoformas.net
- **Coopbox:** está ubicada en Madrid, tiene gran parte de su mercado en el extranjero, en concreto Italia. Su mayor campo de producción también es la alimentación.
Página web: www.coopbox.it
- **Bandesur:** empresa ubicada en Jaén, su mayor producción también es para el sector alimenticio, y en gran parte a la fruta, que es un campo bastante explotado en los alrededores de su zona.
Página web: <http://www.bandesur.net>

3. Materiales en el termoconformado

Se verán dos apartados claramente diferenciados, el material de los productos a fabricar y por otro lado el material empleado para elaborar los moldes.

3.1 Material de los productos

Para comenzar con este apartado, repetir que uno de puntos vitales para trabajar el termoconformado es que el material plástico está en forma de lámina. Hablando en el ámbito industrial, donde se trabaja con largas tiradas de piezas, se encontrará el material en bobinas de plástico de grandes longitudes para automatizar el proceso al máximo posible.

En este tipo de proceso se puede trabajar en una gran variedad de materiales, siempre y cuando se puedan encontrar en bobinas, según la rigidez que se quiera obtener en el producto se utilizará un tipo de material y espesor determinados. Comentar también que se debe tener en cuenta cuando se produce algún productor para el sector alimentario que el material debe estar permitido para envasar alimentos. También decir que rara vez se emplea un material no reciclable para los productos.

A continuación se mostrarán algunos de los materiales y las características de los productos obtenidos con éstos en el termoconformado para la fabricación de piezas:

- **PET:** suelen ser envases con espesores muy pequeños, generalmente bandejas para alimentación. Este es el material que se emplea en la bandeja que se desea fabricar con el diseño de nuestro molde. Algún ejemplo de uso de este material es en bandejas para envasar productos de carnicería.

- **PS:** suelen ser piezas de mayor espesor y tamaño, que necesitan mayor solidez que las anteriores, por ejemplo, un blíster para envasar el conjunto de colonia, desodorante y champú.



Fig. 12 Producto fabricado en PS.

- **PP:** se pueden fabricar materiales tanto de grandes espesores y tamaños como pequeños, uno de los más empleados en la alimentación. Se suelen fabricar en este material platos y vasos de usar y tirar. El PET posee una contracción relativamente alta, por lo que puede dar problemas a la hora del diseño del molde.



Fig. 13 Bobina de plástico para producción en termoconformado

3.1.1 Comportamientos del material

Este proceso, como en cualquiera en el que actúen materiales termoplásticos necesitan un estudio previo, para que el material trabaje de la manera óptima se han de tener en cuenta diversos puntos.

3.1.1.1 Contracción

La contracción es el proceso mediante el cual el termoplástico contrae al cambiar de temperatura de trabajo (más alta) a temperatura ambiente. Para saber cuál es la contracción del material con el que vamos a trabajar existen gran cantidad de tablas basadas en estudios anteriores, simplemente habría que consultarla.

Este punto se ha de tener en cuenta a la hora de realizar el diseño de nuestro molde en aspectos como la placa de figuras, la diferencia en la distancia entre centros de la estación de moldeo y el resto, fabricación de centradores,...

Cuando hablamos de la placa de figuras, habrá que tener en cuenta la contracción del material para que tras conformarse y enfriarse el producto tenga las medidas deseadas, es decir,

habría que fabricar la cavidad de la figura más grande. Cuánto más grande habría que hacerla nos lo indicará la contracción del material. Y en cuanto a las estaciones, la de troquelado y apilado tendrán la distancia entre centro más corta, debido a que contrae toda la lámina al enfriarse.

3.1.1.2 Calentamiento y temperatura

Este punto es muy importante también, ya que para que la lámina conforme bien debe tener la temperatura adecuada. Los rangos de trabajo recomendados para el material termoplástico en el termoconformado son aproximadamente desde 120 a 180 °C (vienen dados en el catálogo del fabricante). Fuera de este rango nos encontraríamos con problemas a la hora de formar el producto.

En caso de que la temperatura se inferior a la dicha, el material no se deformaría lo suficiente y no podría adaptarse a las paredes de la cavidad para formar el producto. De lo contrario, que la temperatura fuese mayor, la lámina se deformaría en exceso e incluso podría llegar a derretirse si las temperaturas son excesivamente altas.

Por otro lado hay que tener en cuenta el periodo de calentamiento. Éste debe realizarse de manera uniforme en toda la lámina y a temperaturas que no resulten dañinas para el material, ya que después podría perder propiedades mecánicas. Cuando la lámina a conformar sea de espesores elevados (para el tipo de trabajo que vamos a realizar nosotros se puede considerar elevado a partir de 2 mm) habría que calentar la lámina por ambas caras para que la temperatura sea uniforme.

3.1.1.3 Malformaciones

Cuando el material no se adapta a la figura de la manera deseada puede ser por diversos motivos, entre ellos los explicados sobre la temperatura, pero pueden existir más casos.

- **Arrugas:** éstas pueden aparecer principalmente por dos motivos, el primero de ellos es que la figura no tenga la capacidad suficiente para realizar vacío y quede aire entre la figura y la lámina. Por otro lado también puede deberse a que la figura posee formas muy resaltadas o paredes de gran longitud con muy poca inclinación. Esto provoca que la lámina se estire en exceso y puede doblarse sobre sí misma, como podemos ver en la imagen.

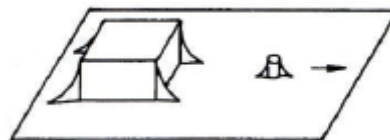


Fig. 14 Arruga formada durante el proceso.

La solución a este problema es no realizar diseños con las geometrías indicadas que nos puedan generar problemas, habría que buscar alguna alternativa.

- **El material no se adapta a la figura:** cuando existen figuras con ranuras relativamente profundas y estrechas el material no acaba de formar la figura totalmente, esto se debe a que el vacío y la presión no tienen suficiente fuerza para deformar la lámina hasta la cavidad completamente. Una posible solución podría ser un contramolde, pero como ya se ha explicado cuando se han visto los contramoldes, si éstos tienen aristas vivas y muy estrechas pueden romper el plástico debido al poco contacto que tiene con este y la fuerza con la que actúan contra él.

3.2 Material para la fabricación del molde

Según las exigencias de producción, calidad de las piezas a fabricar y costos, existen variadas técnicas entre las cuales se puede elegir para la construcción de moldes, los principales materiales para la fabricación de los moldes son:

3.2.1 Moldes de madera

Son moldes fáciles de construir, con técnicas y herramientas comunes (generalmente mediante CNC), pero debe tenerse en cuenta que no son recomendables para producciones largas (decenas de miles de piezas). La madera dura es mejor que la blanda, de la cual pueden desprenderse astillas como consecuencia de que el molde trabaja caliente y es sometido a esfuerzos de compresión durante el termoconformado. Otro de los inconvenientes de este tipo de molde es que no se le podría realizar refrigeración, ya que la madera podría calar y gotear refrigerante.

Estos moldes no están destinados a grandes producciones para las máquinas industriales descritas anteriormente. Debido a su bajo coste estarían destinados a producciones cortas y a máquinas manuales o semimanuales en el mejor de los casos.

3.2.2 Molde de fundición de aluminio

Los moldes de fundición de aluminio tienen como principal ventaja la de ser duraderos y resistentes, además de livianos, baratos y fáciles de pulir, esto es necesario ya que el molde fundido en aluminio posee cierta textura superficial similar a la del papel de lija la cual no sería apropiada para el producto a obtener.

Para construir un molde de fundición de aluminio es necesario comenzar por hacer un modelo del mismo, comúnmente con madera. Además hay que tener en cuenta tanto la contracción de la lámina de plástico como la de la propia fundición, para obtener el producto final en las medidas deseadas. Por otro lado, existe el mismo tipo de problema que en caso anterior y es que no se puede realizar una refrigeración óptima a este tipo de moldes.

3.2.3 Moldes en aluminio

En el ámbito industrial son los más empleados, se compra el aluminio macizo y posteriormente mediante centros de mecanizado CNC se crea la figura del molde (macho o hembra, según convenga). Estos son muy duraderos y poseen un acabado muy fino, además de que se les puede dar un acabado superficial posterior al mecanizado, por ejemplo un arenado. Éstos están destinados a grandes producciones de piezas y es el caso del molde que se va a diseñar en este proyecto.

Las ventajas para escoger el aluminio frente al acero para construir los moldes principalmente son que posee un menor coste y peso además de que mecanizar en aluminio es más fácil y barato, ya que las herramientas no se desgastan tan rápidamente.

4. Cálculo de esfuerzos en Ansys

En este apartado se realiza una simulación del comportamiento del material a la hora de moldear mediante el programa Ansys, utilizando el módulo Fluid Flow – Blowmolding (Poliflow).

Para realizar este apartado de la mejor manera no podemos emplear el archivo de la bandeja completo, ya que este archivo tiene muchas curvas y detalles que a la hora de crear el mallado y cálculo en Ansys nos ralentizará mucho el proceso de cálculo. Para ello se realiza un diseño aproximado de nuestra bandeja pero mucho más simplificada. Además de crear la bandeja similar a la que se va a fabricar en el molde hemos de crear la lámina que actuará de material en la simulación, el conjunto es el siguiente:

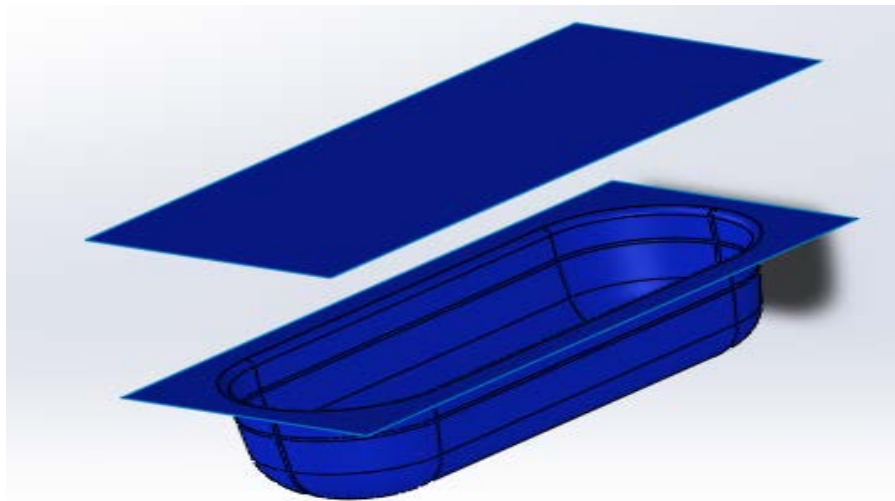


Fig. 15 Bandeja diseñada para la simulación en Ansys.

Para realizar la simulación se han de seguir los siguientes pasos:

- 1- Importar el diseño aproximado creado para la simulación (última imagen adjunta).
- 2- Realizar el mallado de la mejor manera posible para que el cálculo se aproxime lo máximo a la realidad. Ajustando mediante el software, la calidad del mallado debe ser lo más alta posible en el gráfico de calidad de elementos.
- 3- El siguiente paso es introducir todos los parámetros de movimiento y fuerzas para que la simulación sea lo más próxima a la realidad. Los parámetros introducidos son los siguientes:
 - Presión de moldeo: 6 bares, realmente se aplican unas presiones cercanas a las 5 bares, pero añadimos uno para compensar que no aplicamos vacío en este software.
 - Espesor inicial de la lámina: 0.75 mm.
 - Desplazamiento únicamente en el molde, como la separación entre la lámina y la bandeja en el diseño es de 50 mm se aplica una velocidad de desplazamiento al molde de 0.5 m/s, con lo que tardaría 0.1 segundos en estar en contacto con el material. En este momento es cuando actuaría la fuerza aplicada en la lámina hacia molde y comenzaría a formar el producto.

A la hora de introducir los parámetros se han de especificar muchos más detalles, para realizar la simulación de manera correcta se ha seguido un tutorial, se puede encontrar en la bibliografía.

Una vez se han añadido todos los parámetros necesarios para la simulación se calcula el proceso y ya podemos ver la simulación. En esta queremos como varía el espesor en la lámina al moldear, que es lo que nos muestra la leyenda. Se adjuntan imágenes con diferentes momentos de la simulación:

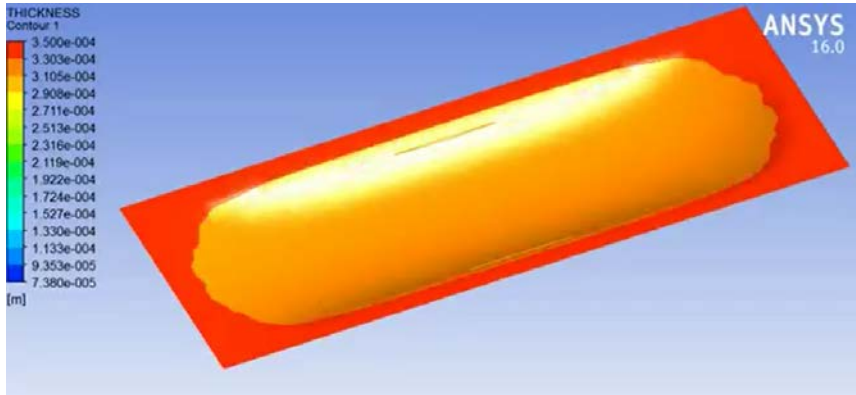


Fig. 16 Bandeja durante la simulación en Ansys.

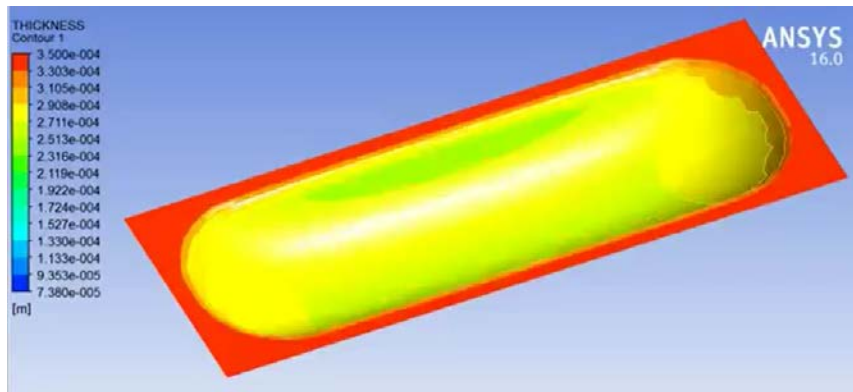


Fig. 17 Bandeja durante la simulación en Ansys.

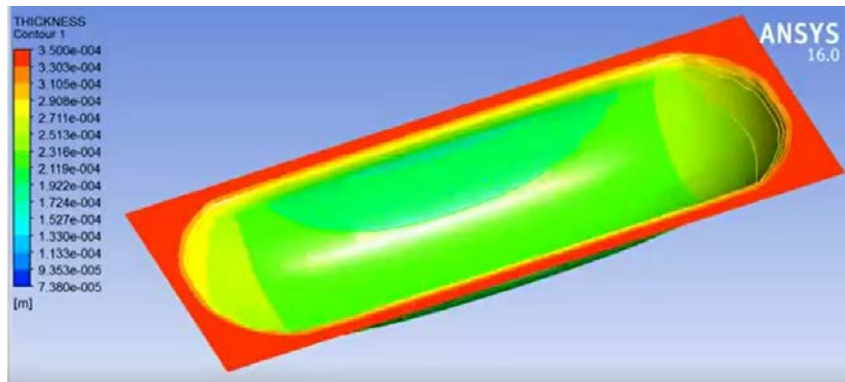


Fig. 18 Bandeja durante la simulación en Ansys.

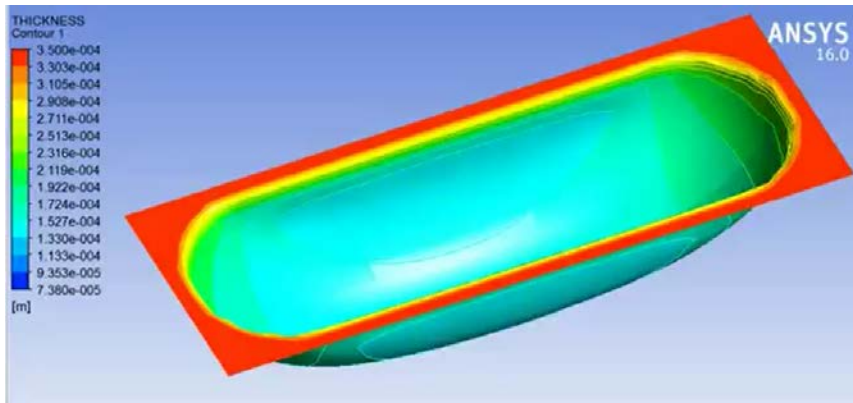


Fig. 19 Bandeja durante la simulación en Ansys.

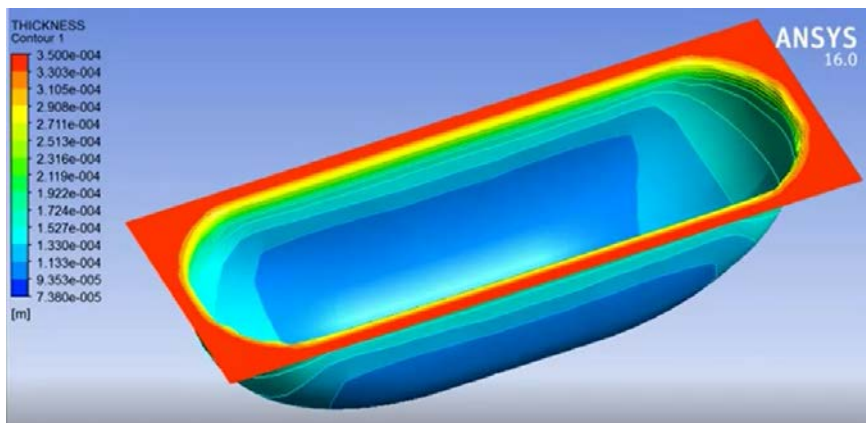


Fig. 20 Bandeja durante la simulación en Ansys.

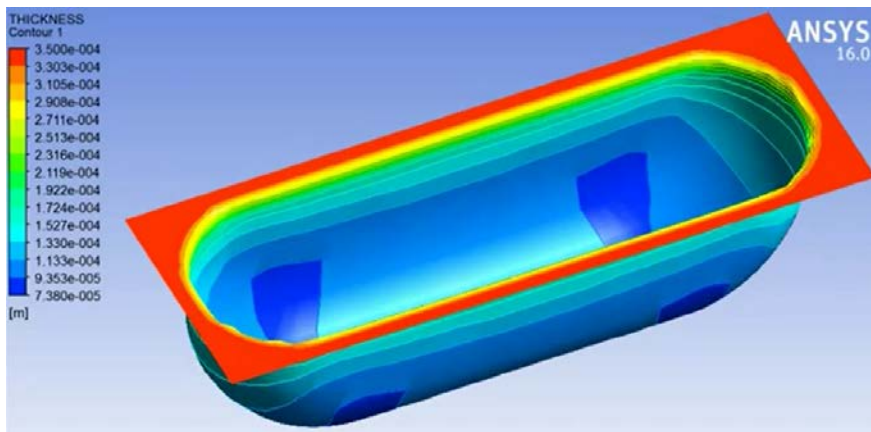


Fig. 21 Bandeja durante la simulación en Ansys.

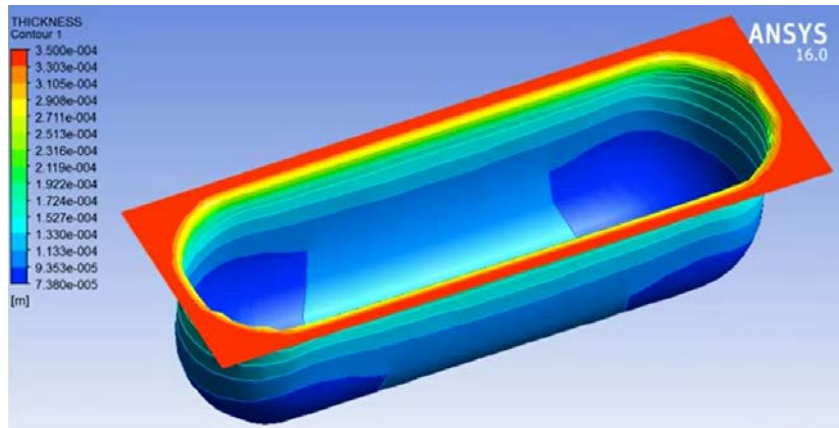


Fig. 22 Bandeja durante en el final de la simulación en Ansys.

Las imágenes han sido mostradas de manera cronológica a lo largo del tiempo. En la última imagen se observa que las zonas que quedan con el menos espesor son las esquinas de la bandeja. Como conclusión se puede decir que el espesor de la bandeja será el doble entre las zonas con mayor espesor (la cara superior de la bandeja) y la menor (las mostradas con los colores más fríos, las esquinas de la bandeja).

El comportamiento será muy similar en cualquier tipo de proceso mediante termoconformado, teniendo menores espesores cuanto más nos alejamos de la parte superior de la bandeja.

5. Prediseño del molde

Para comenzar a plantear el diseño, lo primero que se necesita es el producto que deseamos producir, en este caso se realizó un sondeo de diferentes posibilidades (diversas bandejas de alimentación, diferentes blisters para tornillos, etc.) y la bandeja escogida definitivamente es la que se muestra:

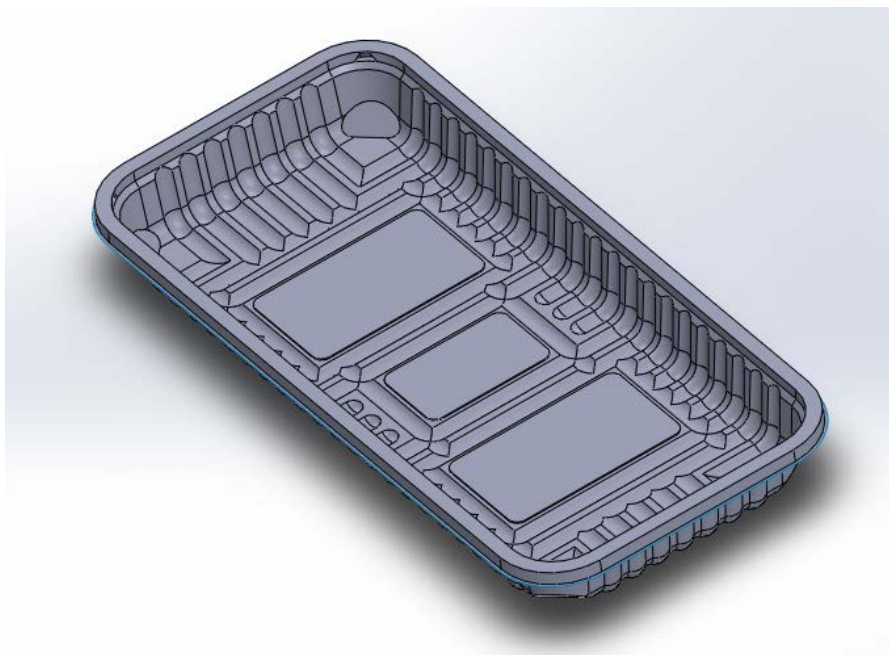


Fig. 23 Bandeja seleccionada para el diseño del molde.

Una vez seleccionado el producto a fabricar, el siguiente paso es ver en qué máquina se va a producir y dentro de las posibilidades de las que hemos hablado anteriormente, se ha decidido realizar un diseño orientado a la máquina Kiefel KMD 64 (se posee un catálogo de la máquina con todas las especificaciones para el correcto funcionamiento de las estaciones del molde en ella, adjuntado al final).

5.1 Distribución del molde

Para comenzar con la distribución del molde primero se ha de saber las medidas máximas que este puede tener y de estar forma colocar el mayor número de figuras posible. En cuanto a nuestra bandeja, tiene las siguientes medidas: 270 x 130 mm. Para tener facilidad a la hora de realizar la refrigeración y el sistema de vacío en el molde hemos de dejar entre figura una distancia de 15 mm. En cuanto a las partes externas, se dejarán alrededor de 20 mm, por el mismo motivo.

Teniendo en cuenta las medidas de la bandeja a fabricar y los espacios para refrigeración, en el catálogo (páginas 3 y 4) de Kiefel se pueden ver las siguientes especificaciones sobre la máquina:

Ranges Dimensions	KMD52	KMD60	KMD64	KMD78	KMD85
B _{max} [mm]	540	600	640	780, 730 ¹⁾	850
B _{min} [mm]	280	280	280	395	395
H1 _{max} [mm]	420	420	420	450	495
H1 _{min} [mm]	205	205	205	195	335
H2 [mm]	200	200	200	290	335
H3 _{max} [mm]	255	330	255	295	295
H3 _{min} [mm]	205	205	205	220	220
H4 [mm]	200	200	200	255	255
L _{max} [mm]	420	460	460	560	700
L _{min} [mm]	270	270	270	370	370
W [mm]	275	310, 275 ²⁾	310, 275 ²⁾	425	Tool-centring mechanism ³⁾
V1 [mm]	10	10	10	10	Tool-centring mechanism ³⁾
V2 [mm]	14	14	14	14	Tool-centring mechanism ³⁾
U [mm]	3.3	6	6	3.3	Tool-centring mechanism ³⁾
T [mm]	210	210	210	274	520
S [mm]	18	18	18	26	26
R [mm]	12	12	12	12	12
Q [mm]	42	46	46	54	54
P [mm]	18	14.6	14.6	22	22
N [mm]	40	60	40	55	Tool-centring mechanism ³⁾
M [mm]	150	90	90	90	Tool-centring mechanism ³⁾
K [mm]	8	8	8	8	Tool-centring mechanism ³⁾

Fig. 24 Especificaciones de medidas de moldes para las diferentes máquinas Kiefel.

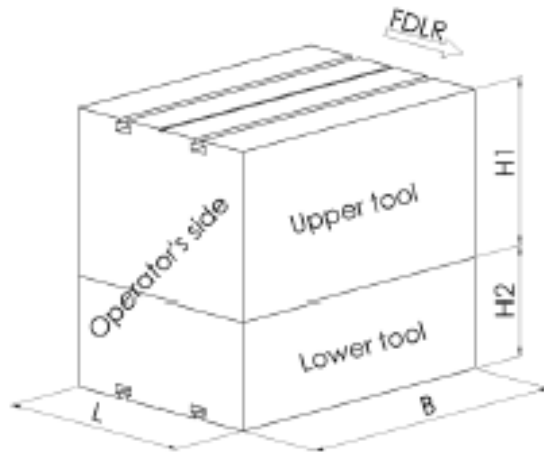


Fig. 25 Referencias de medidas para estación de moldeo.

Como se ha explicado antes, nuestro molde está destinado a la serie KMD 64, por lo que nos tenemos que fijar en las medidas límite marcadas con círculos en las tablas de medidas de la máquina. Las medidas máximas son 640 x 460 mm, las mínimas no nos interesan ya que buscamos producir el máximo número de bandejas posible. El siguiente paso es analizar las diferentes distribuciones posibles y elegir la más óptima.

Se adjuntan capturas de las dos posibles configuraciones de las figuras en el molde:

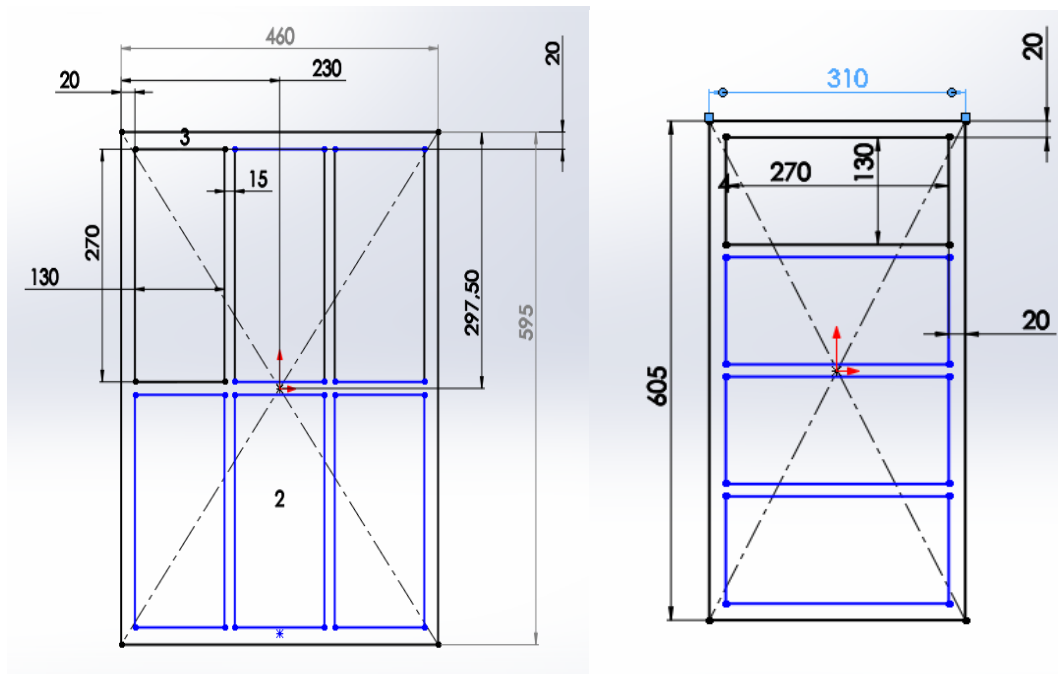


Fig. 26 Propuestas posibles de distribución del molde

Éstas son las posibles configuraciones que se pueden realizar con las medidas mencionadas. Antes de elegir la distribución se deben analizar ventajas e inconvenientes de cada una de ellas y posteriormente elegir la mejor opción.

- Opción de seis figuras:
 - o Ventajas:


- Posee más figuras, con lo que produce mayor cantidad de piezas. Esto conlleva a otras ventajas como agilizar la satisfacción de los clientes o tener una amortización más rápida.
 - Desventajas:
 - Mayor coste. Tanto de materiales (mayores dimensiones) como de mecanizado (más tiempo de mecanizado).
 - Mayor desperdicio de lámina. Al existir mayor espacio entre figuras y tener un perímetro mayor, se desperdicia una cantidad mayor de material.
 - Mayor pérdida en tiradas de defectuosas
- Opción de cuatro figuras:
 - Ventajas:
 - Menor coste. Tanto de materiales (menores dimensiones) como de mecanizado (menor tiempo de mecanizado).
 - Menor desperdicio de lámina. Al existir menor espacio entre figuras y tener un perímetro menor, se desperdicia menos material.
 - Menor pérdida en tiradas de piezas defectuosas.
 - Desventajas:
 - Posee menos figuras, con lo que produce menor cantidad de piezas.

Tras realizar el análisis se puede ver que la primera opción posee más desventajas, pero por el contrario su ventaja es vital, ya que es un producto que se quiere distribuir en enormes cantidades. En caso de tiradas más cortas, podría interesar realizar un molde con menos figuras, pero en este caso nos decantamos por la primera configuración, la de seis figuras.

Otro aspecto a tener en cuenta a la hora del diseño es en qué material se va a fabricar el producto. En nuestro caso la bandeja será fabricada en PET, sabiendo esto se busca la contracción que posee este tipo de termoplástico.

Según la tabla adjunta el PET posee una contracción aproximada del 0.3%. En cuanto a la temperatura de la cavidad donde moldeará, inicialmente no se encontrará dentro del rango (70-100°C) pero conforme avance el ciclo de moldeo la cavidad se irá calentando hasta alcanzar dichas temperaturas aproximadamente. La refrigeración debe de ser la adecuada para que el molde no sobrepase las temperaturas óptimas de trabajo, ya que no se obtendrían el producto en buenas condiciones).

En la siguiente tabla podemos ver las contracciones de los principales termoplásticos.

 **Lista de las tasas de contracción de moldeo de principales materiales de plástico**

Material	Tasa de contracción de moldeo (%)	Temperatura superficial de la cavidad (°C)	Presión de moldeo por inyección (Mpa)
ABS	0.4 ~ 0.9	50 ~ 80	53.97 ~ 171.7
PS	0.4 ~ 0.7	20 ~ 60	68.69 ~ 206.1
SAN	0.2 ~ 0.7	50 ~ 80	68.69 ~ 225.7
EVA	0.2 ~ 0.7	50 ~ 80	103 ~ 274.8
PP	1.0 ~ 2.5	20 ~ 90	68.69 ~ 137.8
PP GF40%	0.2 ~ 0.8	20 ~ 90	68.69 ~ 137.8
HDPE	2.0 ~ 6.0	10 ~ 60	68.69 ~ 137.8
PMMA	0.1 ~ 0.4	40 ~ 90	68.69 ~ 137.8
PA6	0.5 ~ 1.5	40 ~ 120	34.34 ~ 137.8
PA66	0.8 ~ 1.5	30 ~ 90	34.34 ~ 137.8
POM	2.0 ~ 2.5	60 ~ 120	68.69 ~ 137.8
PBT GF30%	0.2 ~ 0.8	40 ~ 80	54.95 ~ 176.6
PC	0.5 ~ 0.7	80 ~ 120	68.69 ~ 137.8
PPS GF40%	0.2 ~ 0.4	130 ~ 150	34.34 ~ 137.8
m-PPE	0.1 ~ 0.5	80 ~ 90	
PET	0.2 ~ 0.4	70 ~ 100	

Fig. 27 Contracción de los termoplásticos más empleados.

Según la tabla adjunta el PET posee una contracción aproximada del 0.3%. En cuanto a la temperatura de la cavidad donde moldeará, inicialmente no se encontrará dentro del rango (70-100°C) pero conforme avance el ciclo de moldeo la cavidad se irá calentando hasta alcanzar dichas temperaturas aproximadamente. Una vez finalizada esta parte, se puede comenzar el diseño de las diferentes estaciones del molde.

6. Diseño de las estaciones

Como ya se ha comentado anteriormente, este tipo de moldes contiene entre 3 y 4 estaciones, según los requisitos del producto. En nuestro caso nos encontramos con una bandeja que no necesita ninguna perforación, por lo que tendríamos sólo tres estaciones (no necesitamos el punzonado).

El diseño se realizará en orden de avance de lámina (molde, troquel y apilador) ya que hay algunos detalles que dependen de la estación anterior, los veremos cuando vayan apareciendo.

6.1 Estación de moldeo

Aquí la principal función es dar a la lámina la forma del molde de la mejor manera posible, para ello influyen muchos parámetros que se deben ajustar a la hora de hacer las pruebas en máquina (temperatura de la lámina, temperatura del molde, velocidad del ciclo,...).

Para comenzar el diseño con la estación de moldeo, se puede ver en las Fig. 15 y 16 las alturas que han de tener cada una de las partes de esta estación:

- Molde: 200 mm, entre todo el ensamblaje.
- Contramolde: desde 205 a 420 mm, en esta ocasión tenemos un rango bastante amplio, pero intentaremos que sea de la menor medida posible (siempre y cuando cumpla todas las funciones) para abaratar en costes.

Mostramos una imagen nombrando todas las partes que podemos encontrar en esta estación:

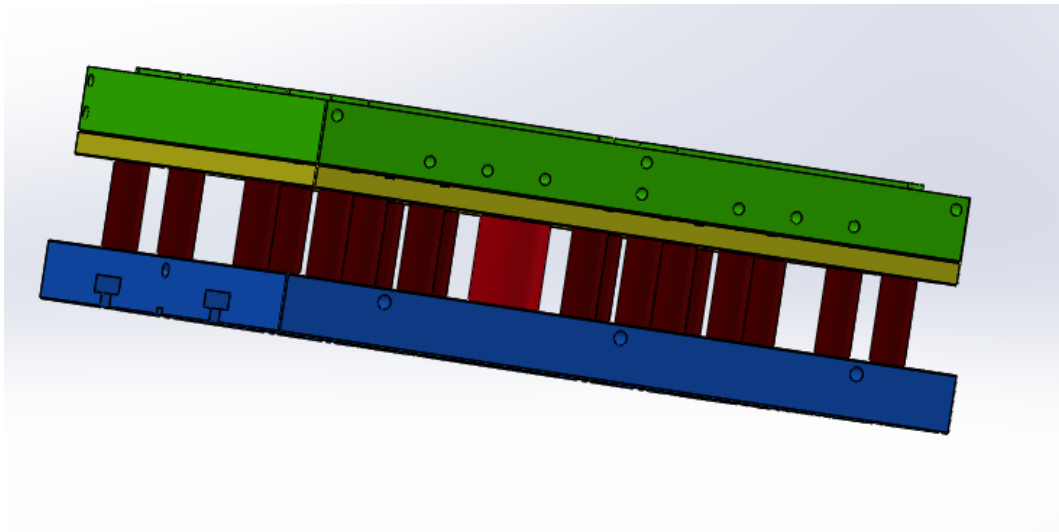


Fig. 28 Ensamblaje molde.

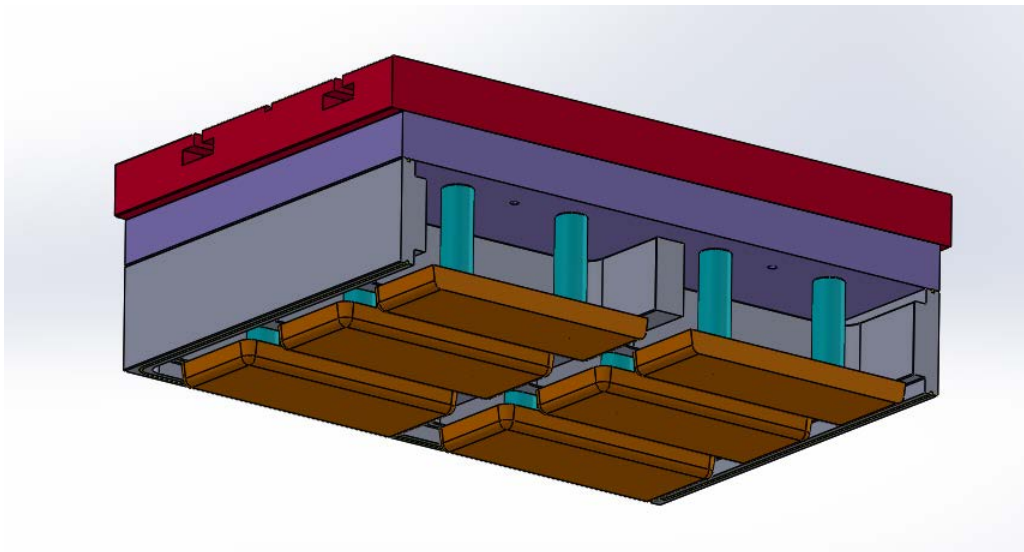


Fig. 29 Ensamblaje contramolde.

6.1.1 Conjunto inferior moldeo

6.1.1.1 Placa de figuras

Esta es la placa donde se mecanizan las figuras con la forma del producto deseado. Es la placa que más operaciones tiene, la más costosa de fabricar. Los aspectos más importantes a tener en cuenta son:

- **Vacío:** la lámina debe adoptar la forma de la figura de la mejor manera posible, para ellos el vacío es un punto vital. El vacío se consigue realizando unos pequeños taladros (aproximadamente \varnothing 0.6 mm) en la figura en zonas estratégicas (esquinas de figura, fondos de ranuras, rincones,...) para que se copie de forma adecuada, se adjuntan imágenes de diferentes lugares donde se ubican estos orificios.

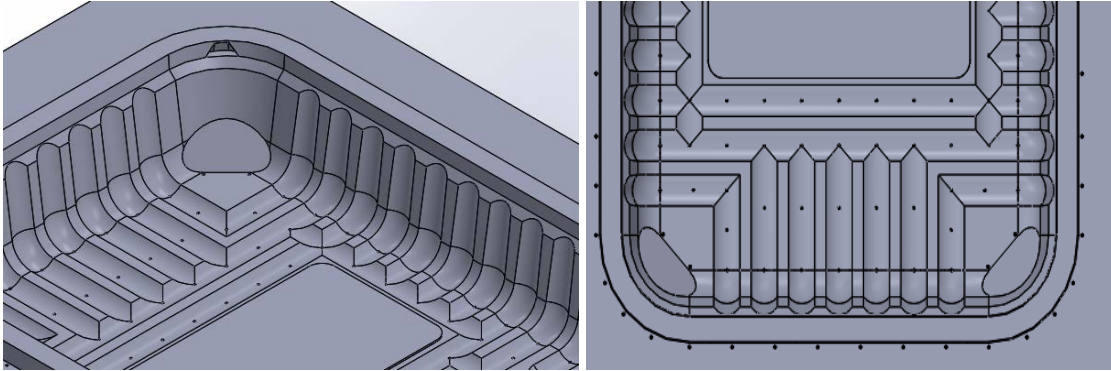


Fig. 30 Agujeros para crear vacío.

Como se puede ver en las imágenes los agujeros están colocados en las zonas profundas de las ranuras, en esquinas de caras planas, en todo el perímetro del bordón exterior,...

Para que los taladros de vacío ($\varnothing 0.6$ mm) deben apreciarse lo mínimo cuando la figura quede moldeada, por esto son tan pequeños. Por la parte inferior están conectados con otros más grandes ($\varnothing 4$ o 6 mm) que aspiran el aire hasta la entrada de aspiración. Se muestra una imagen de la parte inferior:

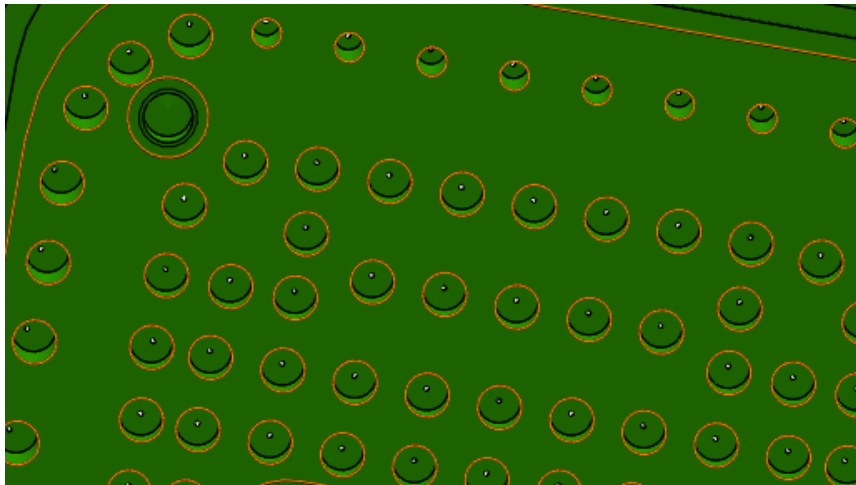


Fig. 31 Agujeros para aspirar y crear vacío.

Todo el sistema de aspiración debe quedar estanco para que se produzca de manera óptima, para ello se colocan retenes en los espacios que existen entre las diferentes placas del ensamblaje del molde.

- **Refrigeración:** este aspecto es muy importante para que el molde trabaje a una temperatura adecuada y no forme bien la figura. Para ello se crean diferentes circuitos que refrigeren la placa de la mejor manera posible. Uno de los requisitos es que las entradas y salidas de agua en los circuitos estén posicionadas en el lateral más alejado del calentador de la máquina, es decir, por el lateral donde seguirá avanzando la lámina. Esto se debe a que es el único lugar donde encontramos espacio libre para poder colocar fácilmente las gomas que aportan el agua.

En la siguiente imagen se puede ver cómo están distribuidos los circuitos de refrigeración en la placa:

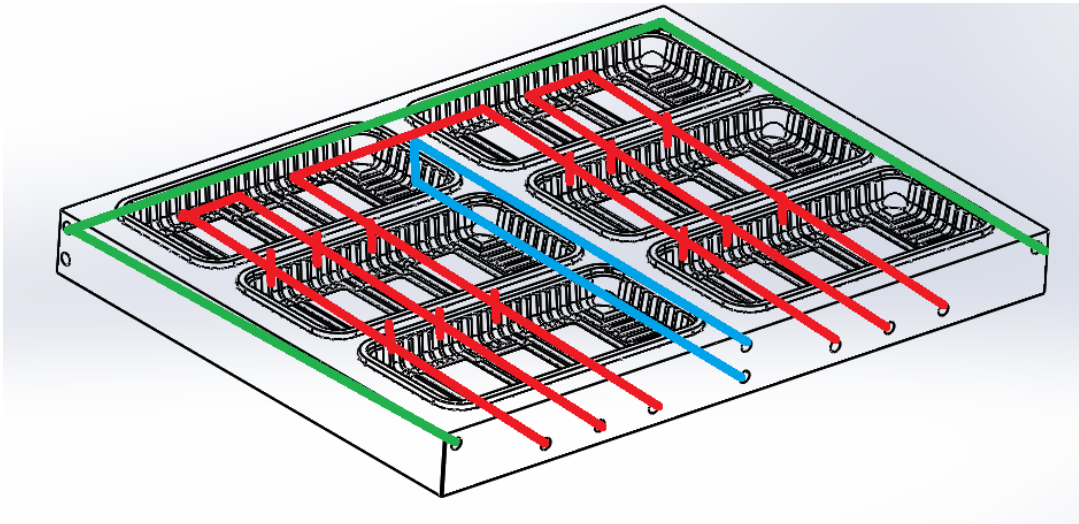


Fig. 32 Circuitos de refrigeración en la placa de figuras.

Aquí se puede ver como se distribuye la refrigeración en el la placa de figuras del molde, ahora se verán las siguientes aclaraciones:

- En color verde podemos ver un circuito de refrigeración por las paredes laterales externas a lo largo de todo el molde.
- En color azul se puede observar un circuito en la línea central entre figuras, esta va y vuelve en diferentes alturas en la misma línea, colocando un tapón en la parte inferior de la línea vertical que nos permite unir la ida y la vuelta del circuito.
- Por último, observamos en color rojo los tres circuitos de refrigeración de los fondos de la placa de figuras. En éstos podemos observar unas líneas verticales en la zona entre figuras que se corresponde con pozos para que el agua ascienda lo máximo posible y produzca la máxima refrigeración, más abajo se adjuntará una imagen para aclarar el funcionamiento del circuito.

Los tubos de refrigeración están conectados entre ellos con otro taladro colocado en el lateral del molde. Para que estos 3 circuitos queden separados independientemente se colocarán tapones en las zonas de separación en correspondientes.

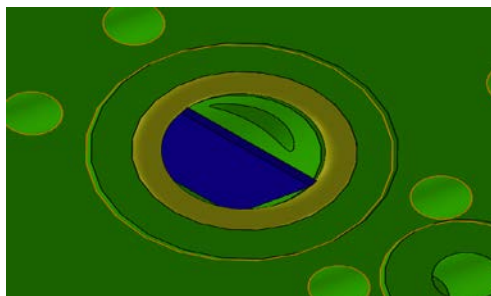


Fig. 33 Pozo de refrigeración en la placa de figuras.

El agua chocará contra la placa separadora de bronce colocada en el centro (la de color azul) y ascenderá hasta la parte superior donde queda un espacio por donde pasará al otro lado y descenderá para seguir su curso. En todos los pozos seguirá el mismo funcionamiento.

- **Tornillos:** en la placa de figuras es donde quedarán roscados los tornillos para ensamblar esta parte de la estación de moldeo. Éstos deben estar distribuidos de forma simétrica a ser posible, otro aspecto importante es que estén próximos a los retenes de los pozos de agua para que tengan el mayor apriete posible.

Los circuitos de refrigeración y vacío deben estar totalmente independizados unos de otros para que ambos funcionen correctamente, en el momento que se unan, el molde no funcionará.

6.1.1.2 Placa tapa

Esta placa es la que está situada justo en la parte inferior de la placa de figuras (color amarillo en la imagen del ensamblaje). Esta placa debe principalmente suplementa al molde para conseguir la medida exigida (200 mm) y crea estanqueidad en el circuito de vacío. Esta placa en la parte inferior tiene unas cajeras circulares donde irán ubicados los pilares para suplementar altura al molde. También podemos ver un agujero central, que se corresponde con el circuito de vacío y unos taladros pasantes, que simplemente son para los tornillos que ensamblan el conjunto.

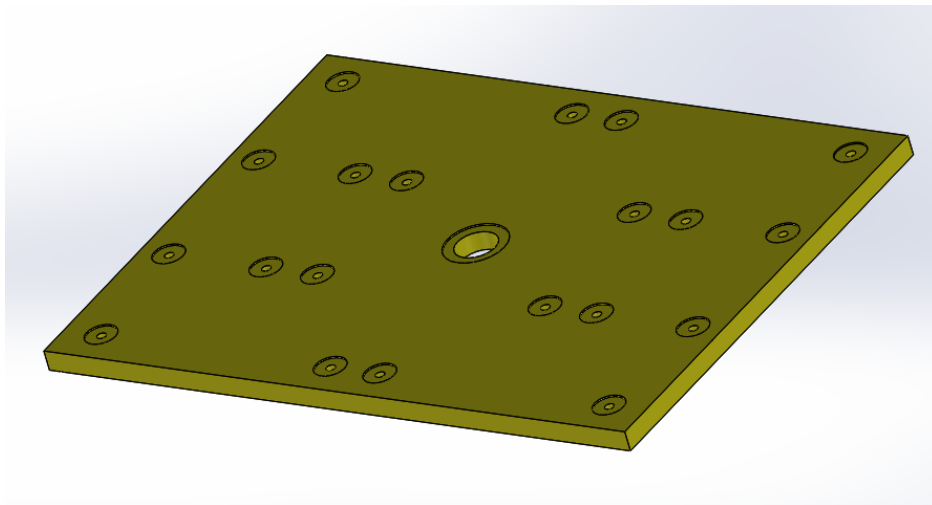


Fig. 34 Placa tapa, parte del ensamblaje del molde.

6.1.1.3 Pilares suplemento

La única función que tiene esta parte del ensamblaje es suplementar hasta las placas hasta los 200 mm necesarios en el conjunto del ensamblaje. Se realiza de esta manera porque es más económico que una placa maciza, además de mucho menos pesado. Otra opción para suplir estos pilares podría ser el uso de calzos (barras de aluminio) pero esta opción es más sencilla y económica. Adjuntamos distribución de los pilares en el molde:

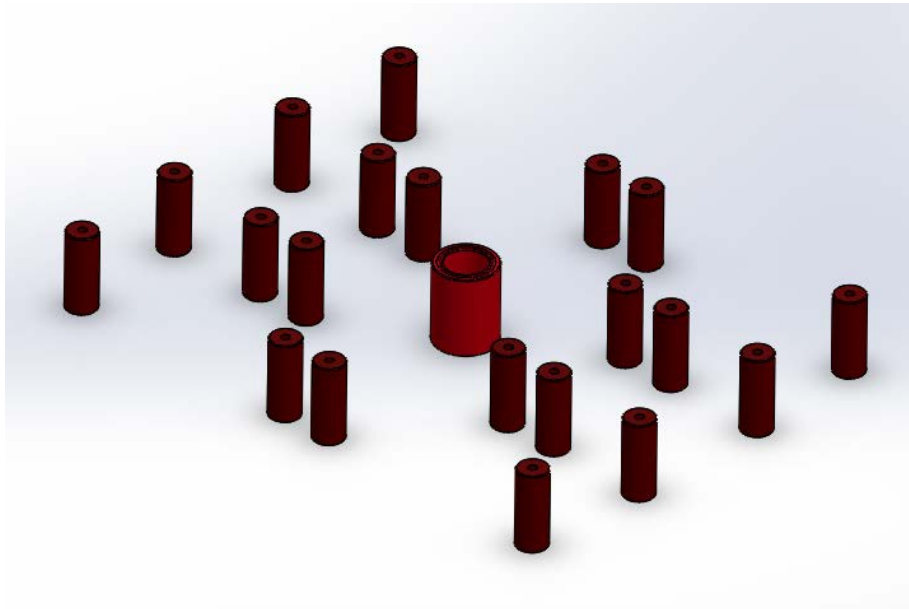


Fig. 35 Pilares suplemento del ensamblaje molde.

Se puede observar que el pilar del centro es diferente al resto, esto es debido a que necesita un mayor diámetro para conducir el circuito de vacío por su interior, además de necesitar dos retenes (uno en la parte superior y otro en la inferior) para que dicho circuito no tenga fugas de aire.

6.1.1.4 Placa amarre

Esta placa es la que está en contacto con la máquina y ancla el ensamblaje completo a ella. Los puntos a destacar de esta placa son los siguientes:

- Posee las salidas del circuito de vacío, donde se colocan las gomas que aspiran el aire.
- En la parte superior podemos ver unas cajas donde van colocados los pilares para suplementar anteriormente mencionados.
- En esta placa encontraremos los tornillos pasantes con el alojamiento para las cabezas de estos.
- Sus medidas exteriores deben ser las máximas que pueda abarcar la máquina, de esta forma cuando se posiciona el ensamblaje en la máquina este ya quedara centrado y en posición para el moldeo.
- En su parte inferior posee unas ranuras para anclar a la máquina, la medida de éstas son especificadas por el catálogo de la máquina, las podemos ver aquí y mirando la Fig. 15:

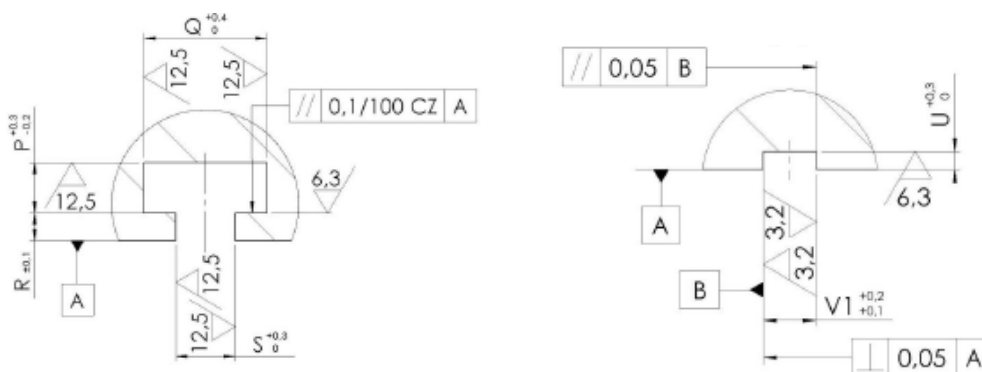


Fig. 36 Cotas de ensamblaje a máquina.

Sabiendo el porqué de cada una de las operaciones a realizar en esta placa se puede adjuntar una imagen de la propia:

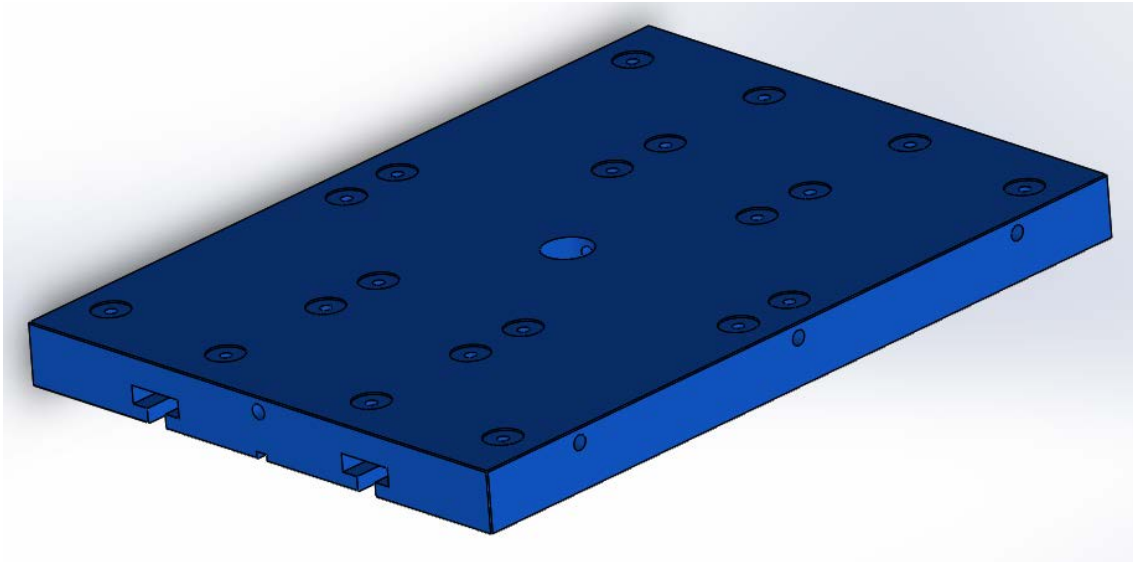


Fig. 37 Imagen de placa amarre del conjunto molde.

6.1.2 Conjunto superior moldeo

Es la segunda parte de la estación de moldeo, con ella se consigue facilitar el moldeo de la lámina, en este caso mediante presión (aire soplado desde la parte superior a la inferior) y con los empujadores, que ayudan a la lámina a acoplarse a la figura. Cuando se produzca el molde un requisito para la buena formación del producto es que todo el conjunto esté estanco, para ello se colocarán juntas tóricas en las zonas de contacto entre ambos ensamblajes. En la Fig. 20 podemos ver el ensamblaje de todos sus componentes.

Para el diseño de la parte superior hemos de tener en cuenta varios detalles:

- Las medidas exteriores han de ser iguales que las del molde (595 x 460), para que complemente a la hora de crear la estanquidad.
- Tiene un rango de altura desde 205 a 420 mm, para realizar un correcto ensamblaje a la máquina.
- Ha de llevar un circuito de aire para crear presión a la lámina desde la parte superior.

Con estos datos ya se puede comenzar con el diseño de esta parte, se expondrá cada componente por separado.

6.1.2.1 Empujadores

Como se explicó en el punto 2.3.2 su función es facilitar el moldeo de la lámina de plástico aproximándola a la figura. Para ello se crea una pieza con unas dimensiones similares al interior de la figura del molde pero dejando un margen de 4-5 mm con todas las paredes de donde ha de moldear. Cuando el ensamblaje esté cerrado (momento en el que moldea) estos empujadores deben tener su cara superior al mismo nivel que el punto más alto del producto a formar.

Deben de ser de un material que soporte el calor y no tenga comportamientos anormales cuando alcance altas temperaturas (ya que estará en contacto con la lámina), se fabricarán en celotex, ya que este cumple los requisitos y tiene un precio económico. Se muestran unas imágenes del empujador seccionado con la bandeja que se ha de fabricar, para tener una mejor visión de su función.

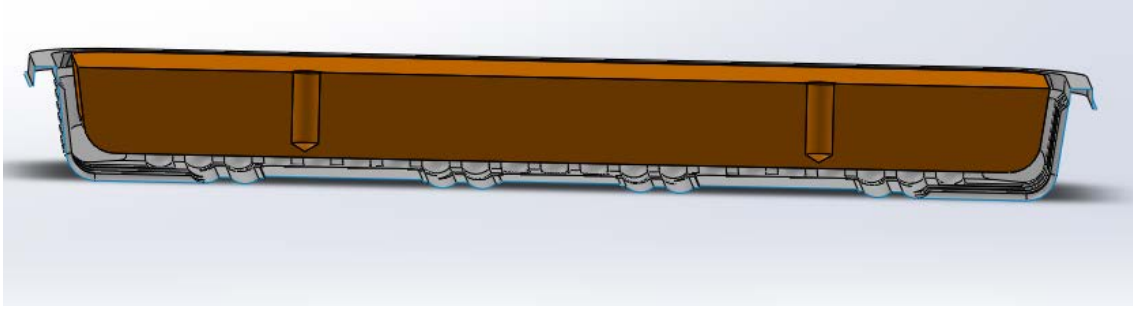


Fig. 38 Empujadores posicionados en el momento del moldeo del producto.

Por último decir que deben tener algún sistema para ensamblarlos al resto de la estación, en este caso se ha decidido realizar con dos tornillos en cada uno de ellos.

6.1.2.2 Pilares suplemento contramolde

Al igual que en la parte inferior de la estación estos pilares tienen como única función suplementar altura. Se decide realizar de esta manera porque es una de las más económicas y menos pesada de entre las posibilidades. La altura de estos ha de ser la necesaria para que en el momento en el que el conjunto esté cerrado los empujadores queden en la posición correcta. Están situados entre los empujadores y la placa tapa, en el interior pasa un tornillo para poder ensamblarlos.



Fig. 39 Pilares suplemento contramolde.

6.1.2.3 Marco

Esta placa es la más costosa de realizar de la parte superior del ensamblaje ya que lleva diversas operaciones. Ha de tener las mismas medidas exteriores de la placa de figuras, mientras que su altura puede variar según las necesidades. Esta placa y la de figuras están continuamente golpeándose ya que es el lugar por donde se abre la estación para que pase la lámina, esto quiere decir que ha de ser consistente para resistir este continuo movimiento. Se muestra una imagen de esta placa y posteriormente se explica cada una de las operaciones a realizar en ésta.

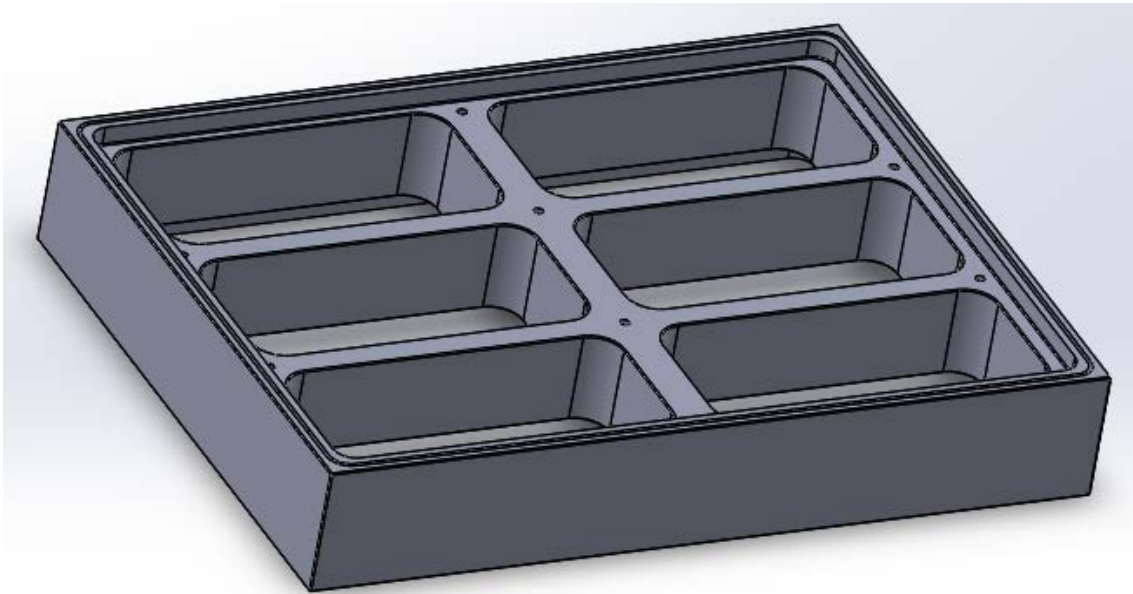


Fig. 40 Placa marco.

Las operaciones a realizar en esta placa son:

- Se parte de una placa de maciza de aluminio, por lo que tiene un gran peso. Para eliminar este problema se vacía en su interior, las formas que posee en el interior han de ser más grandes que los empujadores para que estos pueden atravesar el marco en caso de que sea necesario.
- Para conseguir la estanqueidad en el momento del moldeo han de realizarse dos retenes (uno en la parte inferior y otro en la superior) en las caras que están en contacto con otras placas.
- Para poder ensamblarlo se le realizan una serie de taladros roscados de M8 que lo unirán a la placa inmediatamente superior (placa tapa).
- En este caso se ha de fabricar en una altura de 100 mm, para ayudar a suplementar hasta la altura deseada en esta estación.

6.1.2.4 Placa tapa contramolde

La función de esta es exactamente la misma que la que encontramos en la parte inferior, producir estanqueidad y dar continuidad al circuito de aire (en este caso para presión). En esta placa se puede encontrar lo siguiente:

- Taladros para tornillos pasantes para ensamblar con los pilares suplemento y empujadores.
- Alojamiento con cabeza para tornillos para anclar esta placa con el marco.
- Dos circuitos independientes para generar presión en el moldeo, en la imagen adjunta podemos ver como se distribuyen. Las entradas son por el lateral de la placa y salen al centro de cada uno de los orificios mecanizados en el marco para que pasen los empujadores.

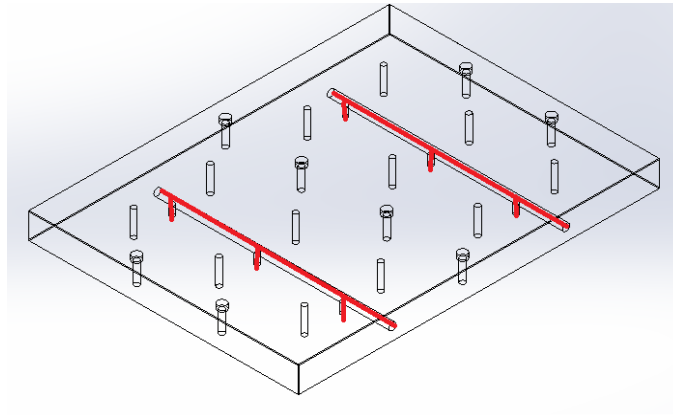


Fig. 41 Placa tapa contramolde.

6.1.2.5 Placa amarre

Su función es la misma que la que se vio en la parte inferior y las medidas de los mecanizados para los anclajes a máquina son idénticos (Fig. 27). Solo que en este caso no llevamos circuito de aire, con lo que es más sencilla. Se adjunta imagen:

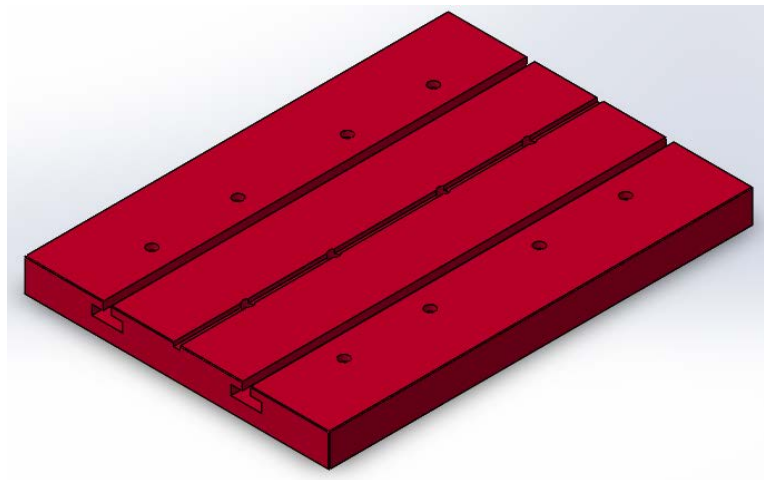


Fig. 42 Placa amarre contramolde.

6.2 Estación de troquelado

La función durante esta parte de la fabricación del producto es que el recorte del perímetro de la pieza quede marcado en la lámina, pero sin llegar a descolgarse ésta. Como en la estación anterior aquí existen dos partes diferenciadas, la inferior y la superior.

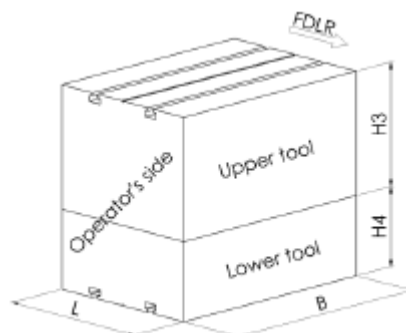


Fig. 43 Ensamblaje estación troquelado.

Como aclaración decir que en la parte superior no hemos de realizar la altura completa, esto se debe a que la máquina posee un ensamblaje que suplementa altura. Cuando se realice el diseño de esta parte se explicará todo con mayor detalle.

Aclarar que para que el corte se produzca de manera correcta el centro de las cajas ha de desplazarse debido a la contracción que realiza el plástico, teniendo en cuenta que es un 0.3 % la distancia de centro a centro de las cajas pasará a ser:

- En la dirección donde encontramos 3 figuras: 145 mm a 144.565 mm
- En la dirección donde encontramos 2 figuras: 295 mm a 294.115 mm

Esto tendrá efecto tanto para las cajas del contratroquel como para la posición de los centradores y cuchillas del troquel.

En base a la Fig. 33 y Fig. 15 y mirando el catálogo de la máquina encontramos los siguientes requisitos para el diseño:

- En las medidas externas (H4) tienen los mismos márgenes (medidas máximas 640 x 460 mm) que en la estación de moldeo. Pero esta estación depende de la anterior, ya que la lámina a recortar tendrá las mismas medidas que la placa de figuras, que es donde se forma.
- La altura de la parte inferior es de 200 mm, no tiene rangos.
- Se ha de tener en cuenta que la lámina al cambiar de una a estación a otra contrae debido a que baja su temperatura. Con lo que la distancia entre centros de las figuras se reducirá.

Se adjuntan imágenes de ambas partes de esta estación antes de empezar con la explicación del diseño.

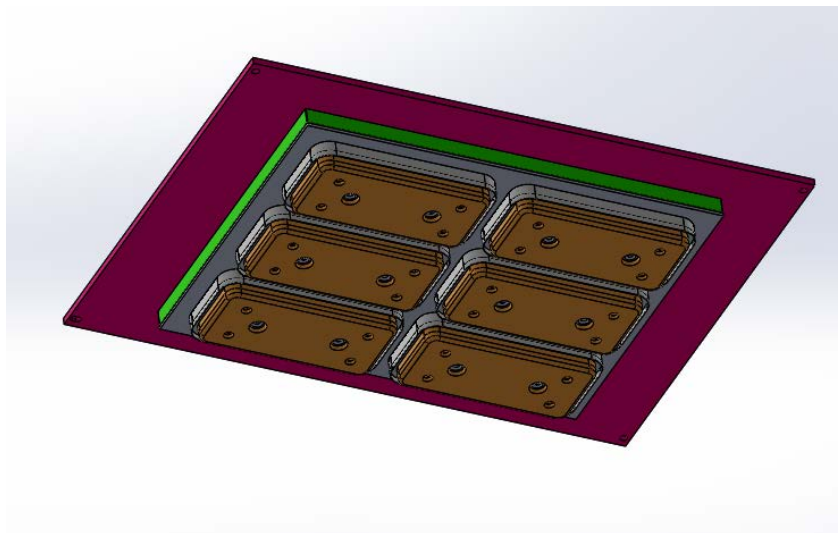


Fig. 44 Ensamblaje parte superior estación troquelado.

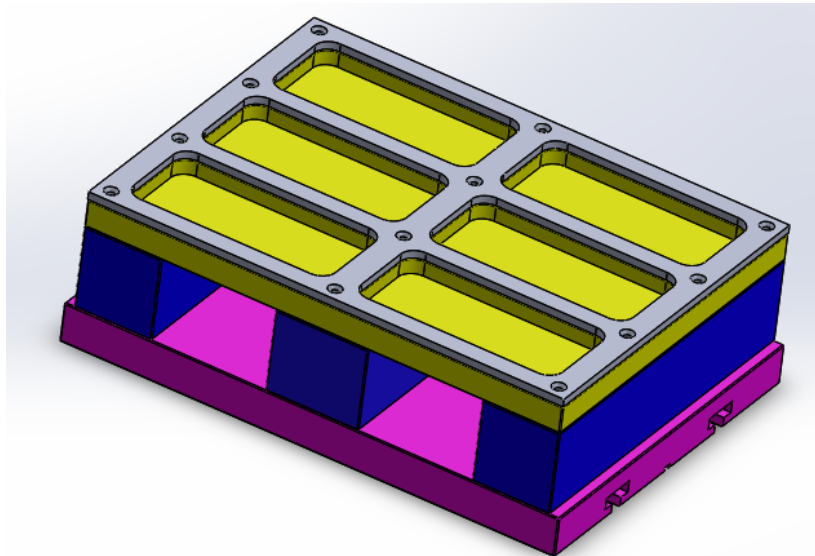


Fig. 45 Ensamblaje parte inferior estación troquelado.

6.2.1 Conjunto inferior troquelado o contratoquel

Esta parte inferior tiene dos funciones principales, la primera es sostener la lámina de bandejas a troquelar, este ensamblaje debe resistir constantes golpes de la cuchilla para realizar el recorte (en concreto la placa sufridera). Por otro lado, el ensamblaje completo debe medir 200 mm, de lo contrario no se realizaría bien el recorte. Procedemos con una visión más detallada de los componentes de este ensamblaje por separado.

Antes de comenzar con el diseño detallado placa a placa, se ha de tener en cuenta que las medidas máximas de las placas serán las mismas que las del molde, excepto en la placa amarre, que nos encontramos en la misma situación que en la estación de moldeo.

6.2.1.1 Placa sufridera contratoquel

Esta placa es la primera que se puede ver, tiene como principal objetivo soportar los golpes de las cuchillas al troquelar la lámina. Por lo tanto debe estar fabricada en un material adecuado para ello. Por otro lado en esta placa encontramos una serie de cajeras, éstas se corresponden con el perímetro de la bandeja a troquelar, ésta debe alojarse aquí (el perímetro no debe estar ajustado con la bandeja, simplemente ha de pasar).

Por otro lado, encontramos en esta placa unos orificios para tornillos para amarrarla a la inmediatamente inferior, donde roscará y quedará fijada. La placa sufridera se puede ver en la Fig. 35 en color gris.

6.2.1.2 Placa suplemento contratoquel

Se adjunta imagen para posteriormente explicar cada una de las operaciones a realizar en esta placa, que son las siguientes:

- Tanto en la cara superior como inferior hay que realizar taladros para roscar tornillos que ensamben el conjunto, por la arriba con la sufridera y por bajo con los calzos y placa amarre.
- Las cajeras que se pueden ver corresponden con las medidas de las realizadas en la placa sufridera, en cuanto a la profundidad de éstas será la necesaria para que cuando la lámina se posicione para troquelar las partes más profundas de las bandejas no toquen toquen el fondo y pueda producir un mal corte.

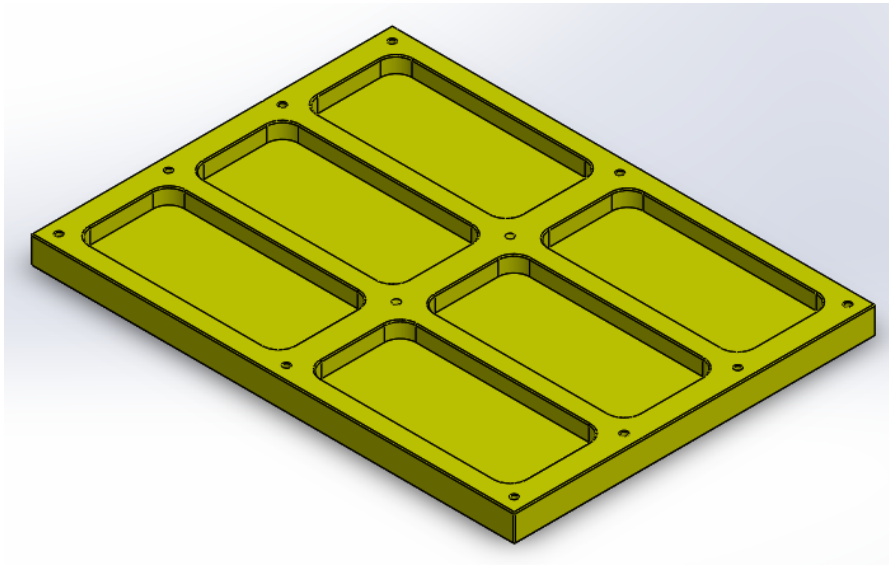


Fig. 46 Placa suplemento contratoquel.

6.2.1.3 Calzos suplemento

Son tres barras de aluminio que cumplen exactamente la misma función que los pilares suplemento en la estación de moldeo, dar altura a la estación de la manera más barata y consistente posible. En este caso se ha decidido realizar tres calzos ya que la forma de trabajar de la estación es mediante golpes para realizar el recorte y necesitaremos una mayor robustez en el ensamble. Aquí se puede ver la distribución de estos.

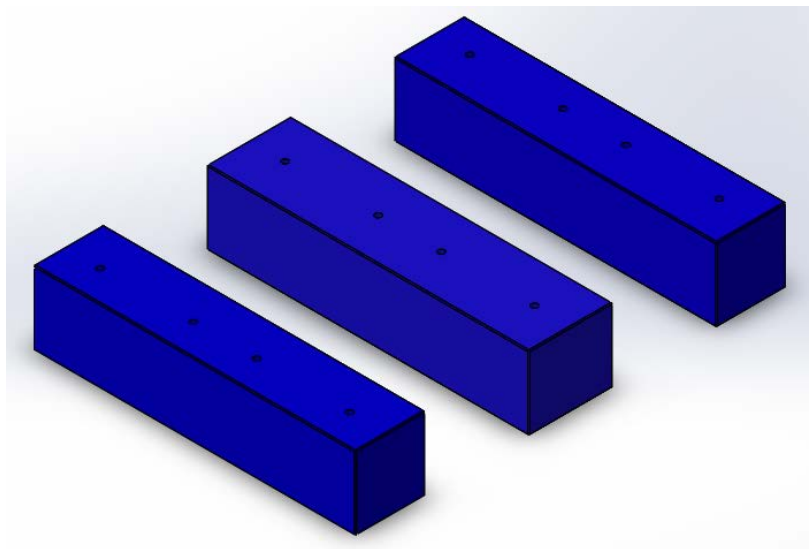


Fig. 47 Calzos suplemento contratoquel.

6.2.1.4 Placa amarre contratoquel

Ha de cumplir las mismas funciones que todas las anteriores que hemos visto, anclar debidamente el ensamblaje a la máquina y suplementar la altura necesaria. También en este caso se fabricará con las medidas máximas del molde para que quede totalmente centrada la estación. Por otro lado, en su cara inferior llevará los alojamientos para los tornillos que

ensamblarán el conjunto inferior del troquel. No se adjunta imagen ya que la única diferencia respecto a las demás es la posición de los tornillos.

6.2.2 Conjunto superior o troquel

Como se ha comentado al comienzo del apartado 5.2, en la parte superior no necesitamos tener la medida que nos da la Fig. 15, esto se debe a que en catálogo más adelante nos aclara que la propia máquina posee un utillaje para suplementar altura. Nos dice cómo ha de anclarse, lo veremos durante la explicación de cada uno de los componentes de este conjunto.

6.2.2.1 Centradores

La función de estos elementos es centrar la bandeja para realizar el corte perimetral correctamente. Para que realicen su función correctamente a la hora de diseñarlos se han de tener en cuenta los siguientes puntos:

- El centrador tendrá las mismas medidas (se le aplicará un offset de una décima) que la pared interna de la bandeja durante una altura de 10 mm aproximadamente. Con esto conseguiremos que la bandeja quede fijada a la hora de realizar el recorte.
- Se ha de tener en cuenta la contracción del plástico al realizar el diseño del centrador, de lo contrario podría quedar más grande que la propia bandeja.
- Se han de realizar en algún material que no sea pesado y a coste mínimo, teniendo en cuenta esto se decide realizar en POM de color blanco.

Se adjunta imagen del centrador posicionado en el momento en el que se realiza el recorte de la bandeja.

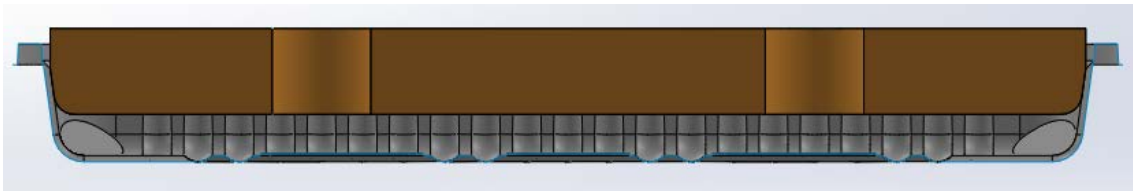


Fig. 48 Centrador posicionado para centrar la bandeja.

6.2.2.2 Portafleje

Este elemento tiene diversas funciones, antes de explicarlas se adjuntará una imagen para facilitar su comprensión:

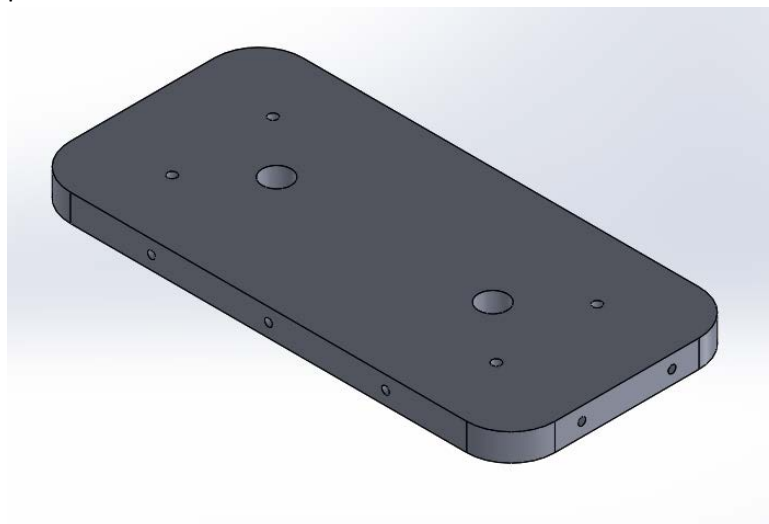


Fig. 49 Centrador posicionado para centrar la bandeja.

- Como su propio nombre indica, su principal función es hacer de soporte a los flejes o cuchillas (que realizarán el recorte en la lámina). Para ello tiene unos orificios en sus caras laterales para roscar tornillos de M6, que es la manera de fijar la cuchilla.
- En su cara superior podemos encontrar 4 taladros para tornillos de M6, en estos se alojarán 4 TPM M6 para fijar el centrador totalmente.
- Mientras que los otros dos orificios de $\varnothing 18$ mm son alojamientos para casquillos centradores. Éstos deben tener un juego de 1 mm por parte (es decir, el casquillo tendrá $\varnothing 16$ mm), con este juego conseguiremos que el conjunto centrador-portafleje-fleje pueda guiarse con el centrador a la correcta posición para el recorte.
- La altura de este elemento es la necesaria para que la cuchilla alcance justo a la lámina cuando el centrado haya fijado a las bandejas.
- La medida perimetral de esta debe ser de un mm más pequeño del que se desea obtener en el producto acabado, ya que la cuchilla de corte tiene un espesor de 1 mm y su corte está en el centro. De esta manera la cuchilla cortará a la bandeja por el lugar correcto.

6.2.2.3 Flejes de corte o cuchillas

Éstas son las encargadas de realizar el recorte perimetral en la bandeja. En el catálogo de la máquina nos indica que la altura de estas ha de ser de 23.80 mm, por otro lado, se puede ver en los flejes taladros laterales que la unirán al portafleje. El corte debe estar colocado al perímetro que se desea obtener en el producto acabado, para ello se realiza el perímetro del portafleje como se ha indicado anteriormente.

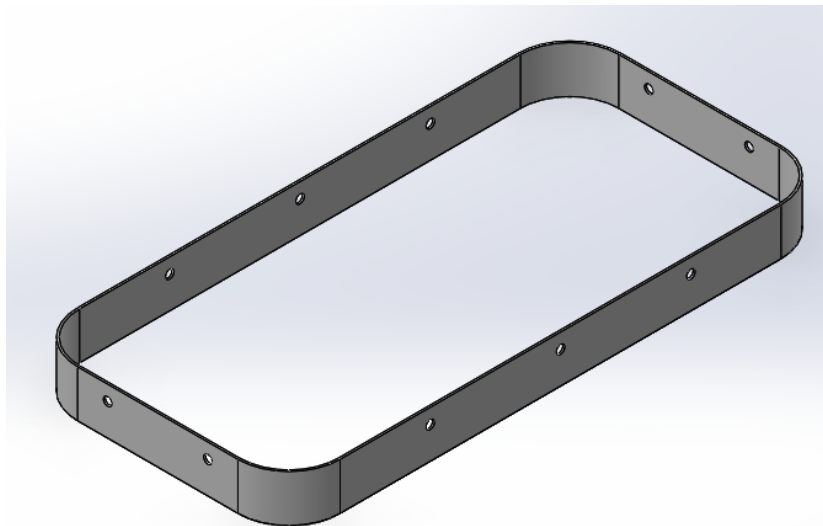


Fig. 50 Fleje de corte o cuchillas.

6.2.2.4 Casquillo centrador

La función de esta pieza es dar el juego al conjunto centrador-portafleje-fleje que se ha comentado antes. Para ello desde su perímetro exterior debe tener un offset de 1 mm hasta hacer contacto con el conjunto. Por el interior de este casquillo pasa un tornillo que lo amarra a la placa suplemento troquel. Son dos unidades por cada conjunto mencionado para que se produzca el autocentrado de manera óptima.

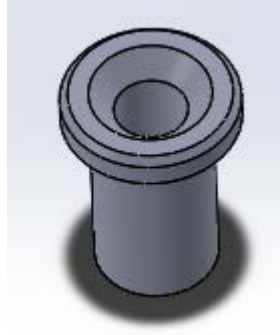


Fig. 51 Casquillo centrador.

6.2.2.5 Placa sufridera troquel

Esta placa también debe fabricarse en otro material que soporte mejor constantes presiones del golpe del recorte, pero no recibe un daño tan alto como la sufridera de contratoquel. Se decide fabricar en acero inoxidable. En cuanto a las operaciones a realizar en esta placa simplemente son orificios para taladros pasantes. Las medidas exteriores son las mismas que las del molde.

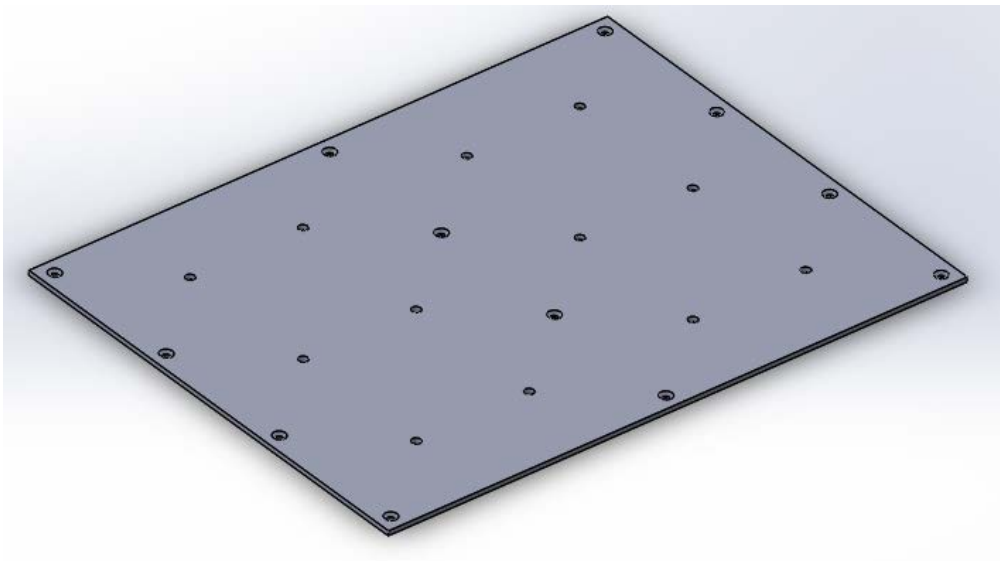


Fig. 52 Placa sufridera troquel

6.2.2.6 Placa suplemento troquel

Al igual que en la parte inferior la placa suplemento aporta altura, pero en este caso no porque se necesite una altura mínima. Esta placa es necesaria para poder realizar taladros roscados que ensamben el conjunto, ya que tanto la sufridera como la de amarre (se verá en el siguiente punto) tan sólo tienen 5 y 10 mm de espesor y no es suficiente para poder roscar los tornillos en ellas con seguridad.

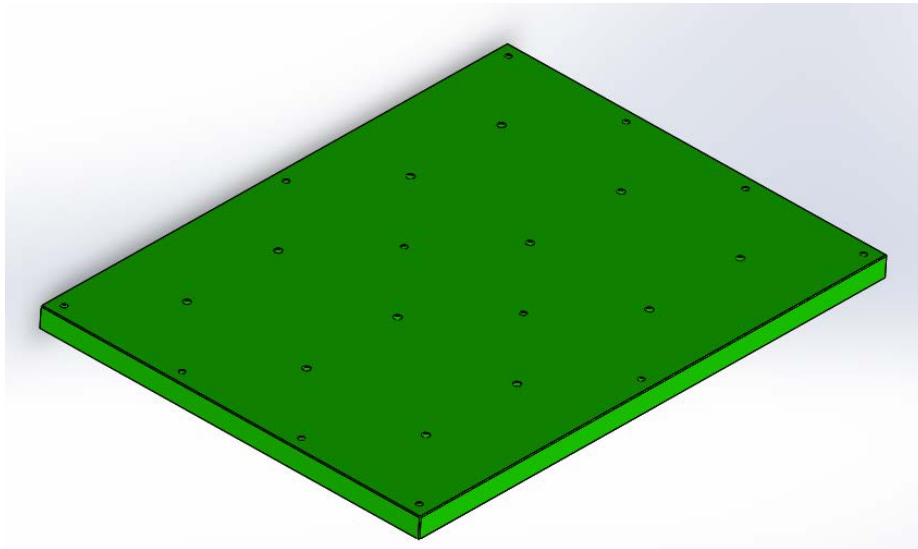


Fig. 53 Placa suplemento troquel

6.2.2.7 Placa amarre troquel

Todas las dimensiones de esta placa vienen dadas de catálogo, su función es amarrar el conjunto descrito a la máquina. Su forma de amarre es totalmente diferente al resto de las placas de amarre vistas anteriormente, ya que no acopla directamente en la máquina. Se adjunta el plano adjunto en el catálogo y posteriormente el diseño 3D de ésta.

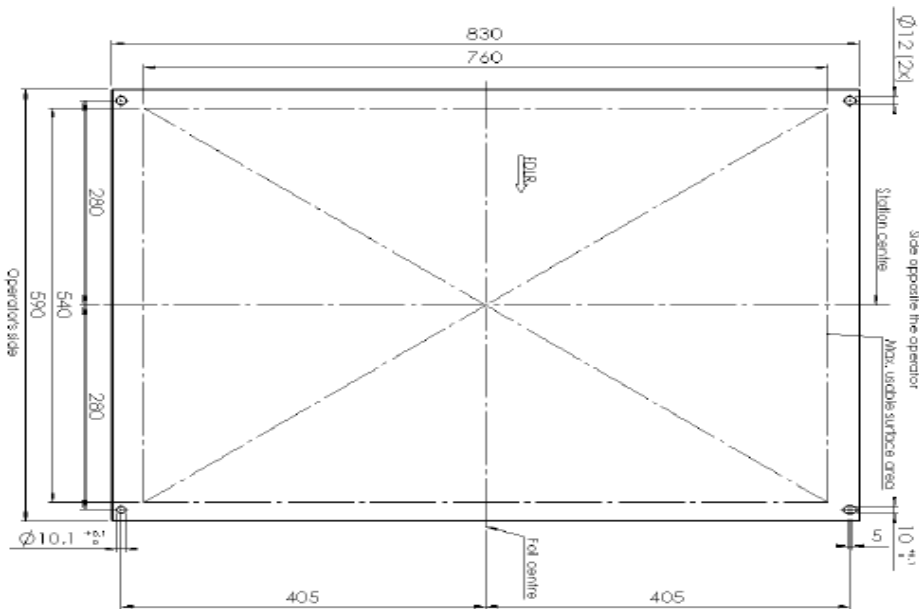


Fig. 54 Plano placa amarre troquel (adjunto en catálogo)

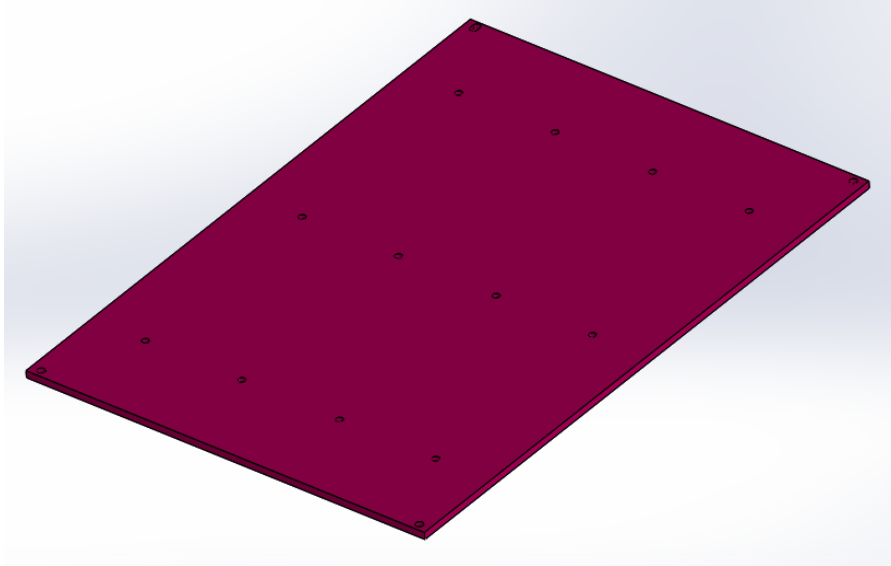


Fig. 55 Placa amarre troquel

La única diferencia existente entre el plano adjunto en catálogo y la diseñada para el montaje del ensamblaje es que se deben realizar alojamientos pasantes para tornillos que roscaran en la placa suplemento. Por otro lado aclarar también que el resto de las placas deben ir colocadas al centro de esta para que cuadren a la hora de realizar el corte con el contratoquel.

6.3 Estación de apilado

Es la última que nos encontraremos en el diseño de nuestro molde, su función es separar las bandejas de la lámina y posteriormente apilarlas (colocar una dentro de otra) para envasarlas, embalarlas y poder distribuir las a los clientes.

Para realizar el diseño de esta estación hemos de fijarnos en el catálogo, en éste nos dan toda la información necesaria en cuanto a las alturas de cada parte y la manera de ensamblarlos en máquina. Se adjuntan imágenes de la altura necesaria en cada caso.

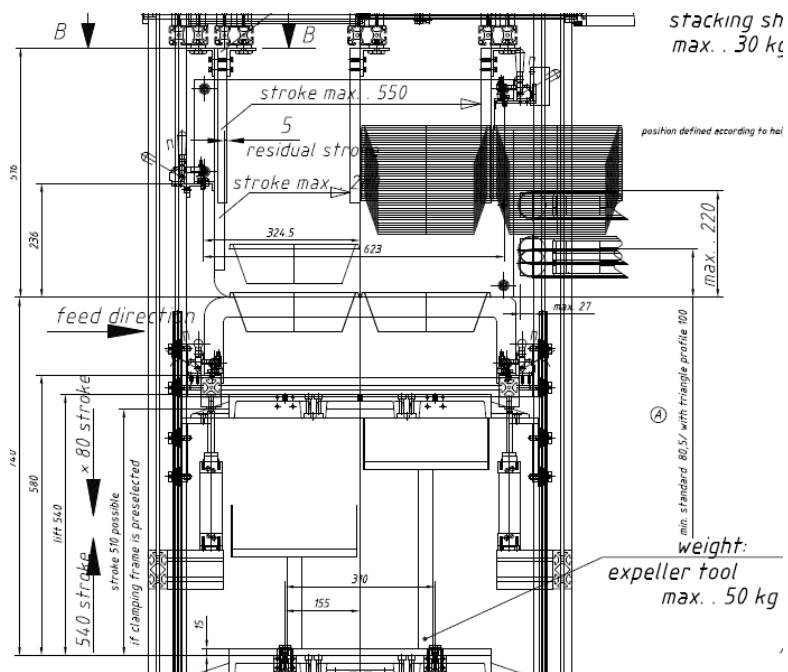


Fig. 56 Cotas para montaje de apilador, provienen de catálogo Kiefel.

Las cotas de ensamble de cada una de las partes a la máquina se verán más adelante, cuando se explique el diseño de cada una de las partes por separado. De momento cabe destacar lo siguiente de la imagen adjunta:

- Altura máxima parte inferior: 580 mm
- Las dimensiones de la parte superior están totalmente definidas por catálogo.

Como en todas las anteriores existen dos ensamblajes diferentes, parte superior y parte inferior, se definirán por separado pero antes mostraremos cada uno de los conjuntos.

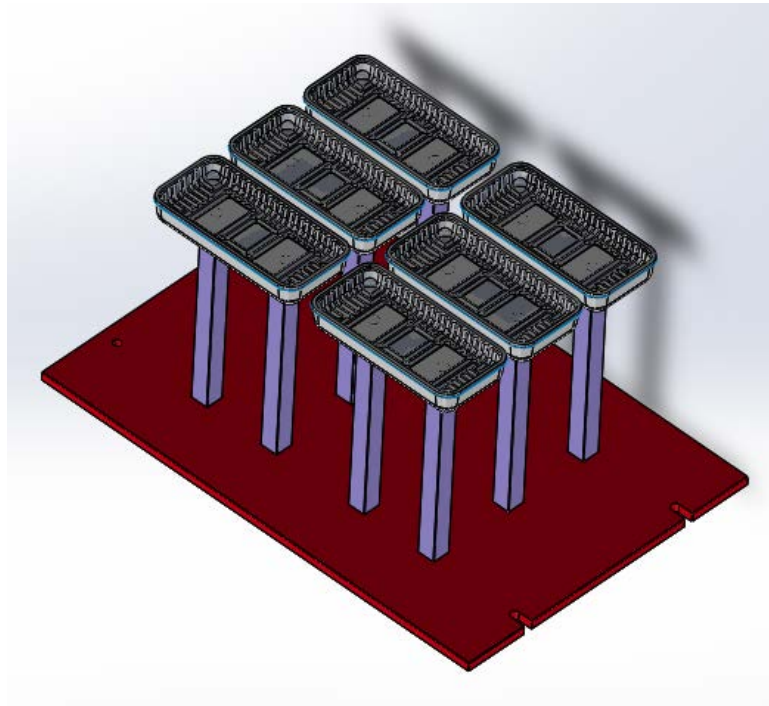


Fig. 57 Parte inferior apilador.

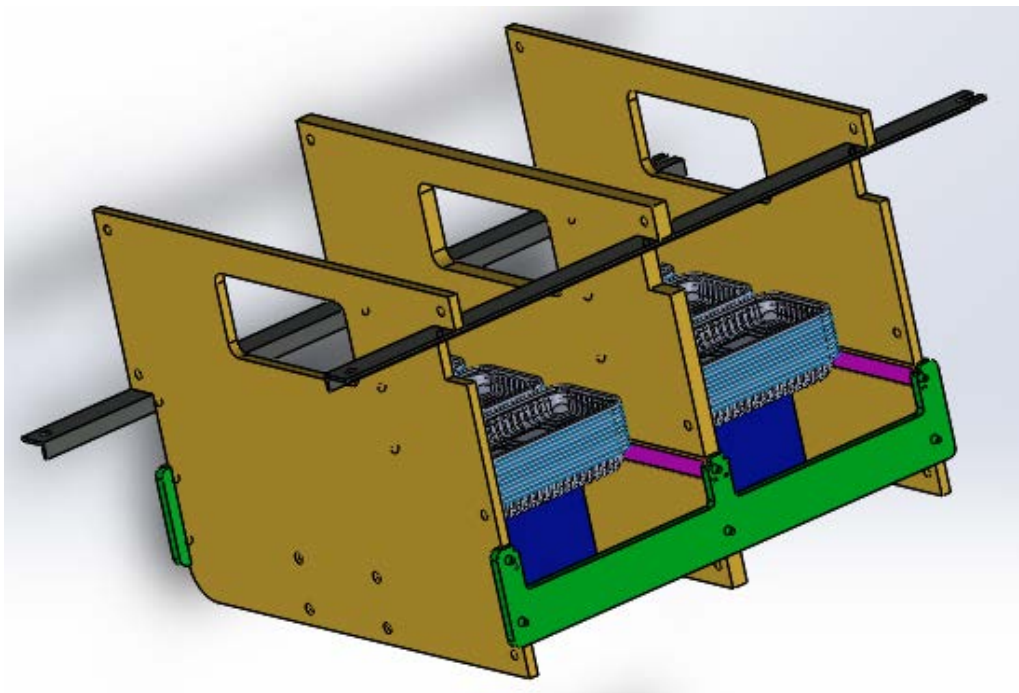


Fig. 58 Parte superior apilador.

Para expulsar las bandejas cuando están apiladas en las cantidades deseadas otro elemento llamado peine, que se verá detalladamente más adelante, las traslada hasta la mesa donde el operario ya podrá recogerlos y realizar el siguiente proceso con el producto terminado.

6.3.1 Conjunto inferior apilador

Ésta se encarga de separar a las bandejas de la lámina y levantarlas hasta la estación superior, hasta colocarlas sobre los flejes donde se acabarán depositando hasta ser expulsadas por el peine. Ahora se verán todas las placas de esta parte una por una.

6.3.1.1 Empujadores de bandeja

Es necesario uno por cada figura que posea el molde. Tiene como función empujar la bandeja desde la parte inferior de la lámina, separarla de ésta y posicionarla correctamente en la parte superior del apilador. Para fabricar este elemento se han de tener en cuenta los siguientes puntos:

- El perímetro exterior de la bandeja debe sobresalir del empujador sobre unos dos milímetros por parte, para que cuando llegue a los flejes de la parte superior pueda quedarse colocada.
- En su parte interior debe contener a la bandeja de manera que esta no pueda desplazarse, es decir, cuando el conjunto inferior ascienda, la bandeja debe quedar posicionada perfectamente en el interior del empujador para colocarse debidamente.
- Debe llevar dos alojamiento para tornillos que lo unirán a los pilares para suplementar altura.

A continuación se muestra una imagen de la bandeja colocada en el empujador en el momento en el que la estación inferior asciende.

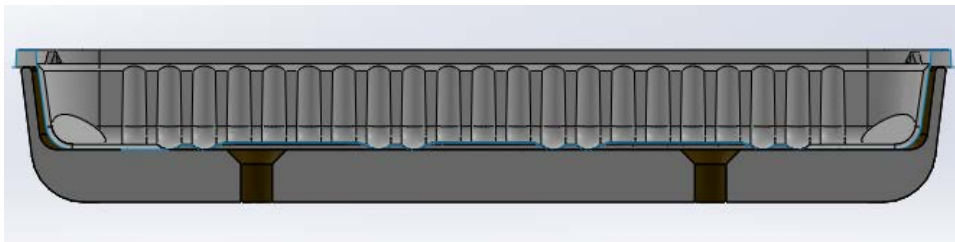


Fig. 59 Empujador con bandeja.

6.3.2 Pilares suplemento inferior

Estos pilares tienen dos funciones principalmente, la primera es dar altura al conjunto para que cumpla con los requisitos establecidos por catálogo y la segunda es ensamblar la placa de amarre junto a los empujadores (mediante tornillos que roscarán en el pilar). Se han decidido realizar de una altura de 320 mm para conseguir un altura total de 377.50 mm, que está dentro de los rangos exigidos en el catálogo. Se colocarán dos pilares por cada empujador, adjuntamos una imagen de éstos.

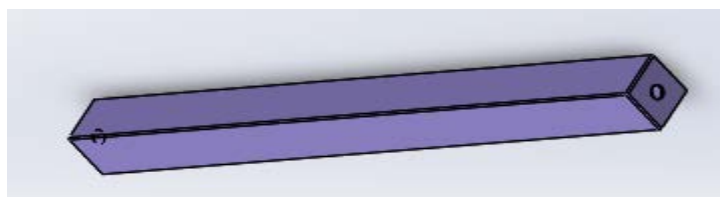


Fig. 60 Empujador con bandeja.

6.3.2.1 Placa amarre apilador

Esta es la última placa de la estación inferior, su función es amarrar todo el conjunto a los anclajes de la máquina. El catálogo nos la define totalmente, simplemente hemos de añadir los alojamientos para tornillos que la ensamblen con el resto de componentes. Las cotas que se deben escoger vienen adjuntas en la siguiente tabla según el tipo de máquina a la que va destinado el diseño.

Ranges	KMD52	KMD60	KMD64	KMD78	KMD85
Distances, lengths					
a [mm]	350	350	440	540	780
b [mm]	500	500	620	800	880
c [mm]	15	15	15	15	15
d [mm]	250	250	310	405	442.5
e [mm]	250	250	310	395	437.5
f [mm]	230	230	290	375	412.5
g [mm]	230	230 <td 290	370	412.5	
h [mm]	155	155	155	155	202.5
j [mm]	155	155	200	155	155
k [mm]	14.1	14.1	14.1	14.5	14.5
l [mm]	12.1	12.1	12.1	12.5	12.5
m [mm]	Drilled through	Drilled through	Drilled through	20	20
n [mm]	19	19	32	19	19
Max. weight of ejector [kg]	50	50	50	50	80

Fig. 61 Tabla cotas placa amarre apilador.

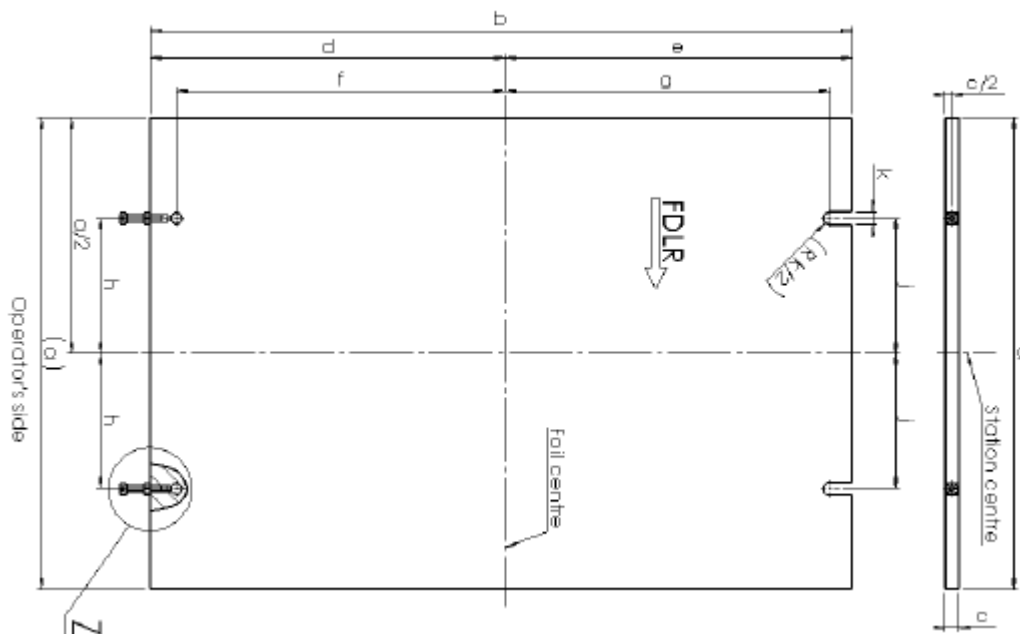


Fig. 62 Plano placa amarre apilador.

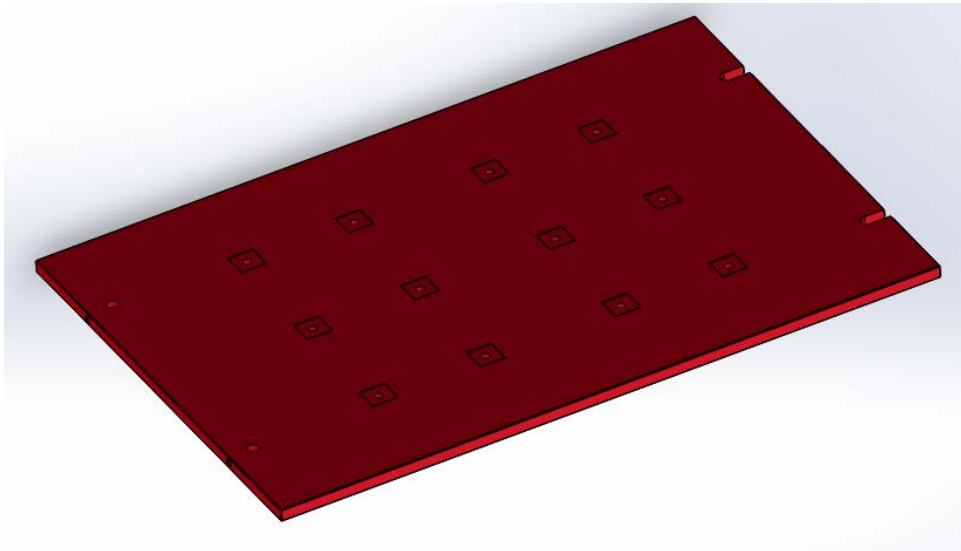


Fig. 63 Placa amarre apilador.

6.3.3 Conjunto superior apilador

Esta parte tiene como función soportar las bandejas hasta el momento en el que estén apiladas en la cantidad deseada y se expulsan hacia el operario de máquina. Para realizar el diseño de esta estación hay que tener en cuenta varios detalles:

- La distancia de separación entre las paredes separadoras ha de ser entre 3 y 5 mm mayor que el perímetro de la bandeja que quedará apoyada en los flejes. En caso de que esta distancia sea mayor las bandejas al ser ascendidas por los empujadores no quedarían correctamente asentadas y podrían desprenderse y no cumplir su función. Por el contrario, en caso de ser menos la distancia la bandeja no entraría.
- El avance de la lámina, para saber por dónde serán expulsadas las bandejas. Esto es muy importante para saber a qué altura se han de colocar los flejes dónde quedarán apiladas las bandejas.
- Los flejes donde apoyarán las bandejas han de tener el movimiento preciso para que la bandeja pase al ascender el empujador y cuando este baje no tenga problemas la bandeja en quedar colocada en su lugar.
- La distancia entre centro de cada empujador debe ser la misma que la tomada en el conjunto de troquelado, debido a que la lámina sigue contraída.

Ahora se verá el diseño detallado de cada una de las placas que componen el conjunto superior por separado.

6.3.3.1 Placas separadoras

Son tres placas que componen gran parte de la estructura del apilador, todas ellas poseen las mismas medidas perimetrales (marcados por catálogo) pero cambian sus espesores. Se puede ver que la placa central tiene un espesor mayor, esto se debe a que necesitamos que tenga ese grosor para que la distancia que debe haber entre paredes sea correcta y la bandeja quede bien apoyada en los flejes. El grosor es tal debido a la distancia que queda entre figuras en el molde, en la Fig. 48 son las que podemos ver en color amarillo. Además de las operaciones que aportadas en el plano por catálogo se realizan las siguientes:

- Taladros roscados para tornillos en los laterales que ensamblen con las placas separadoras y lo ángulos de amarre a máquina.

- Ranura para colocar el fleje que soporte las bandejas, ésta debe tener en su parte inferior un ángulo para que el fleje tenga la inclinación adecuada (10 ° según catálogo). Aunque en su mayoría están guiadas por la placa unión.
- Cajera en la cara frontal para liberar peso sin debilitar la estructura.
- Ranura en la cara interior del conjunto para colocar placas unión centrales que den rigidez al ensamblaje.

Se adjunta una imagen de estas tres placas:

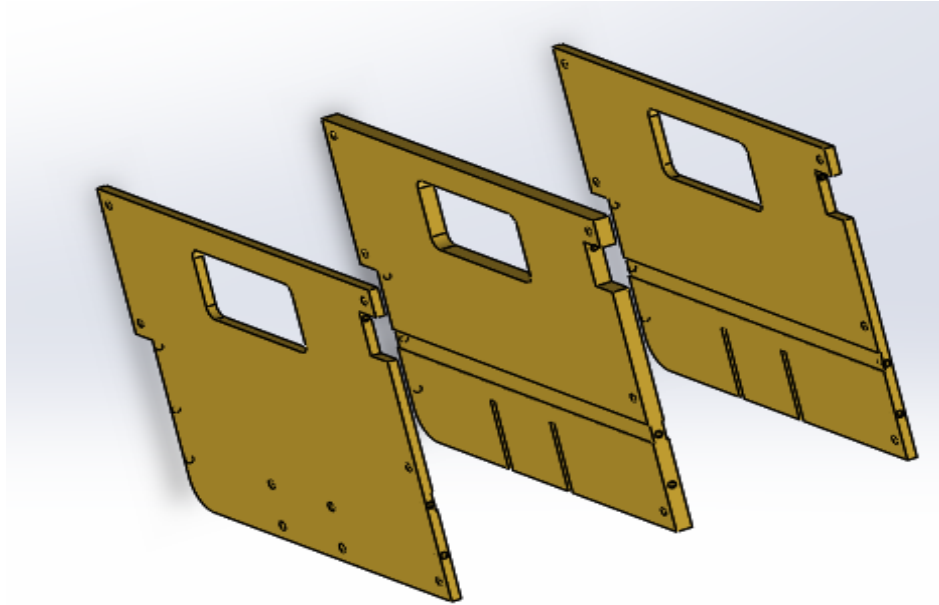


Fig. 64 Placas separadoras laterales y centrales.

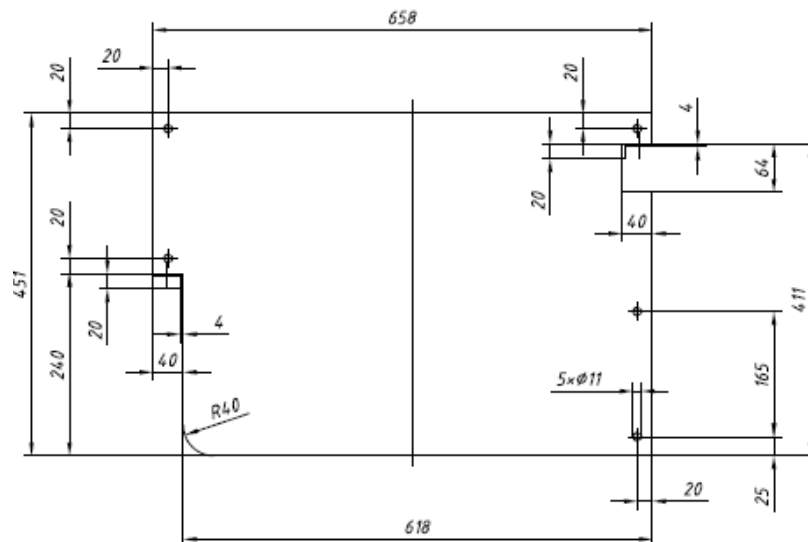


Fig. 65 Plano placa separadoras.

6.3.3.2 Placa unión lateral

Esta placa está situada en los laterales de las placas separadoras, tiene como principal función guiar a los flejes y fijar su posición cuando están abiertos para que las bandejas queden

bien apoyadas en éstos. Las ranuras con inclinación que se han de mecanizar para vienen acotadas por catálogo. Por otro lado, dan rigidez al apilador, ya que lo fijan en los dos laterales.

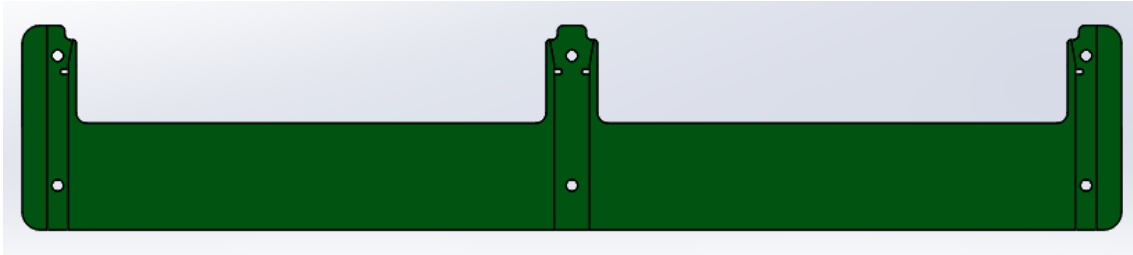


Fig. 66 Placa unión lateral.

Las ranuras transversales que se aprecian son para guiar a las placas separadoras, por otro lado se ven unas pequeñas, éstas son para fijar a los flejes, ya que en sus extremos son más estrechos.

6.3.3.3 Placa unión central

Su única función es da rigidez al conjunto superior del apilador, se colocan en los lugares correspondientes al espacio entre figuras de la palca de figuras del molde. Esta placa está ensamblada mediante 4 taladros para tornillos roscados en sus extremos a las placas separadoras laterales. Mientras que en la placa separadora central tiene una ranura pasante para alojar esta placa unión.

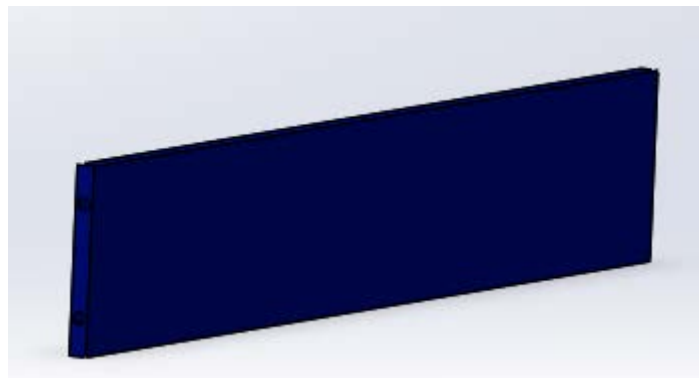


Fig. 67 Placa unión central.

6.3.3.4 Soportes laterales

Estos soportes laterales cumplen la función de anclar todo el conjunto superior a la máquina, se realiza mediante dos ángulos de acero F-114, ya que en aluminio serían demasiado débiles. Las cotas para amarre vienen dadas por el catálogo, además de mecanizar estas operaciones indicadas por el fabricante, hemos de realizar orificios para ensamblar a las placas unión estos ángulos mediante tornillos. Adjuntamos imagen de uno de los soportes laterales, el otro sería simétrico al adjunto.



Fig. 68 Soporte lateral apilador.

6.3.3.5 Flejes de apoyo

Este elemento es el que soportará las bandejas en el conjunto superior, como se ha dicho anteriormente necesita tener movimiento para que el empujador puede pasar entre éstos y depositar la bandeja correctamente. Van encajados entre las dos placas uniones laterales y en su parte inferior va posicionado en las placas separadoras. Los extremos de estos flejes van encajados en las ranuras mecanizadas de las placas unión lateral, para esto se realizan más estrechos en sus extremos.



Fig. 69 Fleje de apoyo.

7. Mecanizado

Una vez está diseñado el molde al completo el siguiente paso es trasladado desde el diseño en 3D a la realidad. Para ello, se han de pedir todos los materiales y darles la forma deseada mediante máquinas CNC y las herramientas adecuadas para esto.

Realizar el mecanizado de todas las placas que contienen los tres ensamblajes es un proceso largo y costoso, por ello se ha decidido realizar el mecanizado de la placa de figuras. Se decide realizar esta ya que es la más costosa y de dónde se podrán obtener datos más precisos sobre el coste de mecanizado, también es en la que más operaciones se han de realizar, y donde mayor número de operaciones diferentes podremos observar.

Para realizar el mecanizado de la placa de figuras del molde es necesario un software para mecanizar en archivos en 3D y un control numérico (CNC). Hay diversos software que funcionan perfectamente (Power Mill, Gibbs Cam, Cimatron, Unigraphics,...) para realizar este proceso. Debido al conocimiento del software Cimatron se decide realizar en éste.

Los pasos a seguir serán los siguientes:

- Realizar el mecanizado mediante Cimatron, para ello una vez se tiene el diseño terminado se ha de importar el archivo deseado al software y realizar las operaciones correspondientes para darle al material la forma deseada.

- Una vez esté realizado el programa de mecanizado se extraerá la hoja de procesos para la placa molde.
- Se explicarán punto a punto (tomando como base la hoja de procesos) todos los pasos seguidos para realizar todas las operaciones.
- Se verán el número de horas totales que tiene el programa y se realizará un cálculo estimado del coste de fabricación de esta placa.

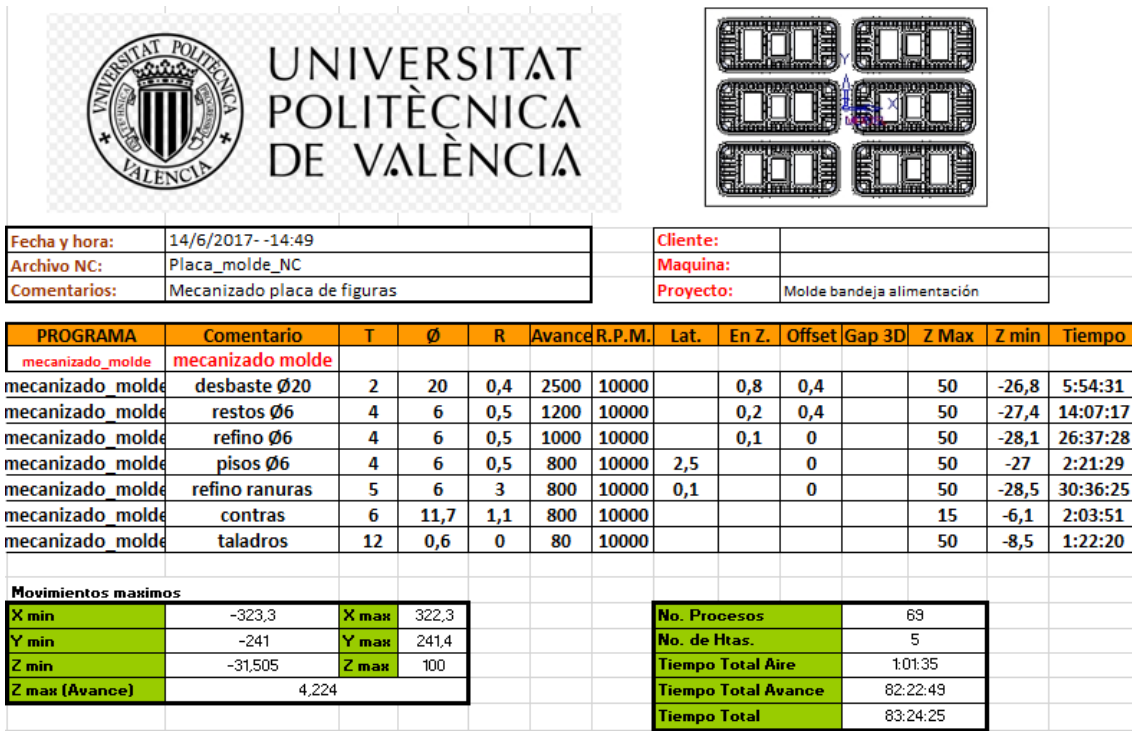


Fig. 70 Hoja de procesos de mecanizado.

En la hoja de procesos se aprecian todas las operaciones que debe realizar el operario de máquina para que el programa funcione correctamente. Encontramos las siguientes especificaciones:

1. Vista de la posición de la placa en máquina. Junto a esta hoja se ha de adjuntar un plano de la placa a fabricar, para que viendo ambas el operario pueda conocer la posición de trabajo de ésta. El operario debe colocar el origen de coordenadas en el mismo lugar en el que se ha colocado en el software, en este caso el centro de la placa.
2. Tabla de operaciones: aquí se pueden ver cada una de las operaciones que se vea a realizar en el programa realizado mediante el software y qué herramienta y condiciones de corte se han aplicado. Tras cada operación se adjuntará una imagen con el objetivo de facilitar la comprensión del proceso realizado.

2.1 Desbaste: es la primera operación, consiste en eliminar material sobrante a la placa a mecanizar dejando aún material (offset) para posteriormente acabarlo con herramientas de mayor precisión. Todas las especificaciones (diámetro, longitud, condiciones de corte,...) se pueden observar en la hoja de procesos.

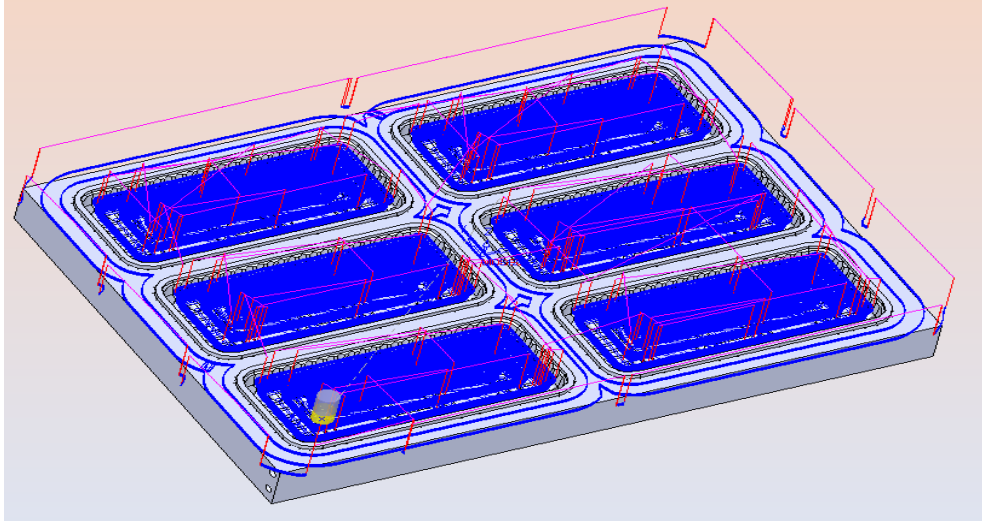


Fig. 71 Operación de desbaste.

2.2 Desbaste de restos: esta operación actuará con una herramienta de $\varnothing 6$ mm y desbastará material donde la herramienta de $\varnothing 20$ mm no haya sido capaz de entrar debido a su geometría. Como en el caso anterior, se sigue dejando material sobrante para realizar un posterior acabado.

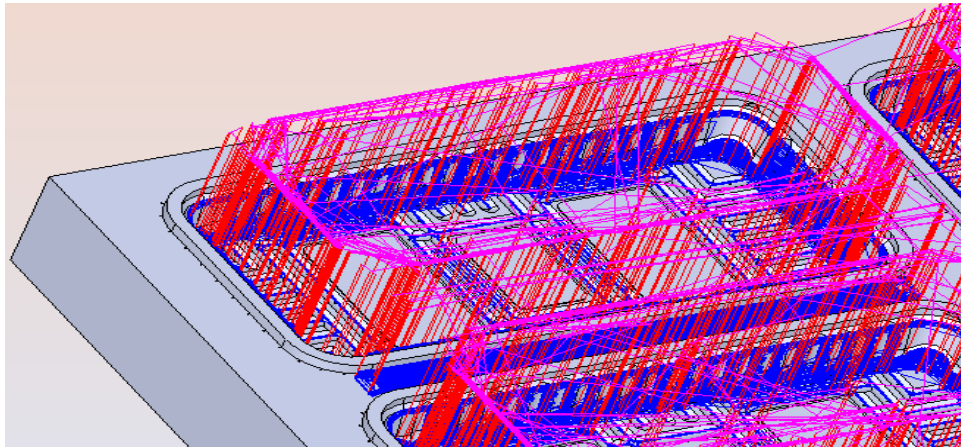


Fig. 72 Desbaste de restos con herramienta $\varnothing 6$ mm.

2.3 Acabado en z constante: con la misma herramienta de $\varnothing 6$ mm se realiza un acabado a todas las paredes verticales que forman las paredes laterales del envase, tanto internas como externas. Como se puede observar en la hoja de procesos, esta operación se debe realizar haciendo pasadas de 0.1 mm, se da una pasada tan pequeña para que el acabado sea bueno.

En caso de que esta herramienta previamente hubiese trabajado muchas horas, convendría poner otra para que mecanice el refinado de la figura, ya que estará menos desgastada y realizará la operación de mejor manera. Para saber si conviene hacerlo en este caso o no se debería hablar con el comercial para que nos facilite las horas de trabajo óptimas que tiene cada herramienta.

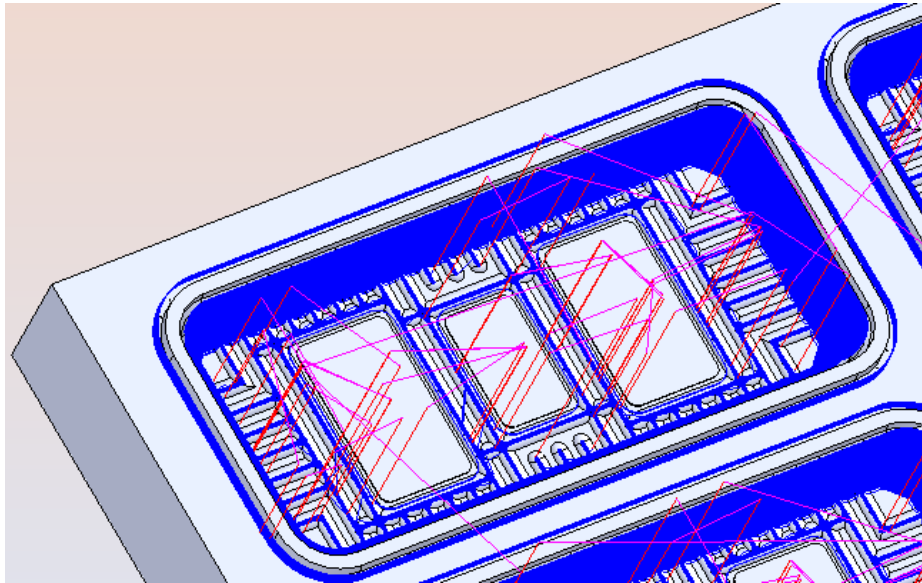


Fig. 73 Operación de refinado de caras verticales.

2.4 Acabado caras planas: Este acabado se aplicará en todas las zonas planas existentes con la misma herramienta de $\varnothing 6$ mm, tras realizar esta operación ya tenemos mecanizada casi toda la figura, a falta de las ranuras y las contrasalidas. En esta operación se debe tener en cuenta un parámetro muy importante, el paso lateral de la fresa.

En este caso, utilizamos una herramienta tórica de $\varnothing 6$ y radio 0.5 mm, con lo que tiene de contacto con la cara plana a mecanizar tan sólo 5 mm. Habría que darle un paso lateral menor que esta medida para que la operación se realice de manera correcta.

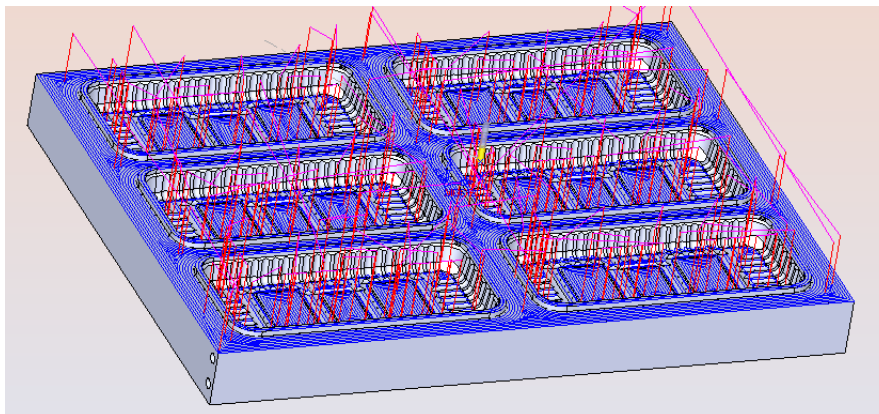


Fig. 74 Operación de refinado de caras horizontales.

2.5 Acabado de ranuras: en este caso se realizará el refinado de todas las ranuras, ya que debido a la geometría de la herramienta anterior éstas no quedan bien acabadas. Se utiliza una herramienta de $\varnothing 6$ mm esférica. Esta operación se conoce como copiado de superficies, copia todas las superficies seleccionadas de con un mecanizado en forma de hélice, con lo que define la superficie de la manera más correcta posible.

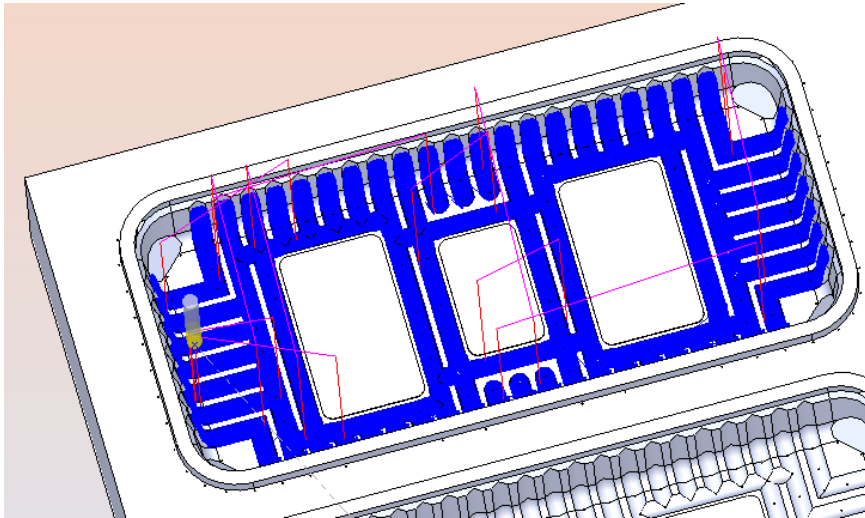


Fig. 75 Acabado de las ranuras.

2.6 Acabado de contrasalidas: para realizar las contrasalidas necesitamos un tipo de herramientas especiales, denominadas fresas de disco o fresas en T, se decide realizar con una herramienta de $\varnothing 11.7$ mm, como indica en el hoja de procesos, da pasadas horizontales de 0.05 mm, se adjunta una imagen de la fresa de disco para realizar esta operación.

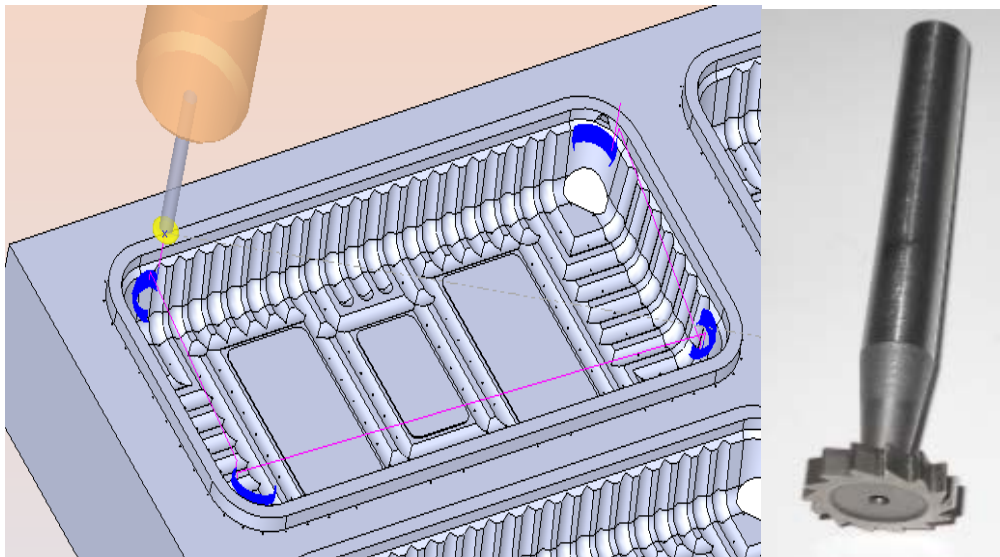


Fig. 76 Proceso y herramienta para mecanizar contrasalidas.

2.7 Taladrado: La última operación a realizar una vez tenemos la figura totalmente mecanizada es el taladrado de $\varnothing 0.6$ mm, para ello se utiliza unas brocas especiales de dicho diámetro.

En todas las operaciones descritas que se han de llevar a cabo el operario ha de montar las herramientas tal y cómo se le indica en la hoja de procesos. Algunas de las herramientas han de profundizar mucho en la figura, y dichas herramientas no son lo suficientemente largas por sí mismas. Para solucionar este problema existen una serie de portaherramientas que las hacen más largas sin ampliar excesivamente su diámetro, de esta manera se podrán realizar todas las operaciones de manera correcta.

Este no sería el único proceso de mecanizado en realizar a la placa de figuras, ya que por la cara inferior hemos de realizar todo el conjunto de taladros para que el sistema de vacío actúe de manera óptima, fabricando también los retenes tanto del circuito de refrigeración como el de aspiración. Y finalmente todos los taladros laterales del circuito de refrigeración (aunque estos no se realizan mediante CNC, si no que se realizarían en un taladro convencional).

3. Tiempo de mecanizado que se emplea en realizar el conjunto de todas las operaciones descritas anteriormente. Éste dato es el que se necesita para obtener el coste de fabricación de cada placa a mecanizar. El proceso tiene establecido un coste horario (x €/h) y simplemente multiplicar este valor por el número de horas que se tarda en fabricar cada placa.

Estos serían los pasos a seguir en cada una de las placas que se han diseñado para poder montar los ensamblajes finalmente. Como ya se ha dicho, debido al gran número de placas, simplemente se ha realizado la de figuras, que es en la que mayor cantidad de operaciones podemos encontrar.

8. Presupuesto

Se calculará el coste de fabricación aproximado de todo el diseño realizado, para ello se han de tener en cuenta tanto los materiales como el coste de fabricación y realizar una estimación aproximada del tiempo invertido para fabricar todas las palcas de los diferentes ensamblajes y posteriormente realizar el montaje. El presupuesto desglosado lo iremos viendo en orden cronológico de la fabricación del molde, desde el diseño hasta el montaje.

8.1 Diseño

Es el primer paso, una vez se sabe que producto se quiere fabricar ha de realizarse el diseño de todos los ensamblajes para que este producto pueda fabricarse de la mejor manera posible. El coste del diseño se calcula según las horas que emplee el ingeniero en diseñar los montajes. En la siguiente tabla encontramos los costes desglosados.

	h de diseño	Coste €/h	Precio total (€)
Estación moldeo			
Parte inferior	7	25	175
Parte superior	2	25	50
Estación moldeo			
Parte inferior	1.5	25	37.50
Parte superior	5	25	120
Estación moldeo			
Parte inferior	1.5	25	37.50
Parte superior	3	2	75
Coste total (€)			495

Tabla 1: Coste del diseño desglosado.

8.2 Materiales

Para todas las placas de aluminio, celotex y POM se solicitó precio a la empresa Valenciana de aluminios cobres y plásticos, que se dedica a la distribución de materiales plásticos y aleaciones ligeras (aluminio, cobre,...) un presupuesto de cada una de las placas a fabricar en su material correspondiente. Se adjunta una imagen del presupuesto adjunto por dicho empresa.



PRESUPUESTO

TORNEADOS SOLA, S.L.

C/ Burgos, nº 10

03440 IBI

ALICANTE

España

N.I.F.: B53561114

Cód.: 2009

Fecha	Nº Presupuesto	Nº Hoja
15/06/2017	184893	1

Telf./Fax: 965554031 / 965554031

Unid.	Descripción / Concepto	UM	Cantidad	Precio %Dto.	Importe	F. Entrega
Su Ref.:MAIL 13/06/17						
6	Placa CELOTEX de 025 250x110x25	U	6,00	7,440	44,64 €	
3	Placa AW 5083-H111 de 050 mm 645x645x50	K	169,74	3,400	577,12 €	
1	Placa AW 5083-H111 de 045 mm 620x465x45	K	35,29	3,400	119,99 €	
1	Placa AW 5083-H111 de 020 mm 620x465x20	K	15,68	3,400	53,31 €	
1	Placa AA 7075-T651 de 060 mm. 620x465x60	K	49,13	4,950	243,19 €	
1	Placa AW 5083-H111 de 120 mm 620x465x120	K	94,10	3,400	319,94 €	
2	Placa AW 5083-H111 de 100 mm 465x100x100	K	25,30	3,400	86,02 €	
1	Placa AW 5083-H111 de 110 mm 465x125x110	K	17,39	3,400	59,13 €	
1	Placa AW 5083-H111 de 035 mm 620x465x35	K	27,45	3,400	93,33 €	
1	Placa AW 5083-H111 de 025 mm 620x465x25	K	19,60	3,400	66,64 €	
1	Placa AW 5083-H111 de 010 mm 835x595x10	K	13,51	3,450	46,61 €	
6	Placa AW 5083-H111 de 015 mm 275x135x15	K	9,09	3,450	31,36 €	
6	Placa CELOTEX de 025 255x115x25	U	6,00	7,860	47,16 €	
1	Placa AW 5083-H111 de 020 mm 655x455x20	K	16,21	3,400	55,11 €	
2	Placa AW 5083-H111 de 012 mm 655x455x12	K	19,46	3,450	67,14 €	
2	Placa AW 5083-H111 de 012 mm 625x120x12	K	4,90	3,450	16,91 €	
2	Placa AW 5083-H111 de 010 mm 585x105x10	K	3,34	3,450	11,52 €	
6	Placa POM-C Blanco de 040 270x130x40	U	6,00	10,140	60,84 €	
12	Placa AW 5083-H111 de 030 mm 330x30x30	K	9,69	3,400	32,95 €	
1	Placa AW 5083-H111 de 015 mm 805x545x15	K	17,90	3,450	61,76 €	

Los pesos ofertados son aproximados. Si necesita precio cerrado, solicite presupuesto con precio unitario.

OBSERVACIONES: PLAZO: 2/3 días salvo venta

Portes Pagados cargados en factura, envíos superior a 100 kg. Sin cargo.

Importe Bruto	Subtotal	Total Iva	TOTAL
2.094,65	2.094,65	439,88	2.534,53 €

Base Imponible	%Iva	Cuota Iva	%RE	Cuota RE	Forma de Pago:
2.094,65	21	439,88	0	0,00	GIRO 45 Días

Valenciana de ACP

C/Jaime I. Nave 10,11 y 14 (P.I. Mediterráneo)

46560 Massalfasar (VALENCIA)

Teléfono: 961400556 Fax: 961417065

www.valencianadeacp.com



Esta oferta tiene una validez de tres días hábiles.

CIF: A96906482 - Reg. Merc. De Valencia Tomo 6512, Libro 3817, Folio 56, Sección 8, Hoja V-69418, Inscrp. 1ª

Fig. 77 Presupuesto de materiales adjunto por la Valenciana de acp.

Por otro lado quedan los flejes soporte, cuchillas de corte y placas sufrideras tanto del troquel como del contratroquel. Para obtener el coste de estos componentes se han realizado las siguientes acciones:

- Flejes soporte y cuchillas de corte: según la empresa PyA Roplan (Ibi) nos da un precio de material por metro. Por lo que tenemos que calcular cuántos metros se necesitan para formar todas las cuchillas y flejes. El resultado es el siguiente:

	€/m	m/pieza	Nº de piezas	Precio de corte (€)	Precio total (€)
Fleje soporte	12	0.628	4	0.50	32.14
Cuchilla de corte	14.24	0.7	6	0.50	62.80

Tabla 2: Coste de flejes y cuchillas desglosado

- En cuanto a las placas sufrideras, se solicita el precio del material a una empresa del sector Euroacero del mediterráneo, nos da el siguiente precio según las dimensiones de las placas:
 - o Placa sufridera troquel: 98.47 €
 - o Placa sufridera contratroquel: 169.83 €

Coste total de materiales: 2.897,77 €

8.3 Coste de mecanizado

Este es el coste de fabricación de darle la forma deseada a los materiales para poder realizar correctamente el ensamblaje de cada una de las estaciones. Para ellos se obtiene el número de horas aproximado por placa y con ello el coste de fabricación de cada componente. Los costes de fabricación según el tipo de operación a realizar en el placa son los siguientes:

- Coste de mecanizado en fresadora CNC a material Al (€/h): 35 €/h
- Coste de mecanizado en fresadora CNC a celotex y POM (€/h): 32 €/h
- Coste de mecanizado en fresadora CNC a aleaciones de hierro (€/h): 40 €/h
- Coste de mecanizado en torno CNC a material Al (€/h): 30 €/h

	h de mecanizado	Nº de piezas	Coste €/h	Precio total (€)
Estación moldeo				
Placa molde	90	1	35	3.150
Placa tapa molde	2	1	35	70
Pilares suplemento	0.1	12+20	30	96
Placa amarre molde	6	1	35	210
Marco	12	1	35	420
Placa tapa contram.	2	1	35	70
Placa amarre contram	5	1	35	210
Empujadores	1.5	6	32	288
Estación troquelado				
Sufridera contratroq.	6	1	40	240
Suplemento contratroq.	6	1	35	210
Calzos	0.5	3	35	52.5
Placa amarre contratroq.	5	1	35	210
Sufridera troquel	1	1	40	40
Suplemento troquel	2	1	35	70

Placa amarre troquel	1	1	35	235
Portaflejes	2	6	35	420
Casquillos centradores	0.12	12	30	43.20
Centradores	2.5	6	32	480
Estación apilado				
Placa amarre inferior	1.5	1	35	52.5
Pilares suplemento	0.2	12	35	84
Empujadores bandeja	6	6	32	768
Placa separadoras	4	3	35	420
Placas unión laterales	3	2	35	210
Placas unión centrales	0.5	2	35	35
COSTE TOTAL (€)				7.779

Tabla 3: Coste de mecanizado por elementos

8.4 Coste de ensamblaje

Este es el coste del montaje de todos los elementos fabricados para el conjunto de las tres estaciones, aquí se verán dos costes diferenciados, el de operario y el de elementos de montaje (tornillería, pasadores,...)

8.4.1 Coste elementos de montaje

Aquí se podrán ver todos los elementos necesarios para montar debidamente todos los conjuntos que conforman el molde. Todos los precios son facilitados por la ferretería Bru y Rubio de Ibi.

	Cantidad	Coste €/ud.	Precio total (€)
Estación moldeo			
Tornillo M8 x 210	12	1.24	10.68
Tornillo M8 x 173	20	1.16	16.20
Junta tórica Ø16 x 3 mm	12	0.27	3.24
Junta tórica Ø3 x 1m	2	4.45	9.90
Junta tórica Ø4 x 1m	2	5.98	11.96
Enchufe rápido refriger.	12	2.06	24.72
Enchufe rápido aire	5	4.36	21.8
Estación troquelado			
Tornillo M8 x 50	12	1.06	12.72
Tornillo M8 x 32	24	0.99	23.76
Tornillo M8 x 176	12	1.16	13.92
Tornillo M6 x 15	60	0.61	36.60
TPM M6 x 30	24	2.18	52.32
Estación troquelado			
Tornillo M6 x 25	20	0.67	13.40
Tornillo M8 x 50	24	1.06	25.44
Tornillos M5 x 20	6	0.55	3.30
COSTE TOTAL (€)			279.96

Tabla 4: Coste de elementos de ferretería

8.4.2 Coste de montaje

Es el coste horario para montar los ensamblajes, este es muy similar el de mecanizado, se realiza una estimación del tiempo que tarda en montar la estación y se multiplica por el coste de operario.

	h de montaje	Coste €/h	Precio total (€)
Estación moldeo			
Parte inferior	2	17	34
Parte superior	1	17	17
Estación moldeo			
Parte inferior	1	17	17
Parte superior	4	17	68
Estación moldeo			
Parte inferior	1	17	17
Parte superior	2	17	34
Coste total (€)			187

Tabla 5: Coste de ensamblaje de elementos

8.4.3 Presupuesto final

Aquí se acumulan todos los costes desglosados anteriormente y se da el presupuesto a entregar al cliente:

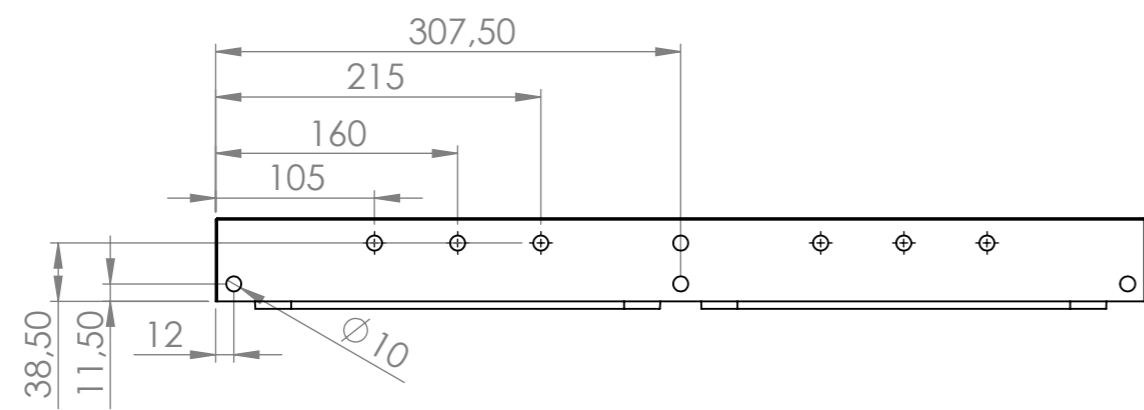
	Precio (€)
Coste de diseño	495
Coste materiales	2.897,77
Coste mecanizado	7.779
Coste elementos montaje	279,96
Coste de montaje	187
COSTE TOTAL	11.638,73

Tabla 6: Coste total

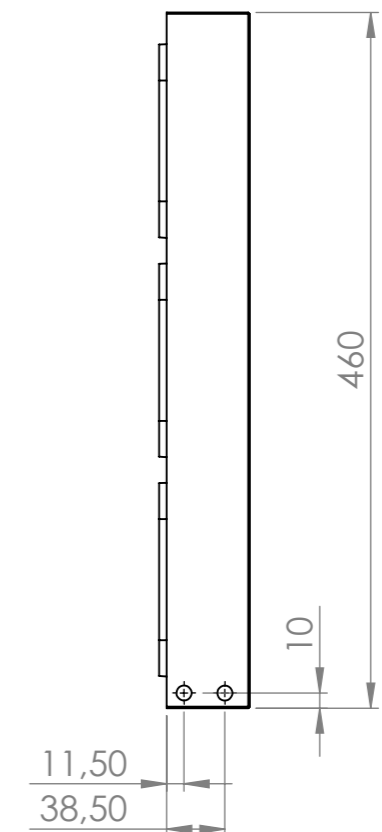
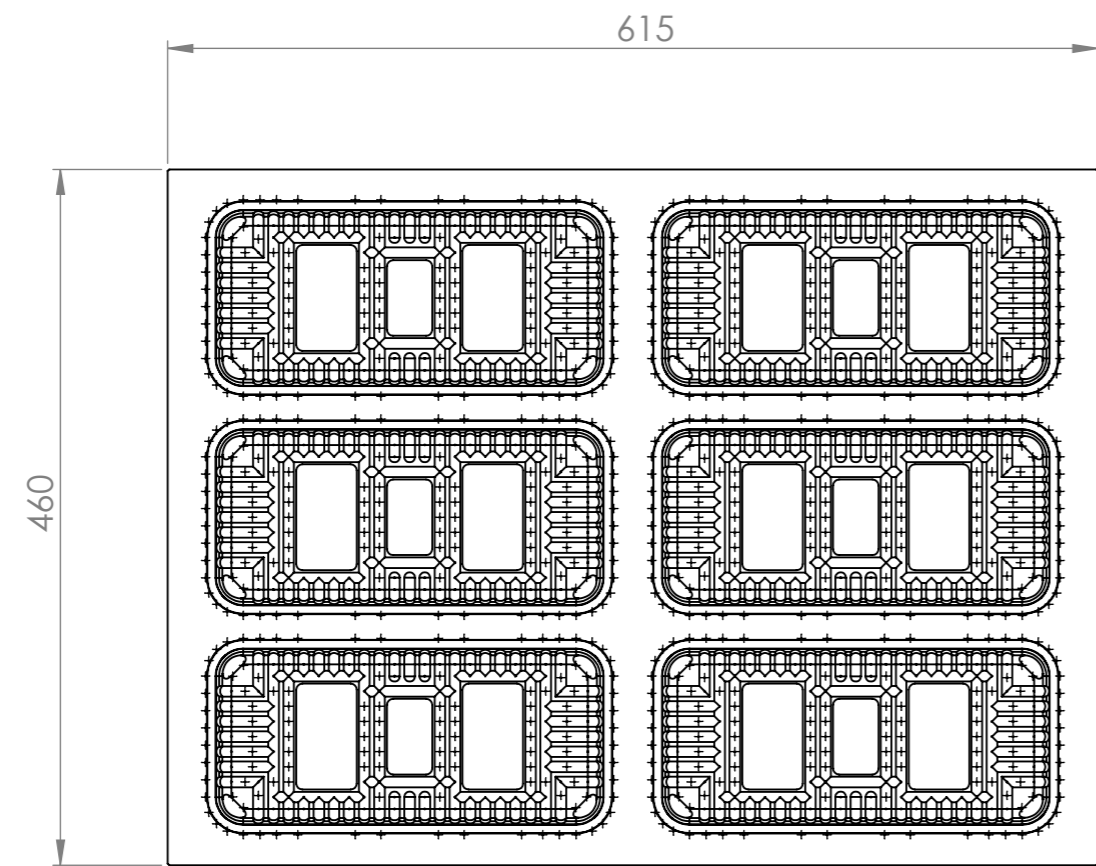
9. Planos


Los planos adjuntos de cada una de las placas que ensamblan cada una de las estaciones del molde son nombrados de la siguiente manera:

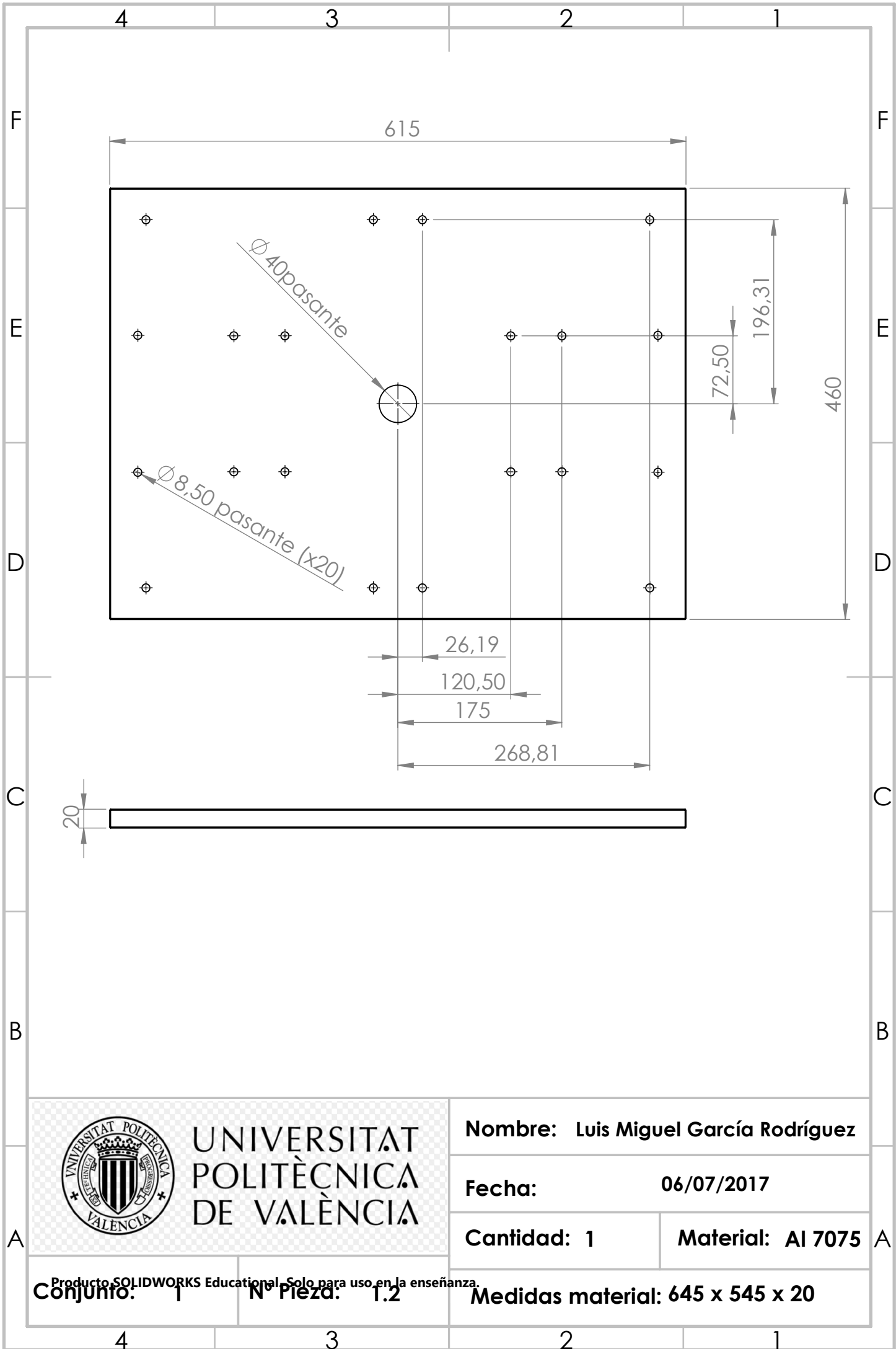
1. Conjunto de placas que conforman la estación de moldeo, por ejemplo 1.1 Placa molde
2. Conjunto de placas que conforman la estación de troquelado, por ejemplo 2.1 placa sufridera.
3. Conjunto de placas que conforman la estación de apilado, por ejemplo 3.1 Placa amarre inferior.



Nota: junto a este plano debe adjuntarse un informe con todas las operaciones a realizar, ya que un plano es insuficiente para poder plasmarlas



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Nombre: Luis Miguel García Rodríguez	
	Fecha: 06/07/2017	
Conjunto: 1 Nº Pieza: 1.1	Cantidad: 1	Material: Al 7075
	Medidas material: 620 x 465 x 60	



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 1

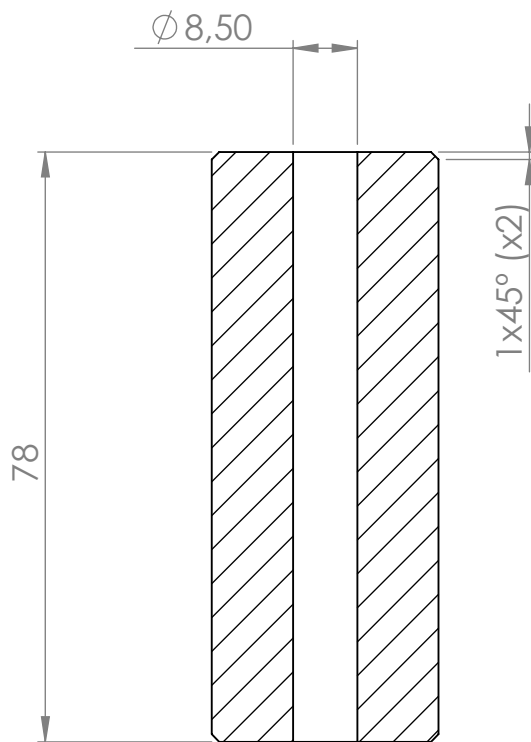
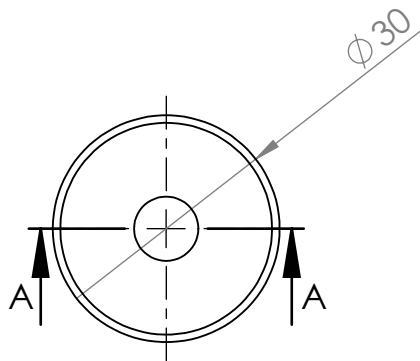
Material: Al 7075

Producto: SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conjunto: 1

Nº Pieza: 1.2

Medidas material: 645 x 545 x 20



SECCIÓN A-A



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 20

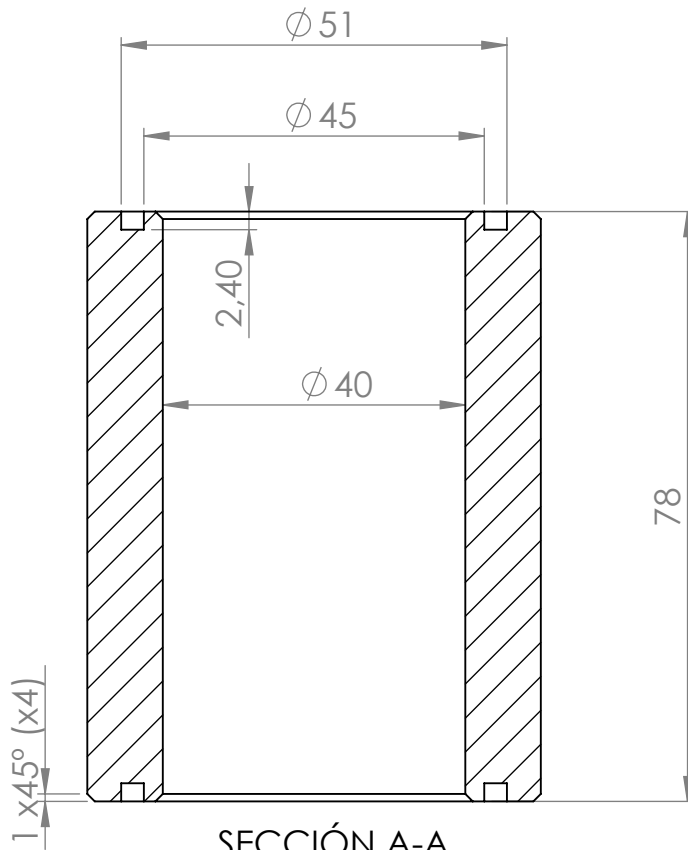
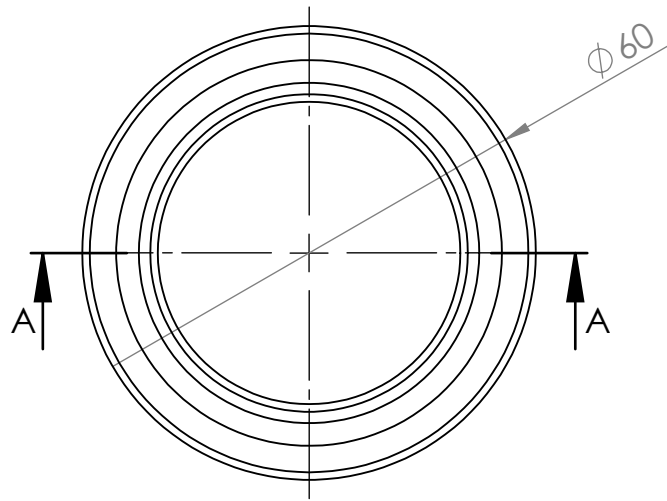
Material: Al 5083

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conjunto: 1

Nº Pieza: 1.3

Medidas material: Ø30 x 12 m



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 1

Material: Al 5083

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conjunto: 1

Nº Pieza: 1.4

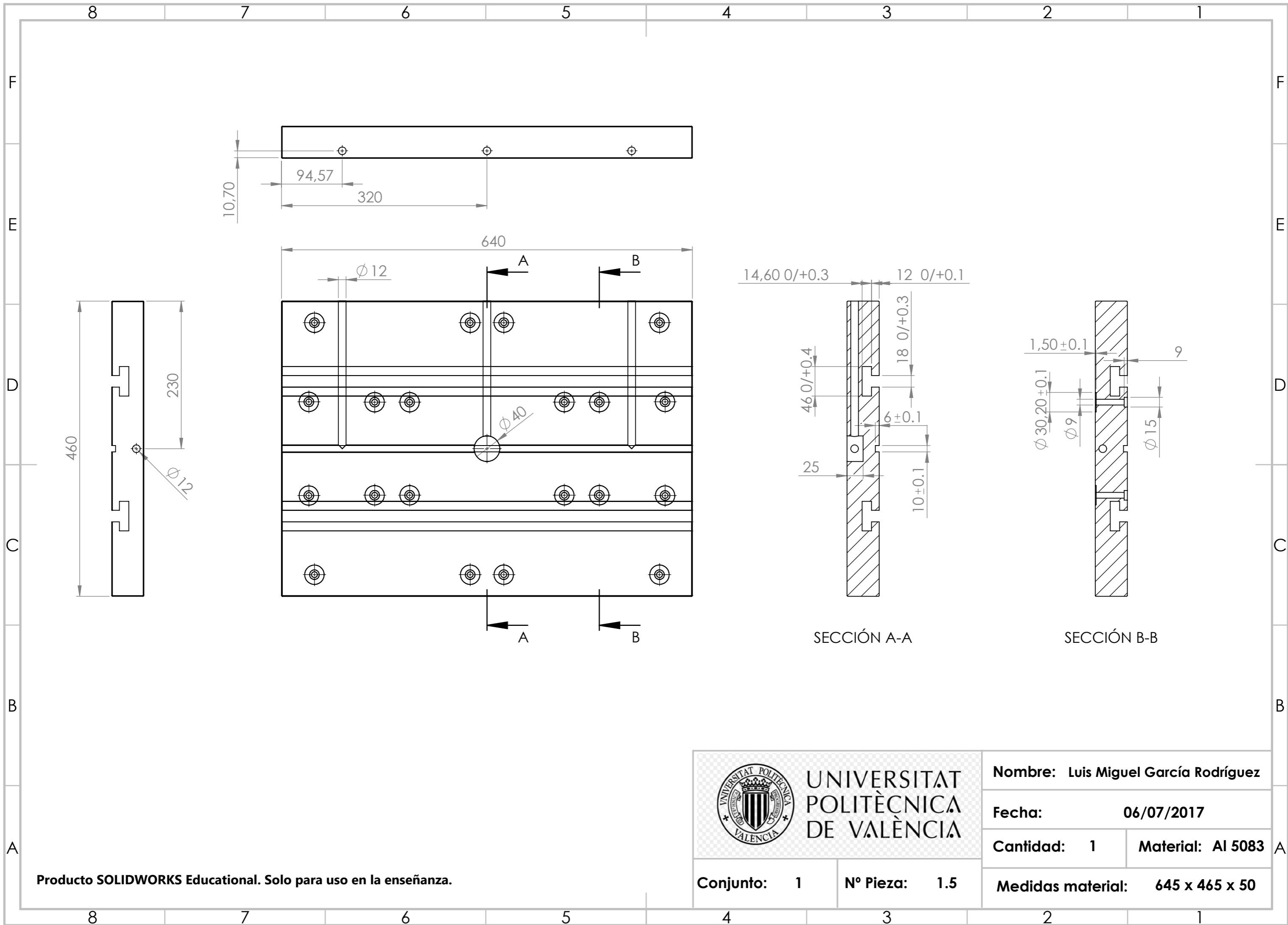
Medidas material: Ø60 x 100 mm

4

3

2

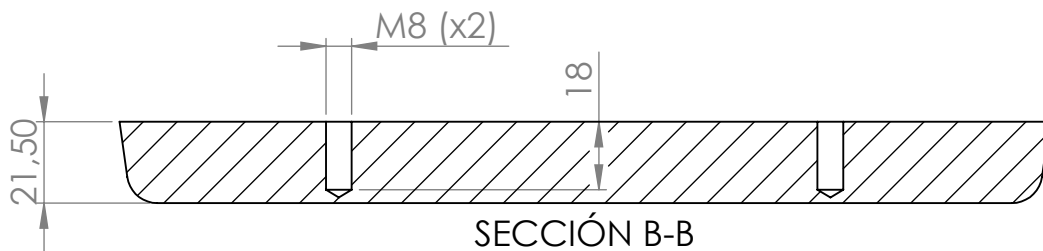
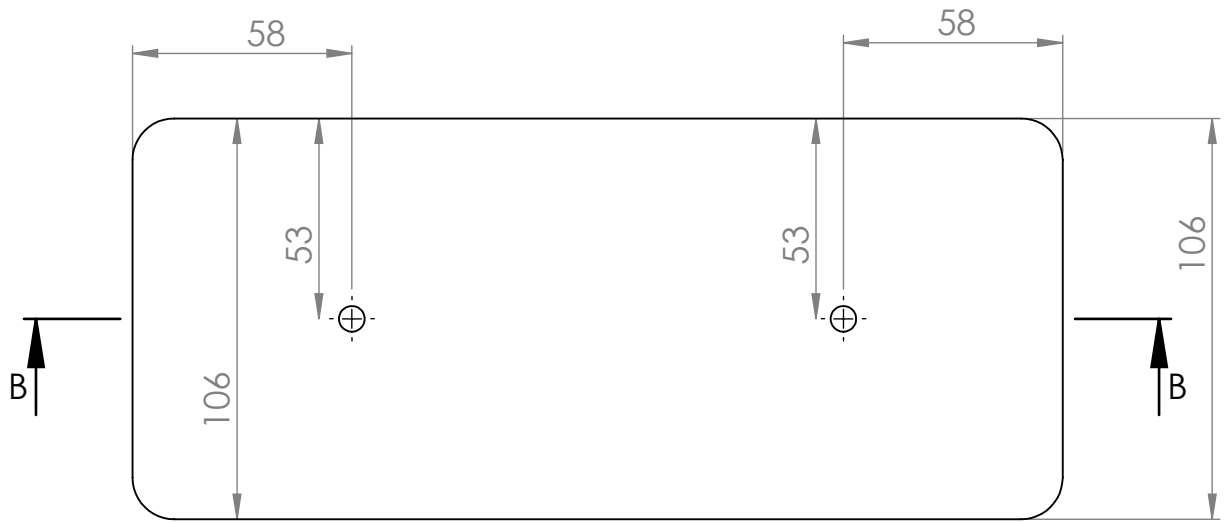
1



Nombre: Luis Miguel García Rodríguez	
Fecha: 06/07/2017	
Cantidad: 1	Material: Al 5083
Medidas material: 645 x 465 x 50	

Conjunto: 1	Nº Pieza: 1.5
--------------------	----------------------

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 2



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 6

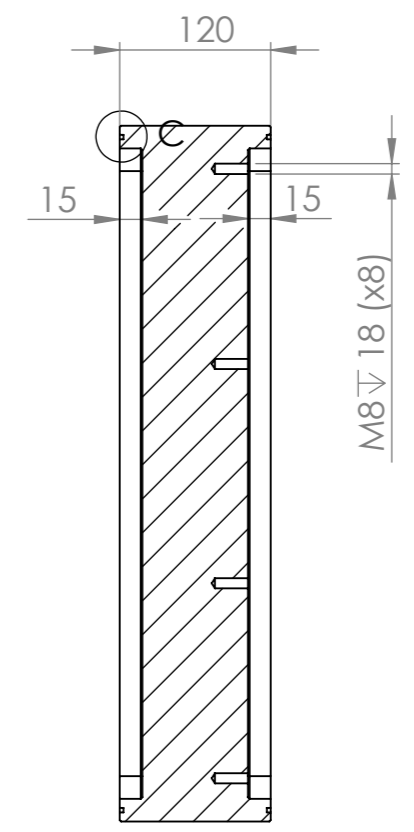
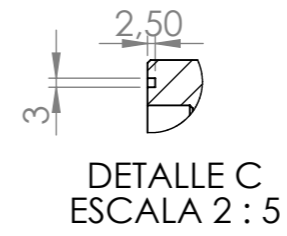
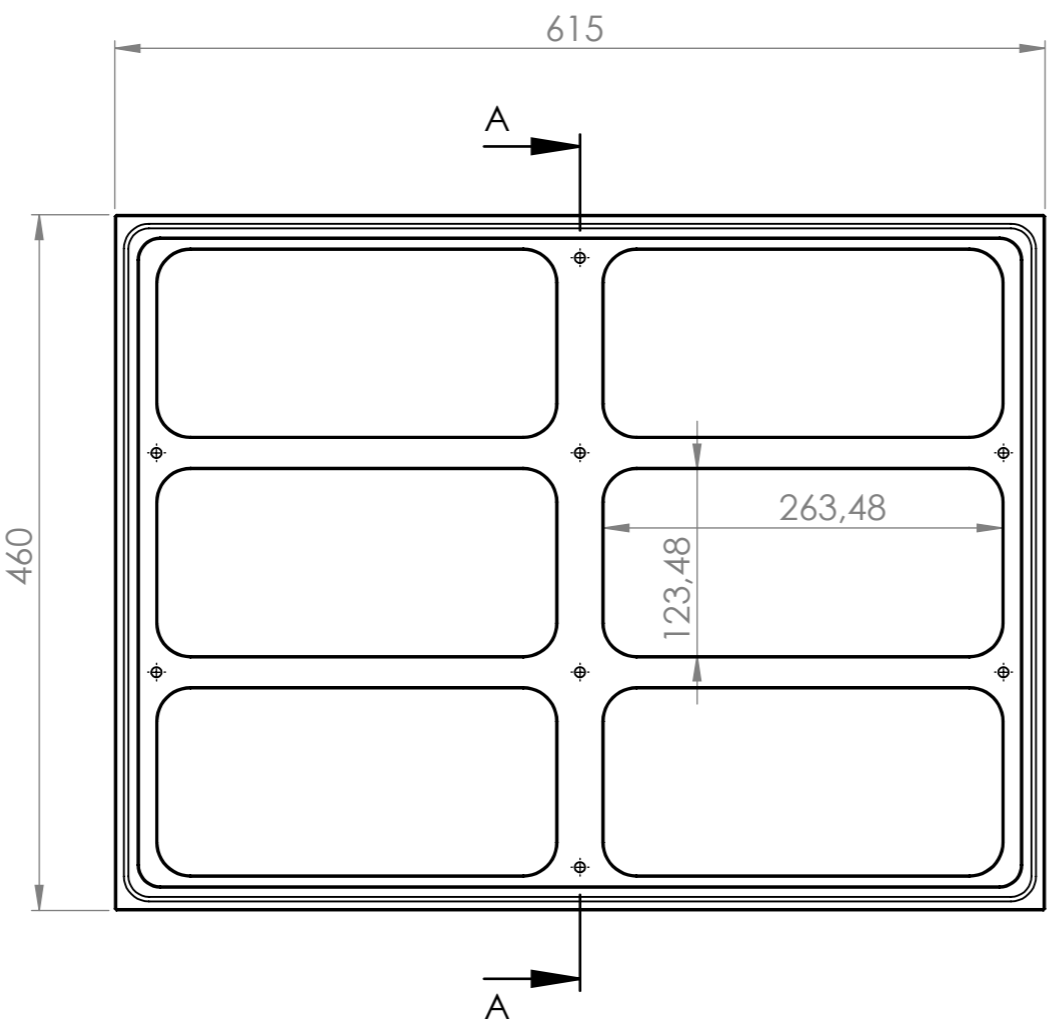
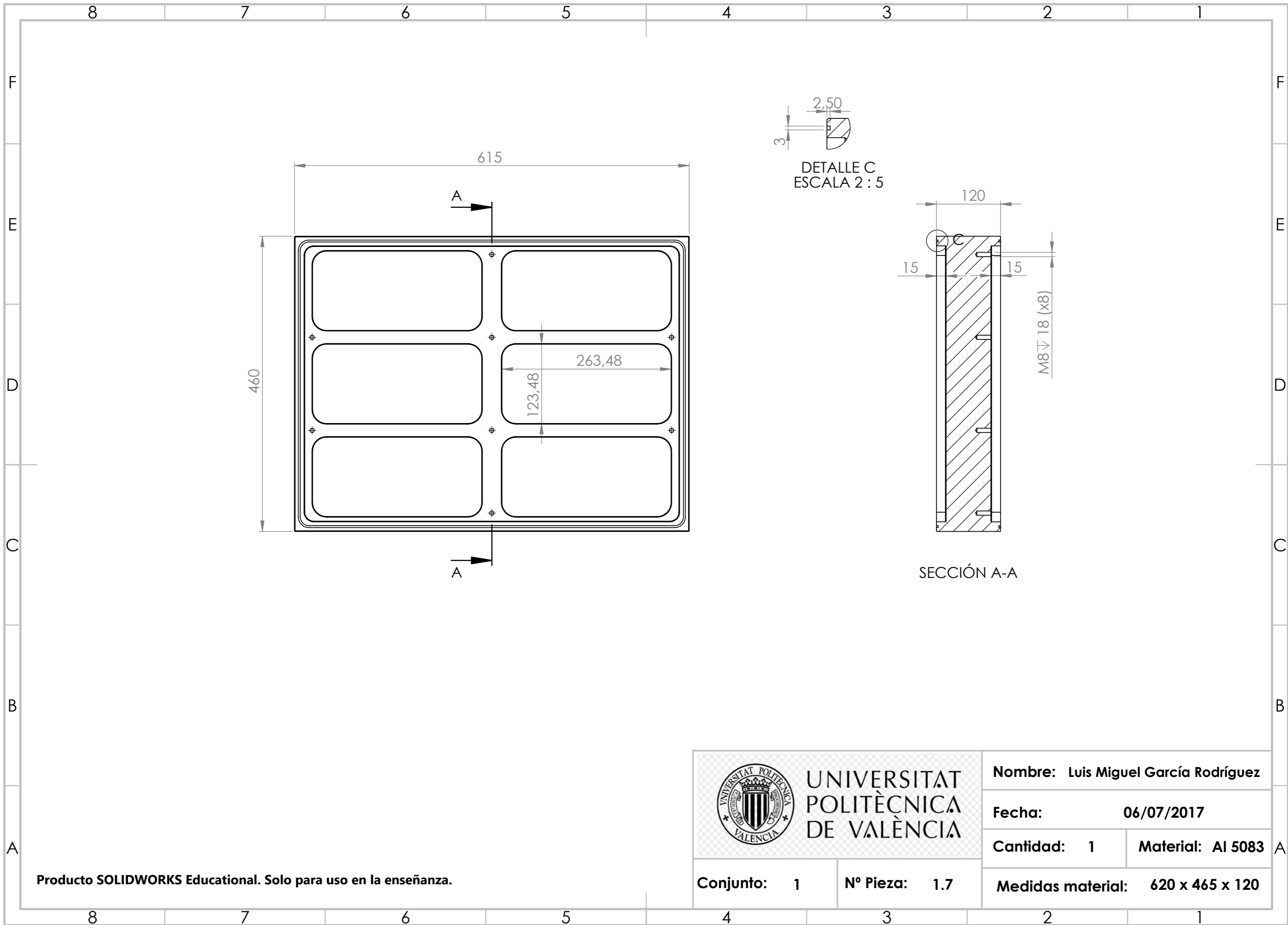
Material: Celotex

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conjunto: 1

Nº Pieza: 1.6

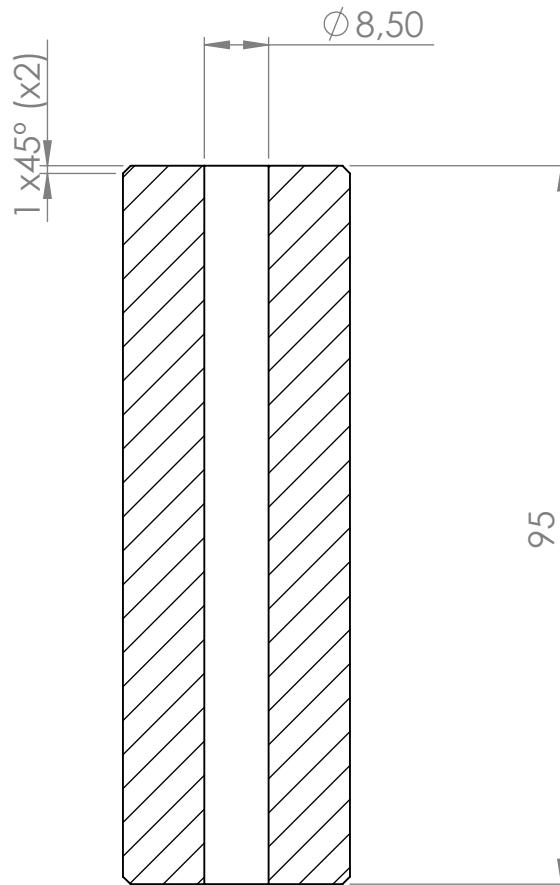
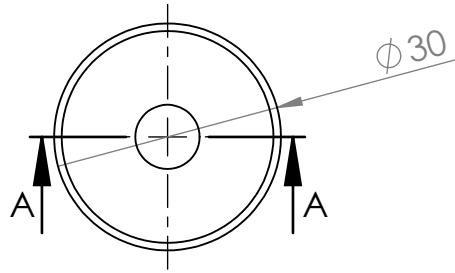
Medidas material: 250 x 110 x 25



SECCIÓN A-A

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Nombre: Luis Miguel García Rodríguez	
	Fecha: 06/07/2017	
Conjunto: 1	Nº Pieza: 1.7	Cantidad: 1 Material: Al 5083
		Medidas material: 620 x 465 x 120

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 12

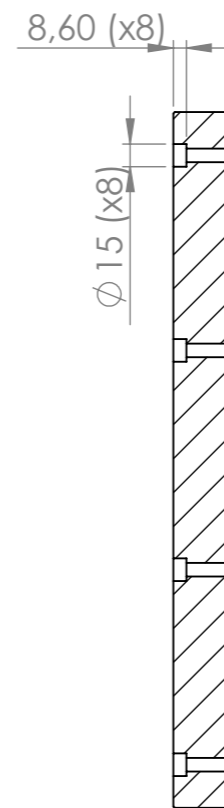
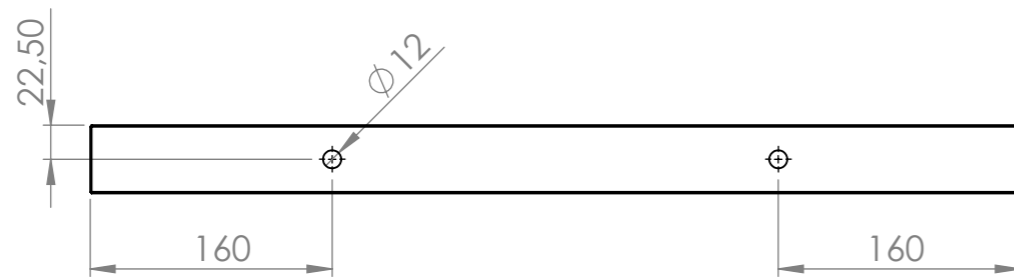
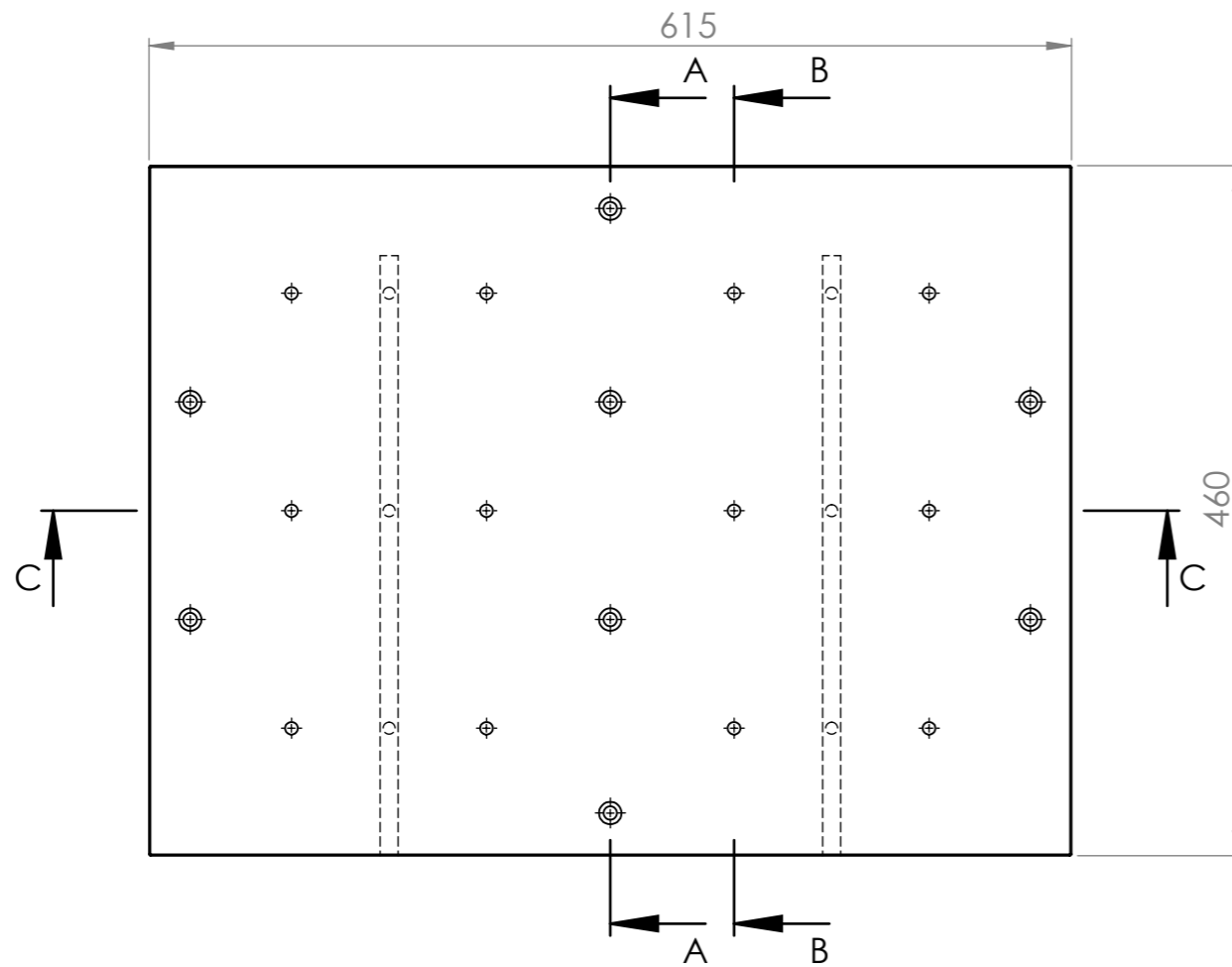
Material: Al 5083

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

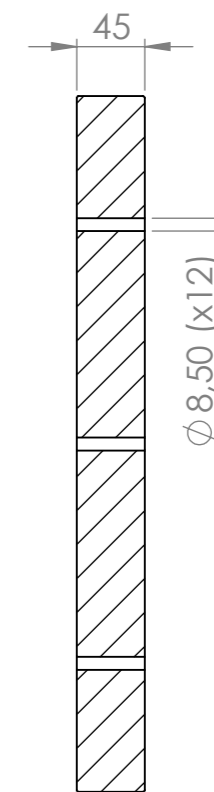
Conjunto: 1

Nº Pieza: 1.8

Medidas material: Ø30 x 12 m



SECCIÓN A-A



SECCIÓN B-B

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



UNIVERSITAT
 POLITÈCNICA
 DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

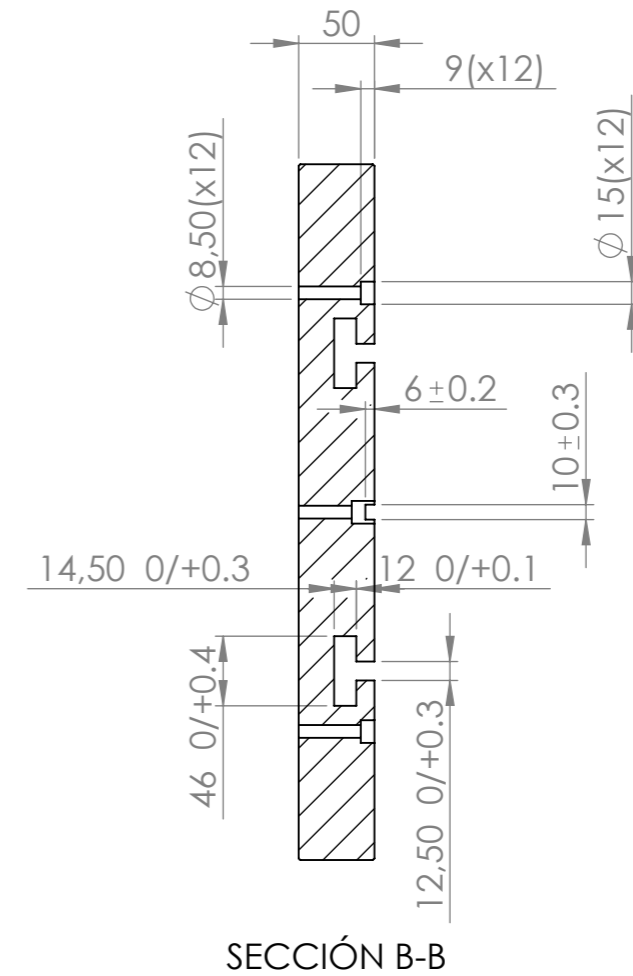
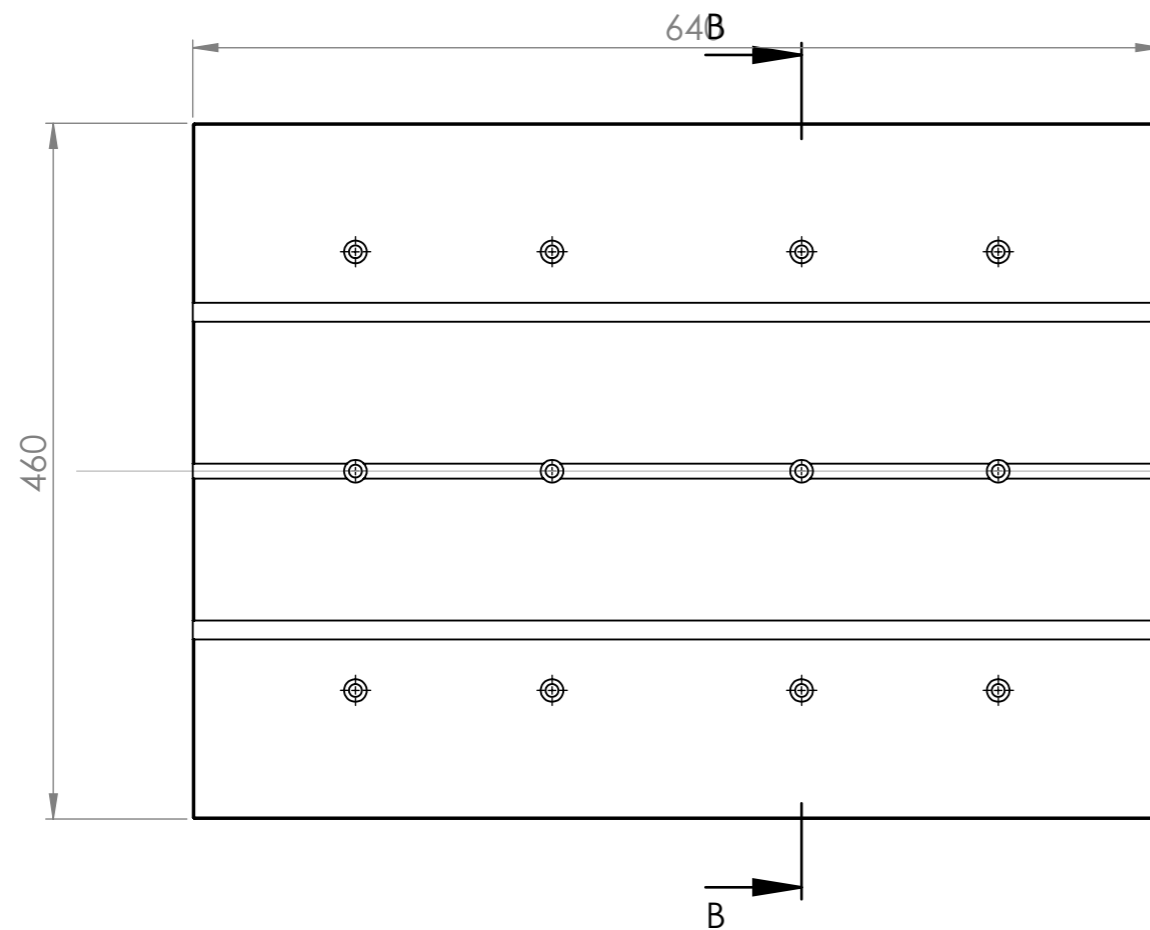
Cantidad: 1

Material: Al 5083

Conjunto: 1

Nº Pieza: 1.9

Medidas material: 620 x 465 x 45



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

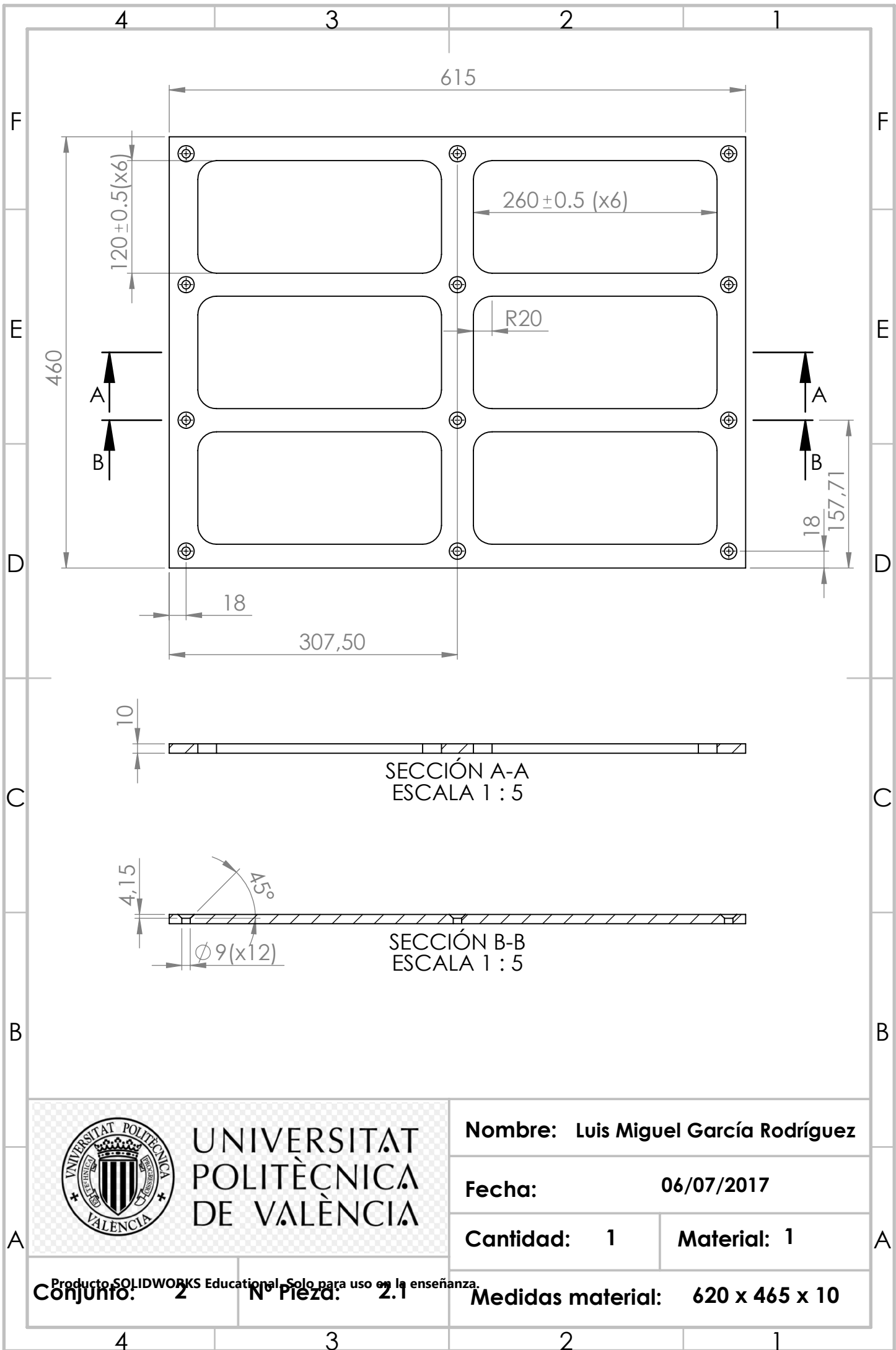
Fecha: 06/07/2017

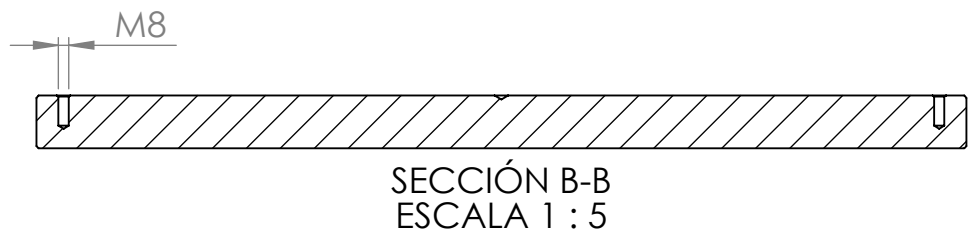
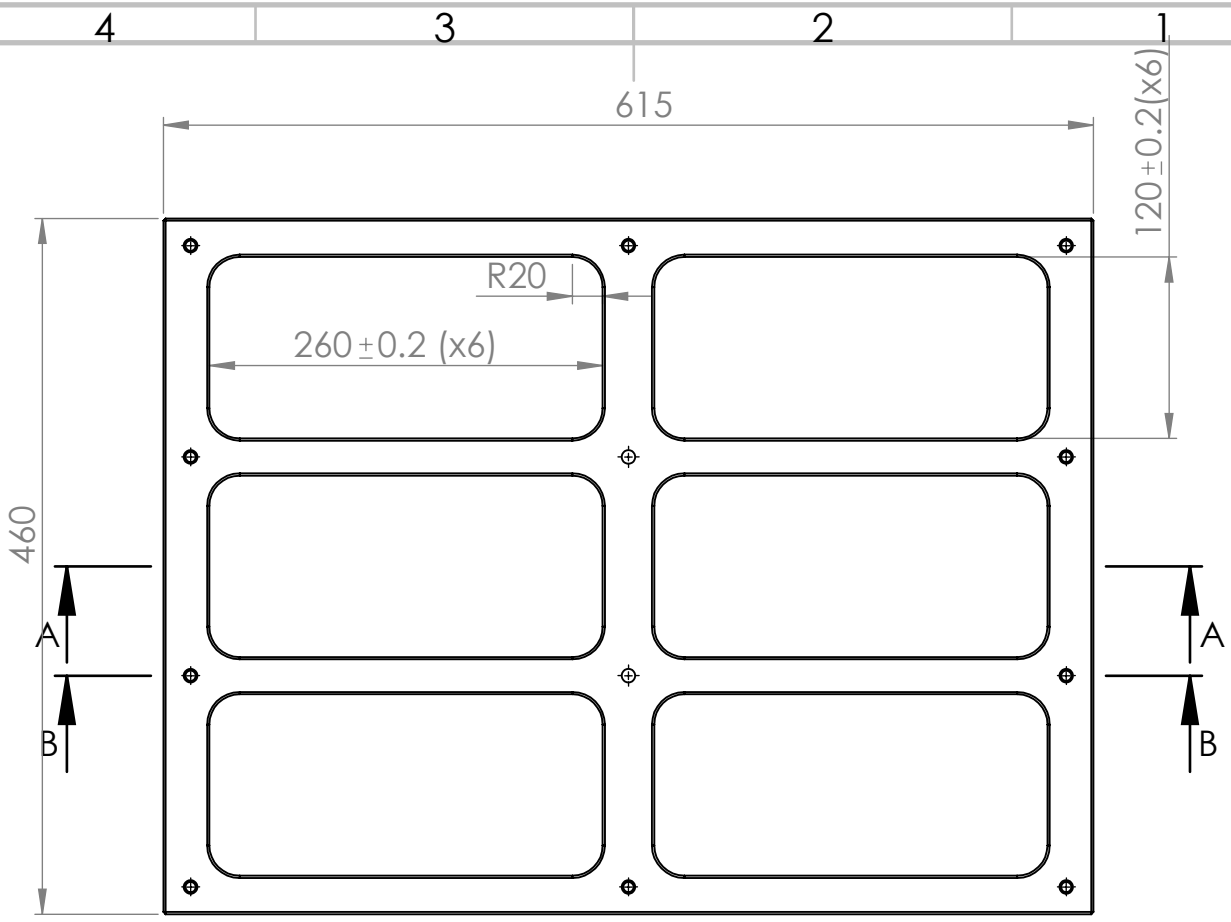
Cantidad: 1 Material: Al 5083

Medidas material: 645 x 465 x 50

Conjunto: 1

Nº Pieza: 1.10





**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**

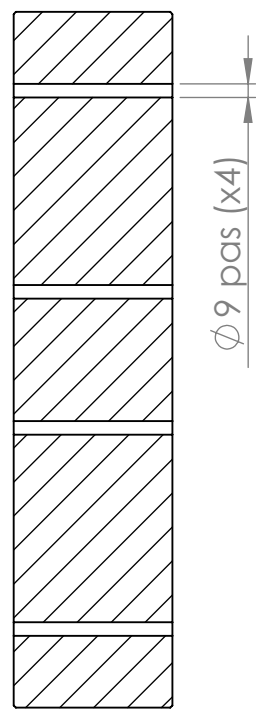
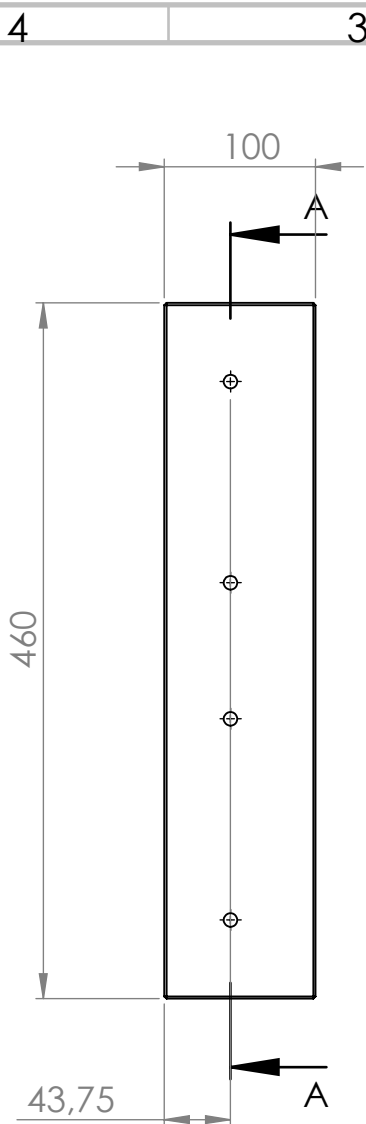
Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

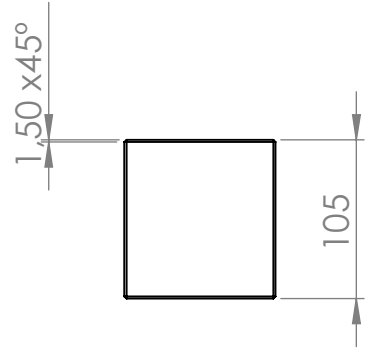
Cantidad: 1 Material: Al 5083

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.
Conjunto: 2 N° Pieza: 2.2

Medidas material: 620 x 465 x 35



SECCIÓN A-A



**Nota: se han de fabricar
2 + 1 simétrico**



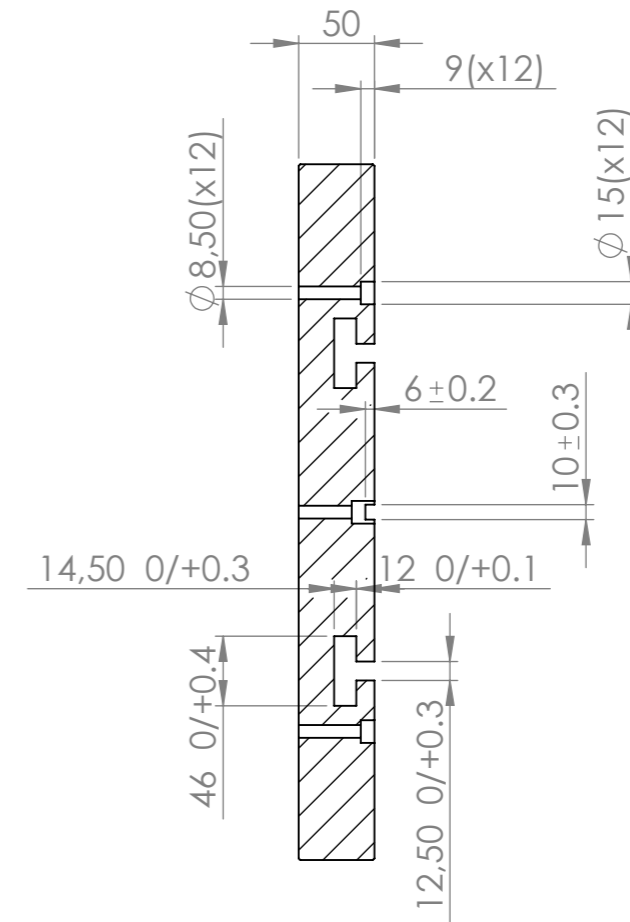
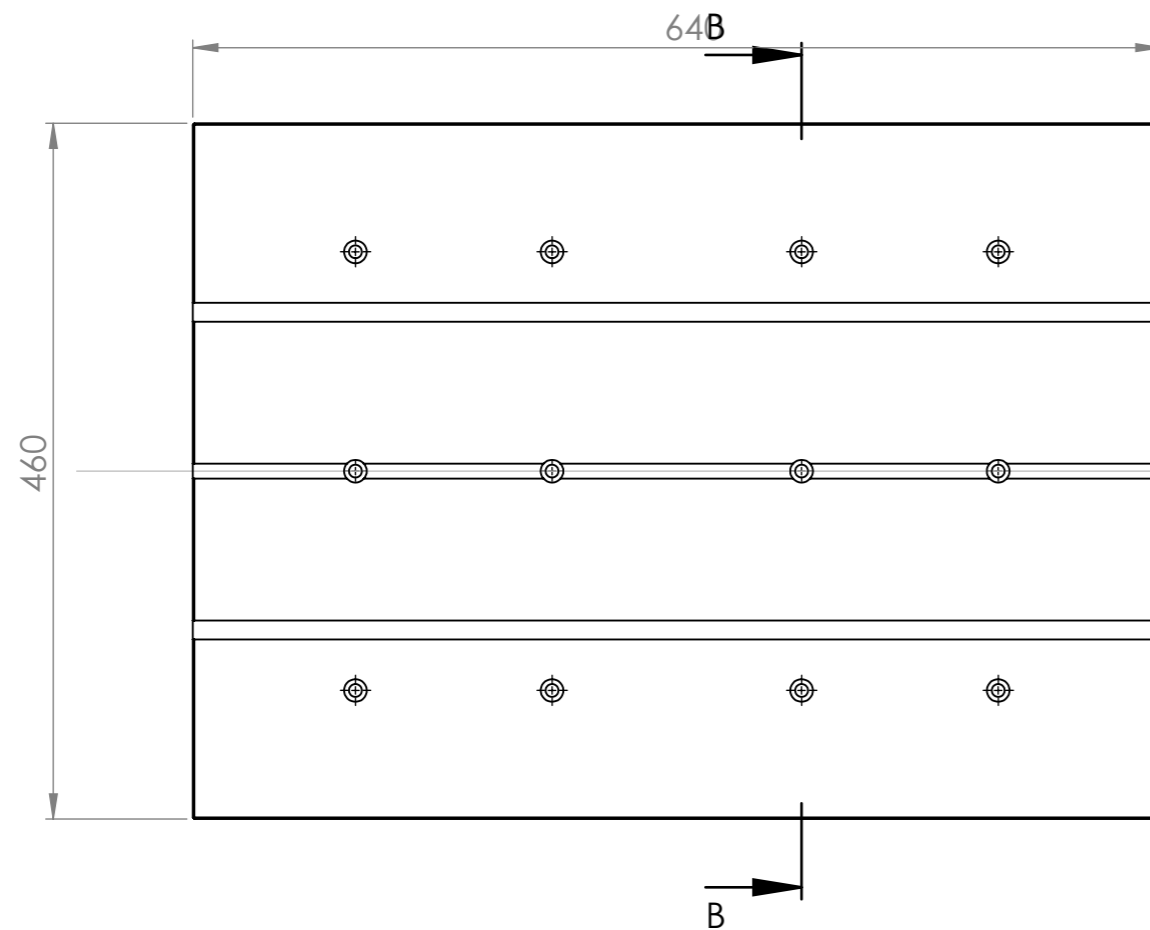
**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 3 Material: Al 5083

Producto: SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.
Conjunto: 2 N° Pieza: 2.3 Medidas material: 465 x 105 x 105



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

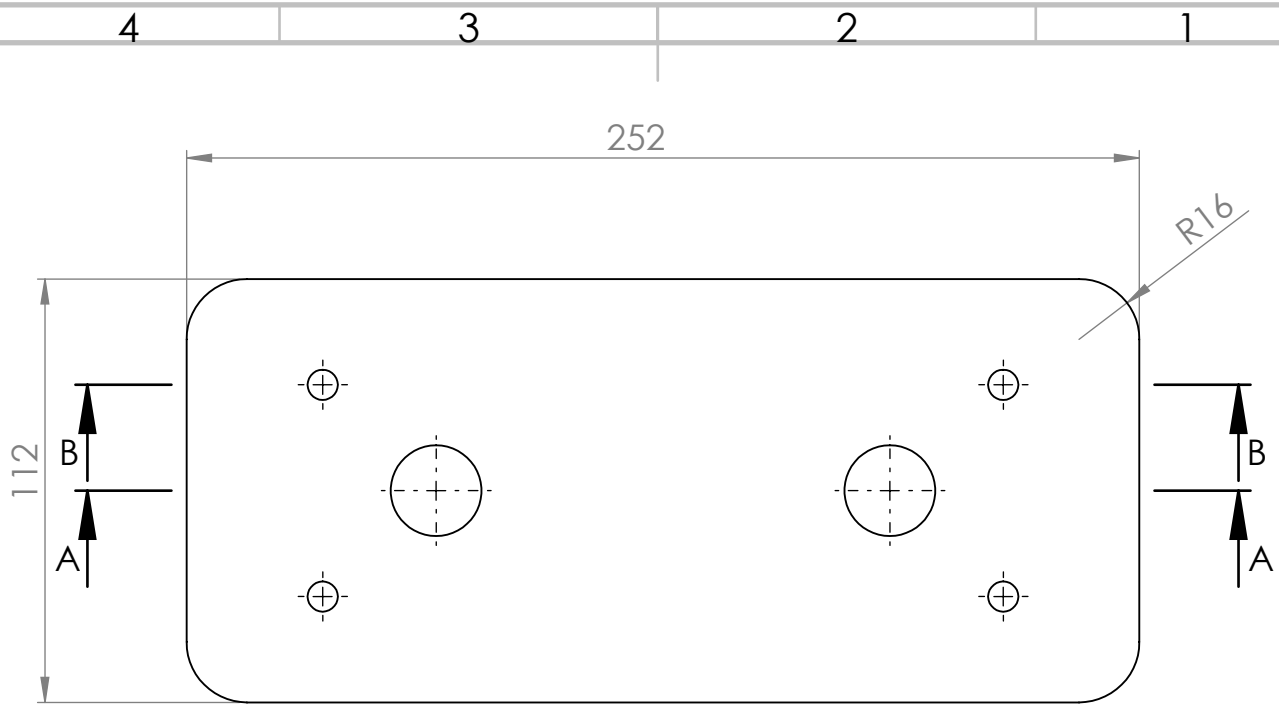
Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 1 Material: Al 5083

Conjunto: 1

Nº Pieza: 1.10

Medidas material: 645 x 465 x 50



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 2



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

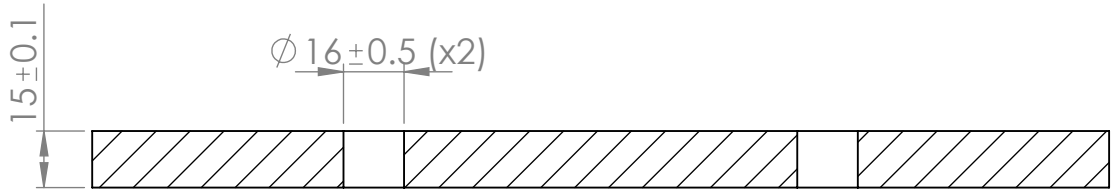
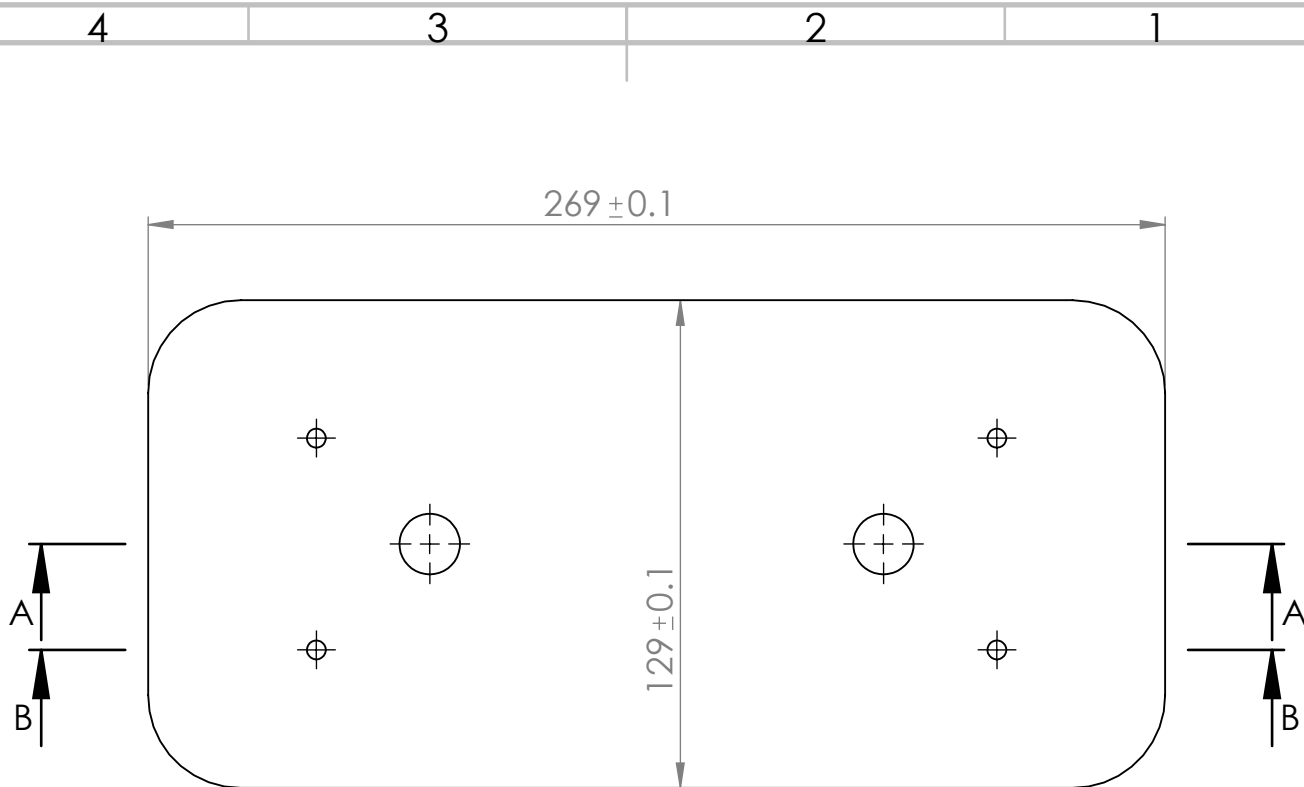
Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 6

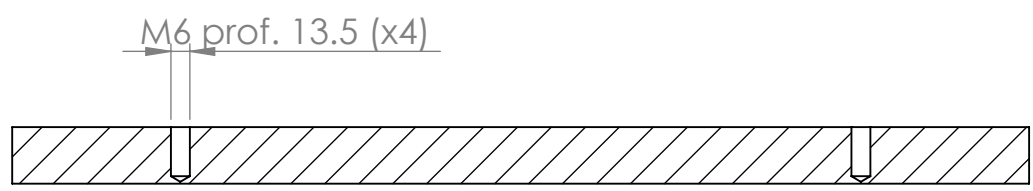
Material: Celotex

Producto: SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.
Conjunto: 2 N° Pieza: 2.5

Medidas material: 260 x 120 x 25



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 2



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 6

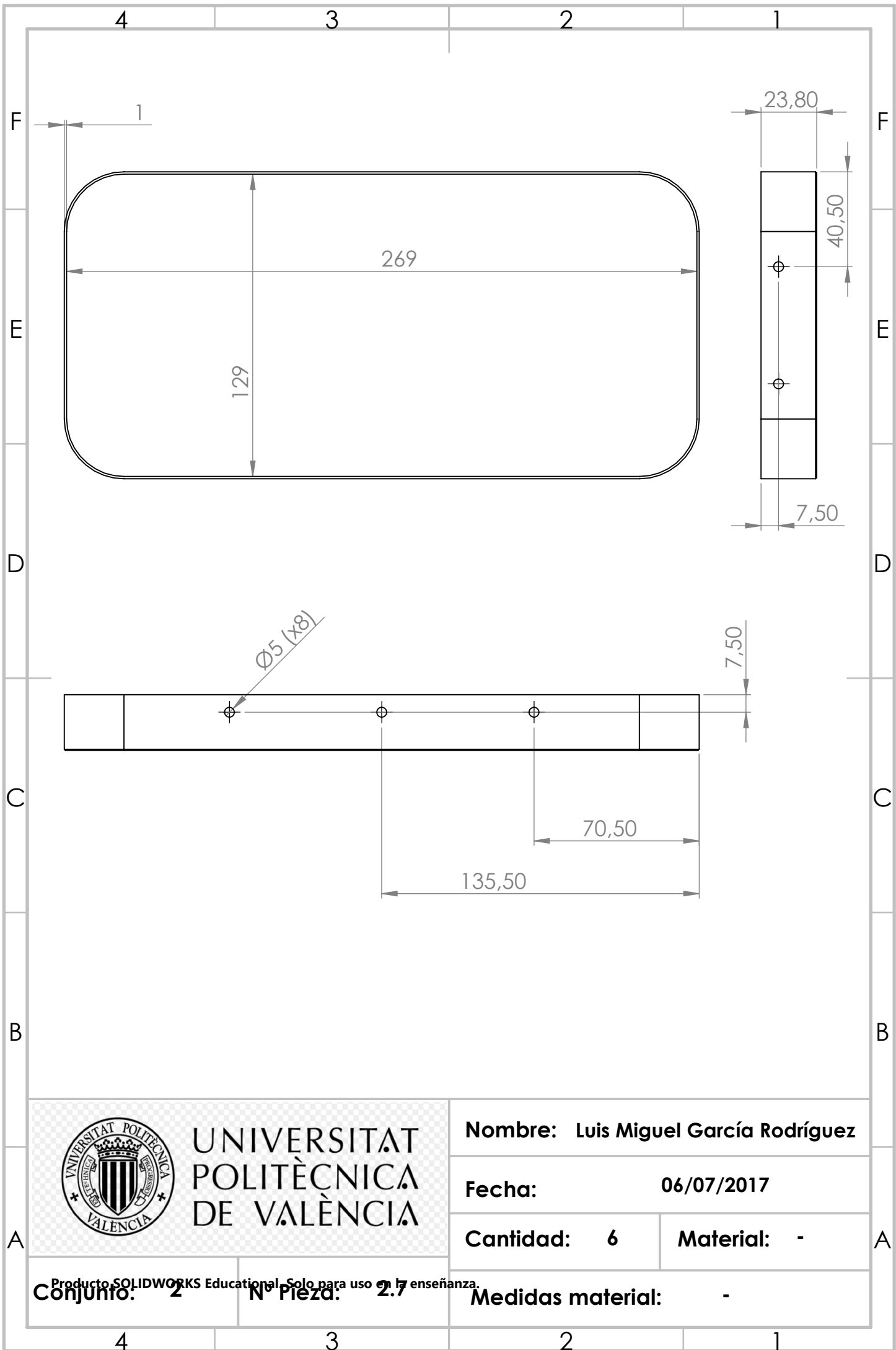
Material: Al 5083

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conjunto: 2

Nº Pieza: 2.6

Medidas material: 135 x 275 x 15



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 6

Material: -

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conjunto: 2

Nº Pieza: 2.7

Medidas material: -

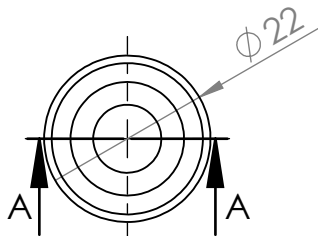
4 3 2 1

F

F

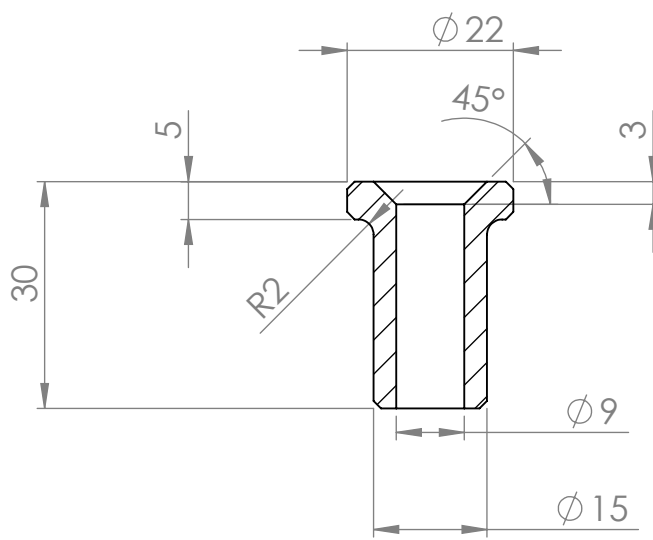
E

E



D

D



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1

C

C

B

B



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 12	Material: F-114
--------------	-----------------

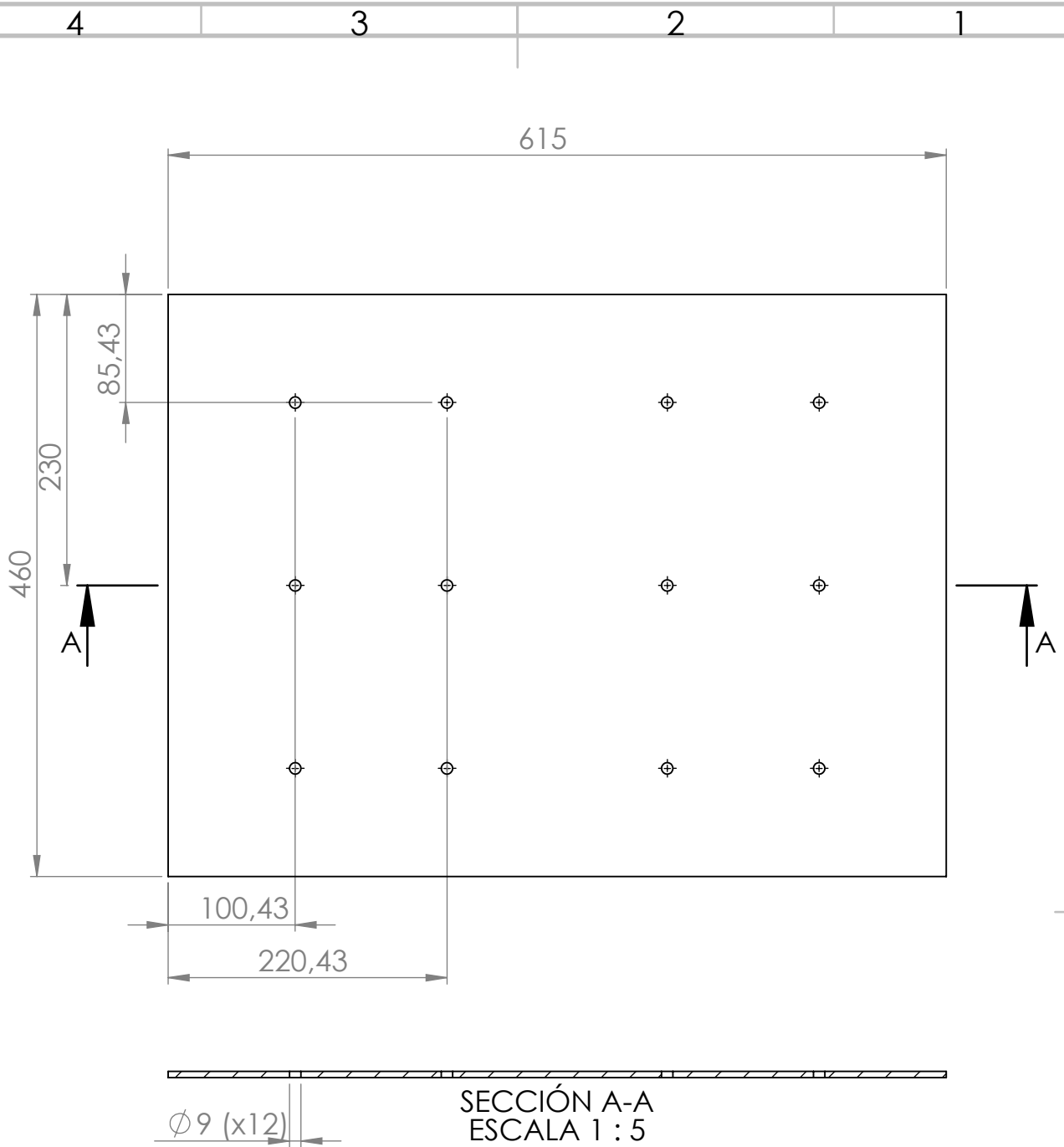
A

A

Producto: SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.	Conjunto: 2	Nº Pieza: 2.8
--	-------------	---------------

Medidas material: Ø25 x 500 mm

4 3 2 1



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 1

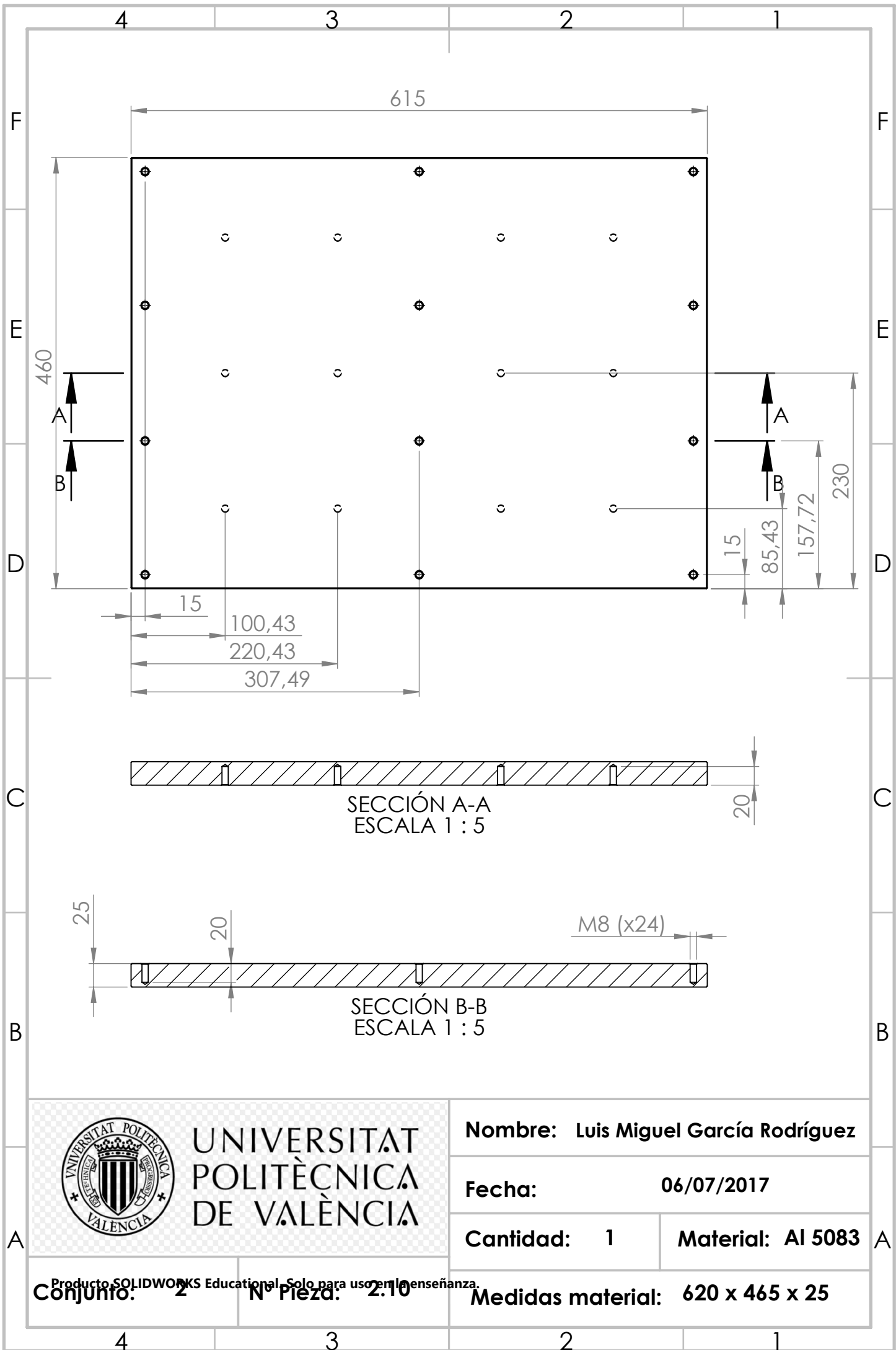
Material: Inox.

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conjunto: 2

Nº Pieza: 2.9

Medidas material: 620 x 465 x 5



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 1

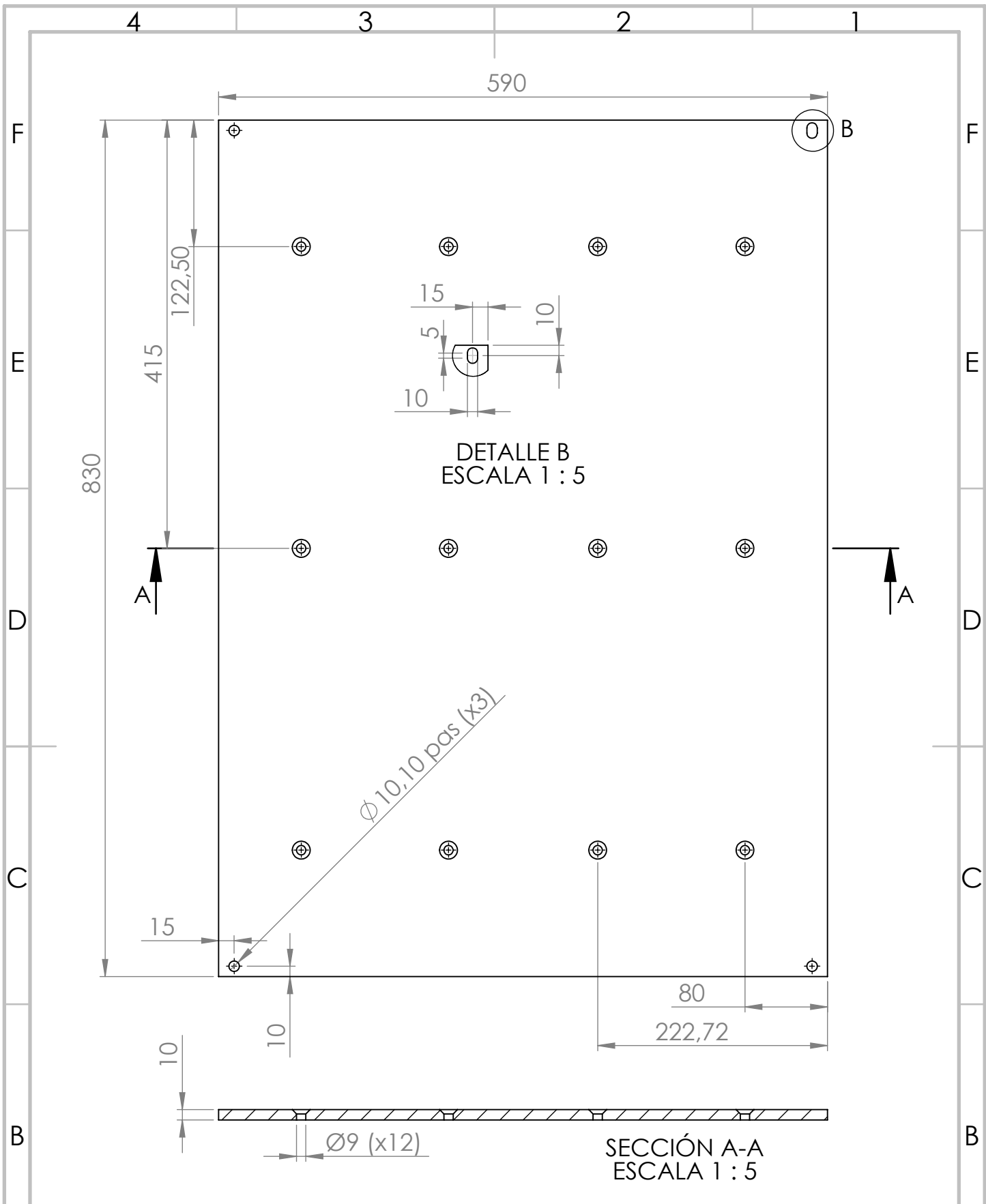
Material: Al 5083

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conjunto: 2

Nº Pieza: 2.10

Medidas material: 620 x 465 x 25



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 1

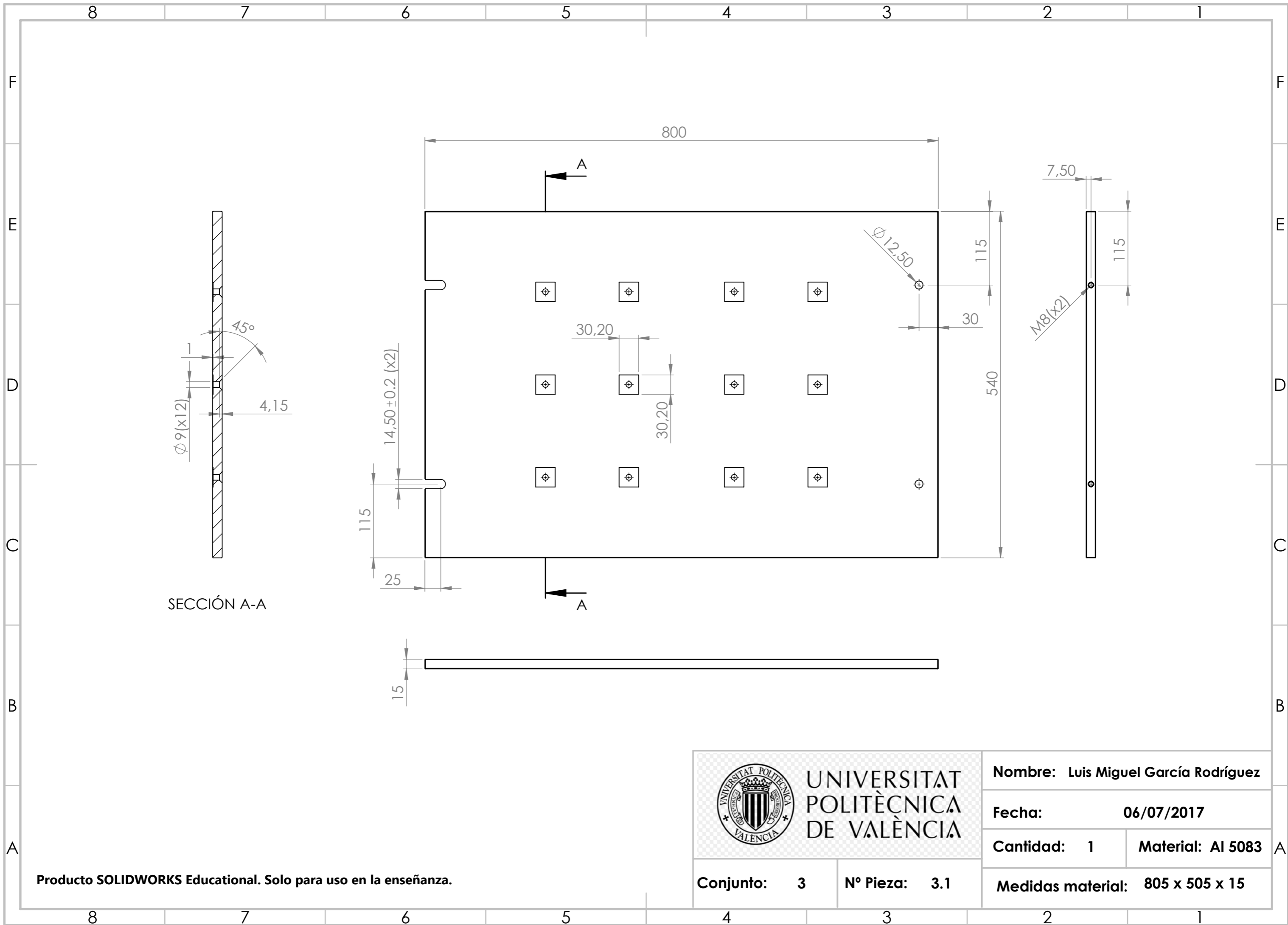
Material: Al 5083

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conjunto: 2

Nº Pieza: 2.11

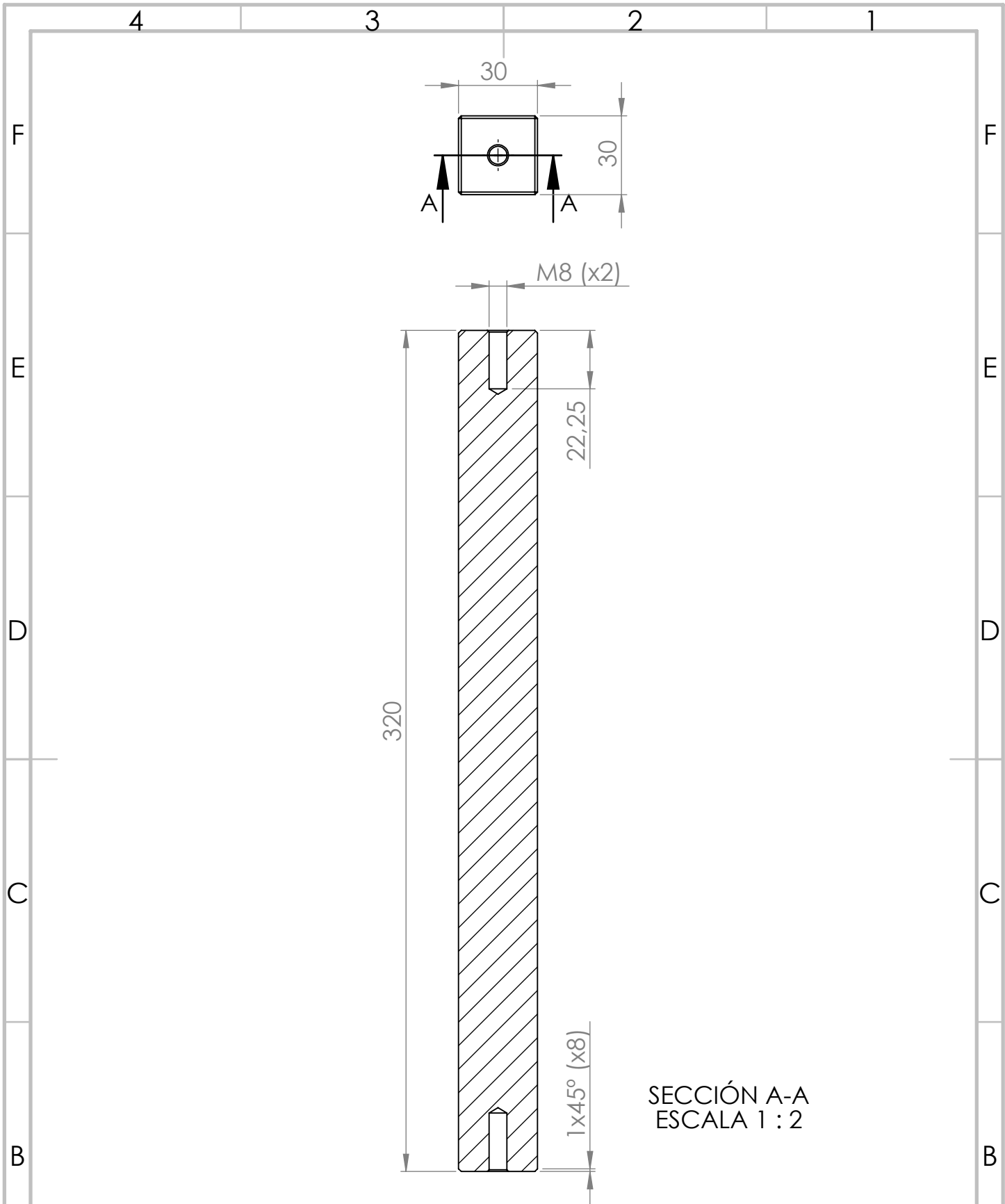
Medidas material: Al 5083



SECCIÓN A-A

	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
	Conjunto: 3	Nº Pieza: 3.1

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez	
Fecha: 06/07/2017	
Cantidad: 1	Material: Al 5083
Medidas material: 805 x 505 x 15	



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 12

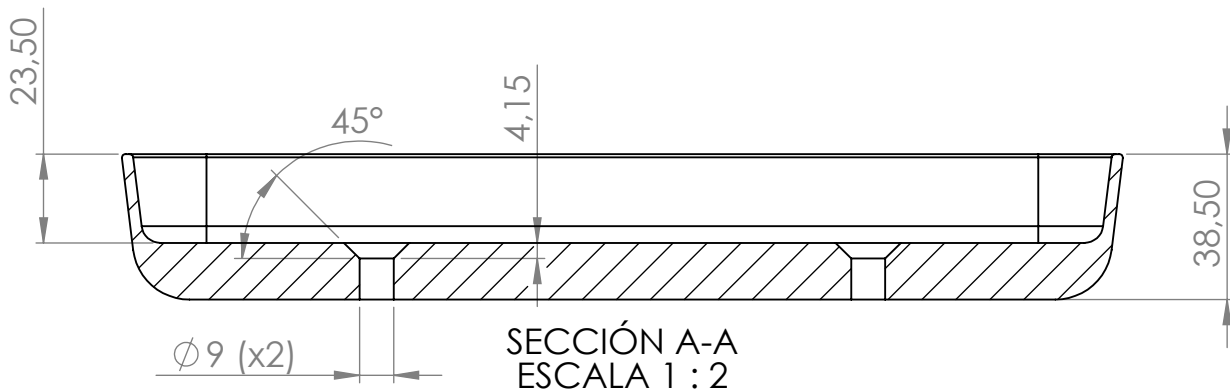
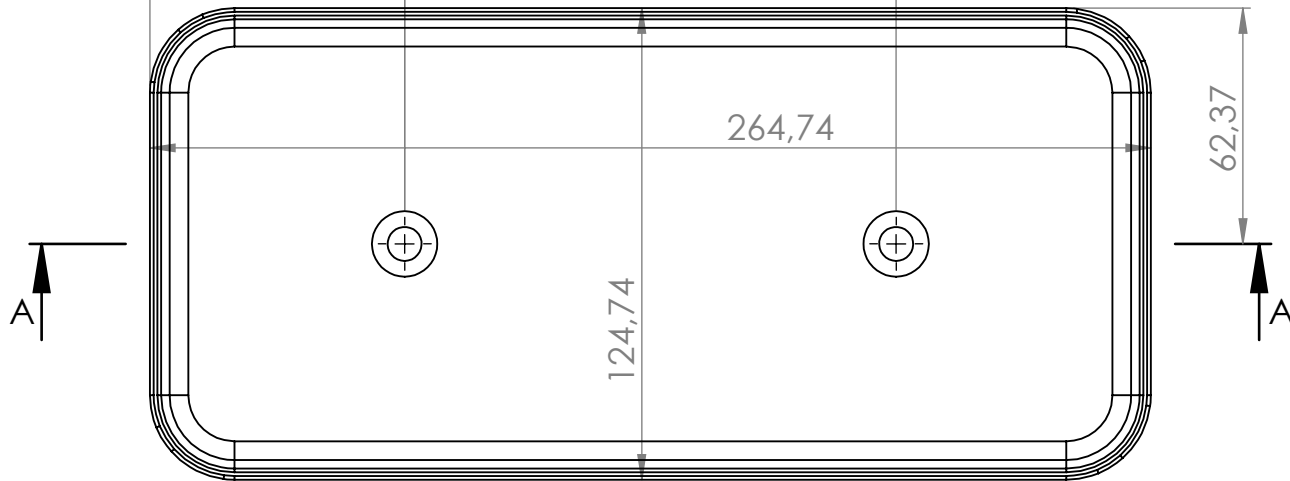
Material: Al 5083

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conjunto: 3.2

Nº Pieza: 3.2

Medidas material: 330 x 30 x 30



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 6

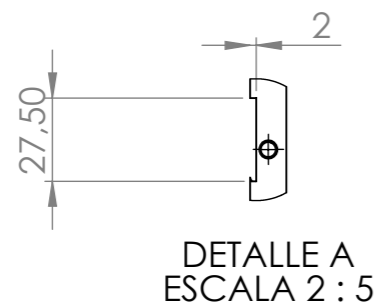
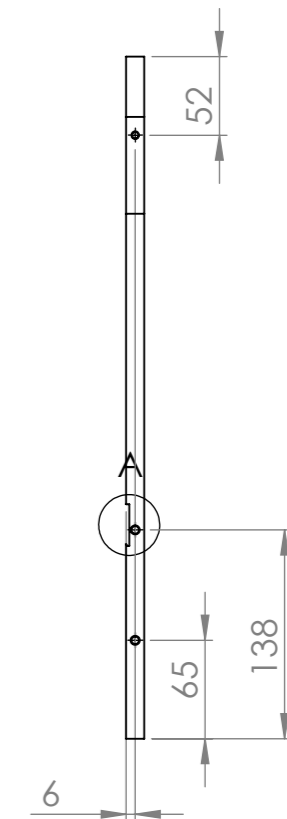
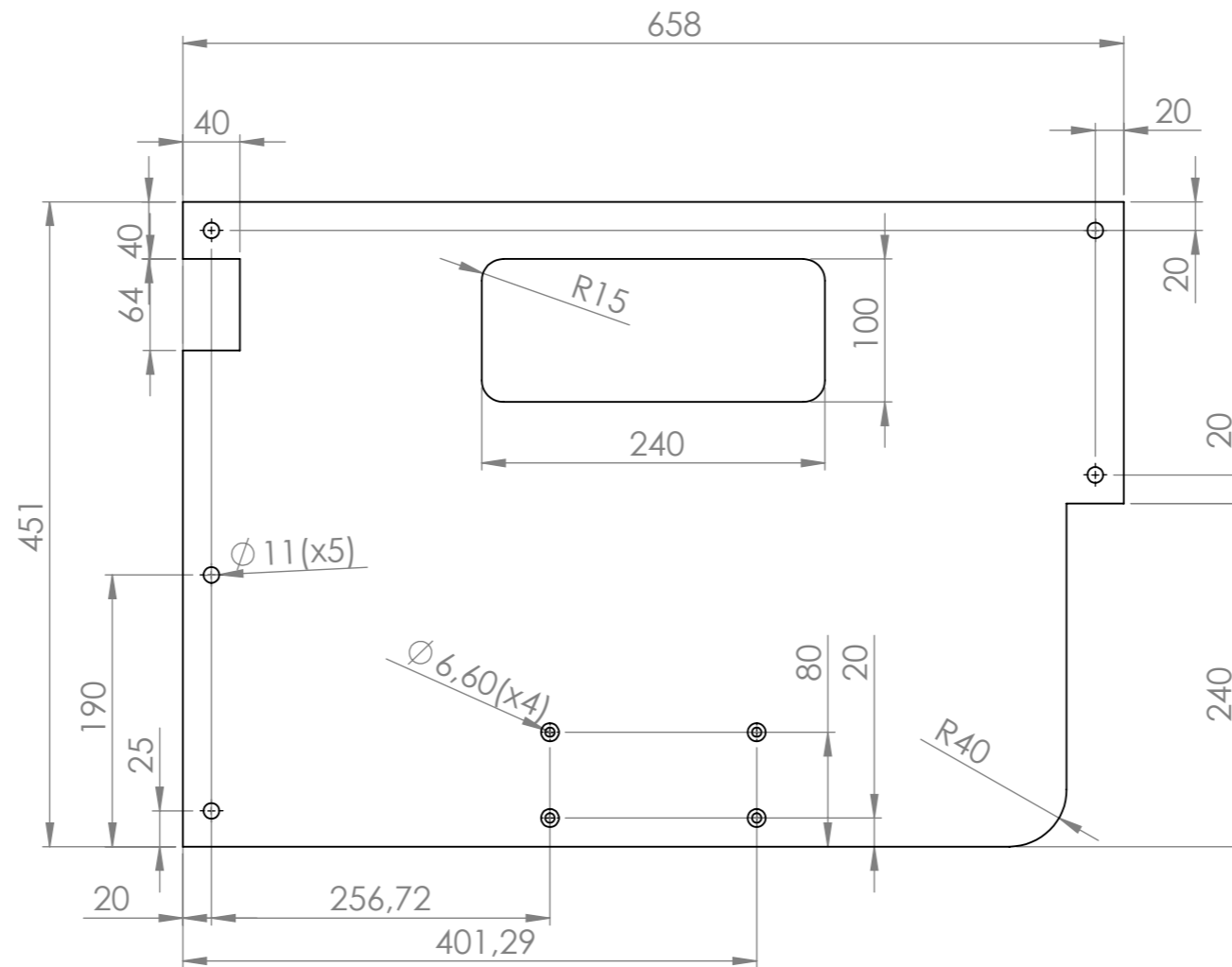
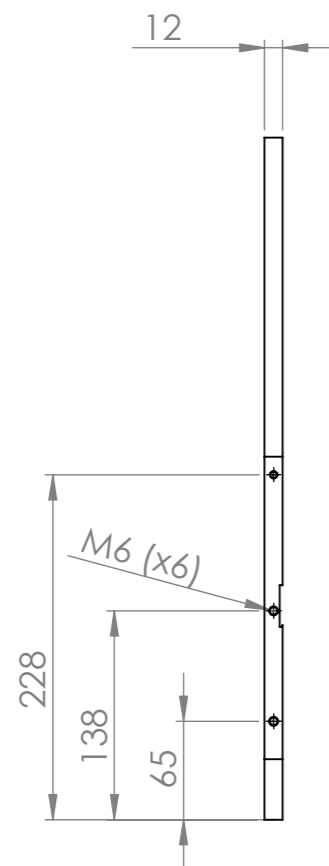
Material: POM

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conjunto: 3


Nº Pieza: 3.3

Medidas material: 270 x 130 x 40



NOTA: de este plano se fabricarán 2 de espesor 12 mm y una de espesor 20 mm (separadora central)

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Nombre: Luis Miguel García Rodríguez	
	Fecha: 06/07/2017	
Conjunto: 3	Nº Pieza: 3.4	Cantidad: 2+1
		Material: Al 5083
Medidas material: 665 x 455 x 12/20		

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

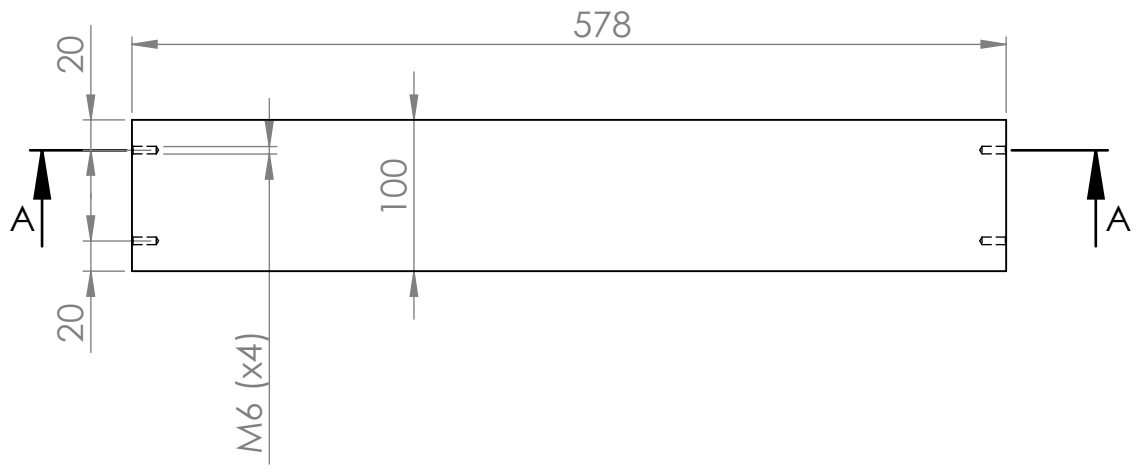
C

B

B

A

A



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 2

Material: Al 5083

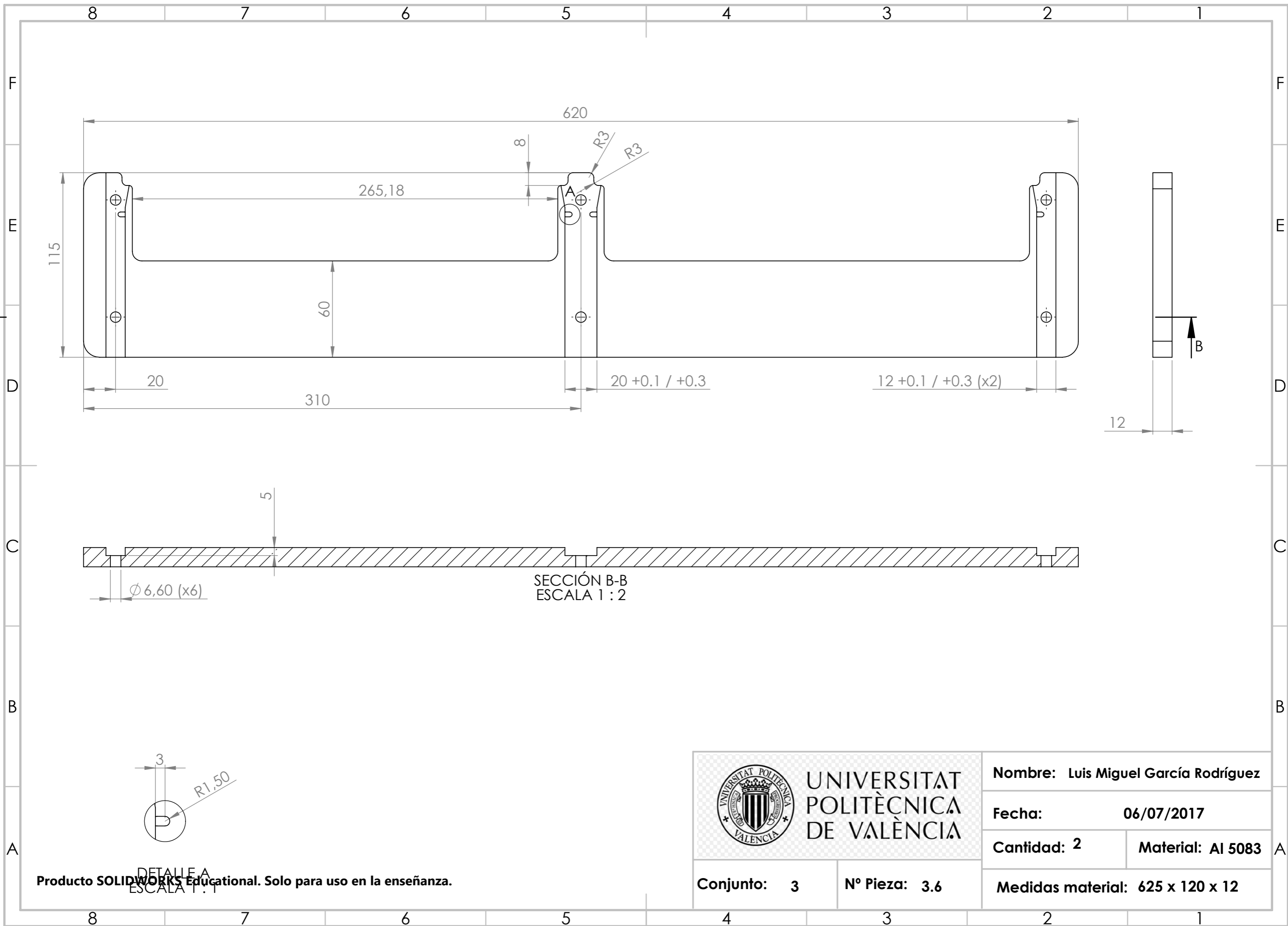
Producto: SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conjunto: 3

Nº Pieza: 3.5

Medidas material: 585 x 105 x 10

4 3 2 1



Nombre: Luis Miguel García Rodríguez	
Fecha: 06/07/2017	
Cantidad: 2	Material: Al 5083
Medidas material: 625 x 120 x 12	

Conjunto: 3	Nº Pieza: 3.6
--------------------	----------------------

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

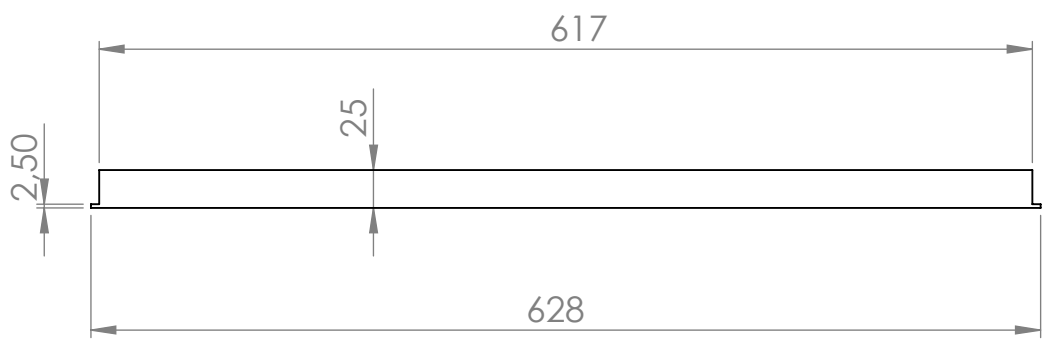
C

B

B

A

A



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 4

Material: Acero

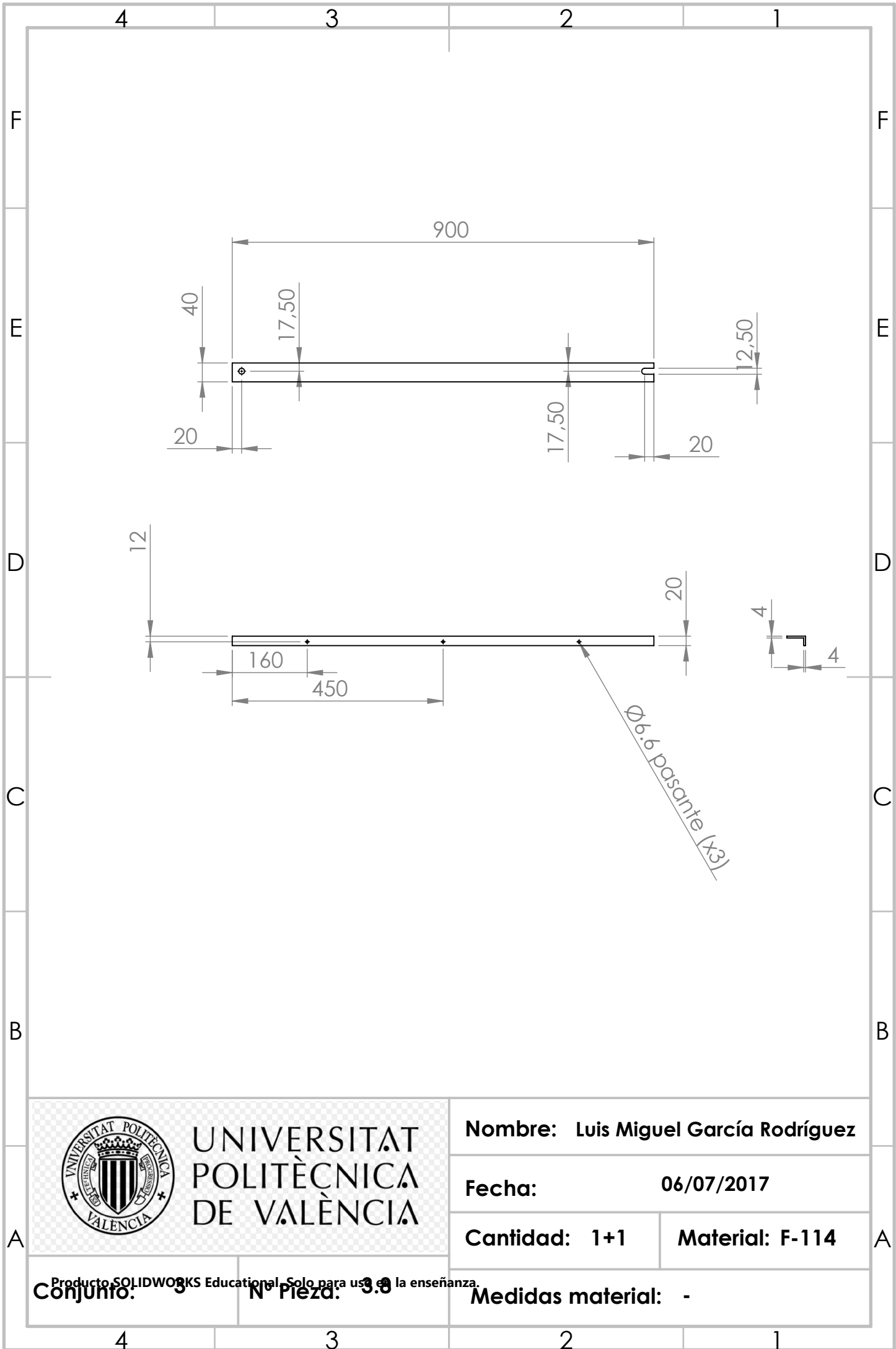
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conjunto: 3

Nº Pieza: 3.7

Medidas material: -

4 3 2 1



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Nombre: Luis Miguel García Rodríguez

Fecha: 06/07/2017

Cantidad: 1+1

Material: F-114

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conjunto: 3

Nº Pieza: 3.9

Medidas material: -

10. Bibliografía

Las fuentes consultadas como apoyo para el desarrollo del trabajo han sido las siguientes:

- Los apuntes aportados por el profesor de la asignatura: Procesos de fabricación (cursada en segundo curso)
- Picazo, C. B. (2016). Desarrollo de sistema de bajo coste para termoconformado por vacío de láminas plásticas.
- <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/60342/TFM%20-%20Belmonte%20Picazo,%20C..pdf?sequence=1>
- <https://spanish.alibaba.com/product-detail/tpm-1000-thermoforming-packaging-machine-141840357.html>
- <https://www.youtube.com/watch?v=WaFwBfKfWuk>
- <https://es.slideshare.net/lalomor2000/caracteristicas-de-polimeros-ii> (contracciones termoplásticos)
- <https://www.youtube.com/watch?v=SkpmoODoPpU>
- Catálogo de maquinaria facilitado por la marca Kieffel, dedicada al mundo del termoconformado.