

E.T.S. de Ingeniería Industrial, Informática  
y de Telecomunicación

# Diseño de una máquina de inyección de plástico



Grado en Ingeniería

Trabajo Fin de Grado

Javier Sancho Berenguer

Faustino Gimena Ramos

Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, 1/06/2022

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ref. 05/2022  
DISEÑO DE UNA MÁQUINA  
DE  
INYECCIÓN DE PLÁSTICO

ref. 05/2022  
DISEÑO DE UNA MÁQUINA  
DE  
INYECCIÓN DE PLÁSTICO

### **RESUMEN.**

El trabajo consistirá en el diseño de una máquina de inyección de plástico para implementarla en una empresa ficticia que se dedica al asesoramiento y diseño de instalaciones de cultivo, así como a la comercialización de productos relacionados con este ámbito. Por lo tanto, para que la empresa sea más competitiva, ha decidido comercializar con más productos entre los que se encuentran las tuberías de polietileno que se utilizan en los sistemas de riego, los cuales se van a fabricar mediante la máquina de moldeo por inyección que se va a diseñar. Teniendo esto en cuenta, se diseñará la máquina y sus componentes más importantes partiendo de diferentes parámetros relacionados con la productividad que vaya a tener la máquina.

### **PALABRAS CLAVE.**

Máquina de inyección, molde, presión de inyección, fuerza de cierre, cilindro de inyección, polietileno, unidad de inyección, unidad de cierre, estructura, reductora y husillo.

ref. 05/2022  
DISEÑO DE UNA MÁQUINA  
DE  
INYECCIÓN DE PLÁSTICO

## ÍNDICE.

1	OBJETO.....	1
2	PROYECTISTA.....	1
3	ALCANCE.....	1
4	ANTECEDENTES.....	2
5	DIMENSIONAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN.....	4
5.1	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.....	4
5.2	POLIETILENO.....	5
5.3	ETAPAS DEL PROCESO DE MOLDEO POR INYECCIÓN.....	7
5.3.1	FASE 1. CIERRE DEL MOLDE.....	7
5.3.2	FASE 2. ALIMENTACIÓN.....	8
5.3.3	FASE 3. PLASTIFICACIÓN O DOSIFICACIÓN.....	9
5.3.4	FASE 4. INYECCIÓN.....	10
5.3.5	FASE DE LLENADO.....	10
5.3.6	FASE DE MANTENIMIENTO.....	10
5.3.7	FASE 5. APERTURA DE MOLDE Y EXPULSIÓN DE PIEZA.....	11
5.3.8	FASE 6. ENFRIAMIENTO DE LA PIEZA.....	11
5.4	DURACIÓN DE UN CICLO DE TRABAJO.....	12
5.4.1	TIEMPO DE CIERRE DEL MOLDE.....	13
5.4.2	TIEMPO DE INTRODUCCIÓN DEL PLÁSTICO EN LA TOLVA.....	13
5.4.3	TIEMPO DE FUSIÓN DEL PLÁSTICO.....	13
5.4.4	TIEMPO DE LLENADO O DE INYECCIÓN.....	14
5.4.5	TIEMPO DE COMPACTACIÓN O DE MANTENIMIENTO.....	15
5.4.6	TIEMPO DE RETROCESO DE LA UNIDAD DE INYECCIÓN.....	15
5.4.7	TIEMPO DE ENFRIAMIENTO.....	15
5.4.8	TIEMPO DE APERTURA DEL MOLDE.....	16
5.4.9	TIEMPO DE EXTRACCIÓN DE LA PIEZA.....	17
5.4.10	TIEMPO CON EL MOLDE ABIERTO.....	17
5.4.11	TIEMPO DE CICLO.....	17
5.4.12	TIEMPO DE TRABAJO.....	18
5.5	PRODUCTIVIDAD DE LA MÁQUINA.....	19
5.5.1	OPERARIOS DE LA MÁQUINA.....	19
6	UNIDAD DE INYECCIÓN.....	19

6.1	COMPONENTES.....	20
6.1.1	TOLVA DE ALIMENTACIÓN.....	20
6.1.2	CILINDRO DE INYECCIÓN.....	21
6.1.3	HUSILLO.....	25
6.1.4	CILINDROS ACTUADORES.....	27
6.1.5	EMPUJADORES.....	28
6.1.6	CILINDROS DE APOYO.....	29
6.2	ENSAMBLAJE UNIDAD DE INYECCIÓN.....	30
6.3	TABLA DE COMPONENTES Y MATERIALES.....	30
7	UNIDAD DE CIERRE Y MOLDE.....	31
7.1	SISTEMA DE MOLDEO.....	32
7.1.1	BEBEDERO.....	32
7.1.2	PLACA FIJA MOLDE.....	33
7.1.3	PLACA MÓVIL MOLDE.....	34
7.1.4	PLACA SOPORTE.....	35
7.1.5	CAJA DE LA PLACA EXPULSORA.....	36
7.1.6	PLACA EXPULSORA.....	36
7.1.7	RESUMEN SISTEMA DE MOLDEO.....	37
7.2	SISTEMA DE CIERRE.....	38
7.2.1	CILINDROS DE CIERRE.....	38
7.2.2	CILINDRO DE EXPULSIÓN.....	39
7.3	ENSAMBLAJE UNIDAD DE CIERRE.....	40
7.4	TABLA DE COMPONENTES Y MATERIALES.....	40
8	SISTEMA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD.....	41
8.1	VELOCIDADES DE GIRO.....	41
	ETAPAS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD.....	42
8.2	NÚMERO DE DIENTES Y DIMENSIONES DE LOS ENGRANAJES.....	43
8.3	DIMENSIONES DE LOS EJES.....	45
8.3.1	EJE 1.....	46
8.3.2	EJE 2.....	47
8.3.3	EJE 3.....	47
8.3.4	EJE 4.....	48
8.4	CAJA REDUCTORA.....	48
8.5	ENSAMBLAJE SISTEMA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD.....	49

8.6	TABLA DE COMPONENTES Y MATERIALES. ....	49
9	ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA. ....	50
9.1	ESTRUCTURA PRINCIPAL. ....	50
9.2	UNIÓN MOTOR DE INDUCCIÓN. ....	52
9.3	UNIÓN REDUCTORA. ....	53
9.4	UNIÓN CILINDROS ACTUADORES. ....	53
9.5	UNIÓN CILINDROS DE APOYO. ....	54
9.6	UNIÓN CILINDRO DE INYECCIÓN. ....	55
9.7	RESULTADO UNIDAD DE INYECCIÓN. ....	55
9.8	UNIÓN PLACA FIJA MOLDE. ....	56
9.9	UNIÓN MOLDE. ....	57
9.10	UNIÓN CILINDROS DE CIERRE Y CILINDRO DE EXPULSIÓN. ....	57
9.11	APOYOS BARRAS LONGITUDINALES. ....	58
9.12	RESULTADO UNIDAD DE CIERRE. ....	60
9.13	TABLA DE COMPONENTES Y MATERIALES. ....	60
10	VALIDACIONES. ....	62
10.1	PILARES DE UNIÓN. ....	63
10.2	BARRAS LONGITUDINALES. ....	64
10.3	PILARES CILINDRO DE INYECCIÓN. ....	65
10.4	PILARES TRASEROS. ....	66
11	Bibliografía. ....	68
12	ANEXOS. ....	69
12.1	VALIDACIÓN PILARES DE UNIÓN. ....	70
12.2	VALIDACIÓN BARRAS LONGITUDINALES. ....	78
12.3	VALIDACIÓN PILARES CILINDRO DE INYECCIÓN. ....	83
12.4	VALIDACIÓN PILARES TRASEROS. ....	90
13	PLANOS. ....	98
13.1	PLANO DE CONJUNTO. ....	101
13.2	PLANO SUBENSAMBLAJE UNIDAD DE INYECCIÓN. ....	102
13.3	PLANO SUBENSAMBLAJE UNIDAD DE CIERRE. ....	103
13.4	PLANO SUBENSAMBLAJE SISTEMA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD. ....	104
13.5	PLANO SUBENSAMBLAJE ESTRUCTURA UNIDAD DE INYECCIÓN. ....	105
13.6	PLANO SUBENSAMBLAJE ESTRUCTURA UNIDAD DE CIERRE. ....	106
13.7	PLANO TOLVA. ....	107

13.8	PLANO HUSILLO.....	108
13.9	PLANO CILINDRO ACTUADOR.....	109
13.10	PLANO CILINDRO DE APOYO.....	110
13.11	PLANO EMPUJADOR.....	111
13.12	PLANO PISTÓN 1.....	112
13.13	PLANO PISTÓN 2.....	113
13.14	PLANO PISTÓN 3.....	114
13.15	PLANO CILINDRO DE INYECCIÓN.....	115
13.16	PLANO BANDA CALEFACTORA 2.....	116
13.17	PLANO BANDA CALEFACTORA 1.....	117
13.18	PLANO BEBEDERO.....	118
13.19	PLANO CILINDRO DE CIERRE.....	119
13.20	PLANO CILINDRO DE EXPULSIÓN.....	120
13.21	PLANO PISTÓN DE CIERRE.....	121
13.22	PLANO PLACA EXPULSORA.....	122
13.23	PLANO PLACA SOPORTE.....	123
13.24	PLANO CAJA PLACA EXPULSORA.....	124
13.25	PLANO UNIONES CAJA PLACA EXPULSORA.....	125
13.26	PLANO PLACA FIJA MOLDE.....	126
13.27	PLANO MOLDE.....	127
13.28	PLANO CAJA REDUCTORA.....	128
13.29	PLANO EJE 2.....	129
13.30	PLANO EJE 3.....	130
13.31	PLANO EJE 4.....	131
13.32	PLANO ENGRANAJE Z = 12.....	132
13.33	PLANO ENGRANAJE Z = 48.....	133
13.34	PLANO ENGRANAJE Z = 60.....	134
13.35	PLANO RODAMIENTO.....	135
13.36	PLANO EJE 1.....	136
13.37	PLANO ANILLO DE RETENCIÓN 1.....	137
13.38	PLANO ANILLO DE RETENCIÓN 2.....	138
13.39	PLANO PILARES CILINDRO DE INYECCIÓN.....	139
13.40	PLANO APOYO DELANTERO CILINDRO DE APOYO.....	140
13.41	PLANO APOYO TRASERO CILINDRO DE APOYO.....	141



13.42	PLANO APOYO DELANTERO CILINDRO ACTUADOR.....	142
13.43	PLANO APOYO TRASERO CILINDRO ACTUADOR. ....	143
13.44	PLANO APOYOS MOTOR.....	144
13.45	PLANO APOYO REDUCTORA.....	145
13.46	PLANO CUADRANTE SUPERIOR/INFERIOR UNIDAD DE INYECCIÓN.....	146
13.47	PLANO PILARES DE UNIÓN. ....	147
13.48	PLANO RIGIDIZADOR. ....	148
13.49	PLANO VIGA SUPERIOR CILINDRO DE INYECCIÓN.....	149
13.50	PLANO VIGA INFERIOR CILINDRO DE INYECCIÓN.....	150
13.51	PLANO VIGA REDUCTORA. ....	151
13.52	PLANO BARRAS CILINDROS DE APOYO.....	152
13.53	PLANO APOYO CILINDRO DE CIERRE DELANTERO. ....	153
13.54	PLANO APOYO CILINDRO DE CIERRE TRASERO. ....	154
13.55	PLANO APOYO VIGA INFERIOR.....	155
13.56	PLANO BARRAS TRANSVERSALES. ....	156
13.57	PLANO CUADRANTE SUPERIOR UNIDAD DE CIERRE. ....	157
13.58	PLANO CUADRANTE INFERIOR UNIDAD DE CIERRE. ....	158
13.59	PLANO EMPALME.....	159
13.60	PLANO PILAR CENTRAL.....	160
13.61	PLANO PILAR LATERAL. ....	161
13.62	PLANO PLACA CENTRAL.....	162
13.63	PLANO SOPORTE PLACA CENTRAL. ....	163
13.64	PLANO VIGA INFERIOR. ....	164
13.65	PLANO VIGA TRASERA 1. ....	165
13.66	PLANO VIGA TRASERA 2. ....	166
13.67	PLANO APOYO PILARES TRASEROS. ....	167
13.68	PLANO PILARES TRASEROS.....	168
13.69	PLANO APOYO PILARES INTERMEDIOS. ....	169
13.70	PLANO PILARES INTERMEDIOS.....	170
13.71	PLANO SOPORTE BARRAS LONGITUDINALES.....	171
13.72	PLANO VIGA DE APOYO SOPORTE INTERMEDIO.....	172
13.73	PLANO VIGA DE UNIÓN PILAR INTERMEDIO.....	173

ref. 05/2022  
DISEÑO DE UNA MÁQUINA  
DE  
INYECCIÓN DE PLÁSTICO

ÍNDICE

## 1 OBJETO.

El presente proyecto tiene como objetivo el **diseño** de una **máquina de inyección de plástico** y el **dimensionamiento de su producción**, para que la empresa que han heredado las **primas Camino Sarasate** y **Mari José Sarasate**, la cual se dedica al asesoramiento y diseño de plantaciones de cultivo, así como a la comercialización de diversos productos relacionados con la agricultura, pueda ser más competitiva en un mercado que actualmente destaca por su exigencia mediante la producción de **tuberías de polietileno** para las canalizaciones de agua en las instalaciones de cultivo.

Para ello se diseñarán los componentes de las partes más importantes en las que se puede dividir una **máquina de inyección de plástico** como son la **unidad de inyección**, la **unidad de cierre** y también el **molde** en el que se obtendrá el producto final. También se diseñarán otras partes que no participan de manera directa en el proceso de inyección como son el **accionamiento** de la máquina y la **estructura** sobre la cual se va a apoyar.

Todo lo anterior se diseñará en base a unos parámetros de diseño que estarán relacionados directamente con la **producción** que vaya a tener la máquina y que al mismo tiempo marcará las diferentes **etapas y fases** del **proceso productivo** que ocurren desde que se introduce el plástico en la máquina hasta que se extrae el producto final.

No formará parte de este proyecto el diseño del **sistema de control** de la máquina de inyección de plástico, pese a ello, se indicará el orden el que se realizan algunas de las **fases o etapas** correspondientes al **proceso de inyección**. Tampoco formará parte de este proyecto la parte **eléctrica** de la máquina, así como tampoco las partes **hidráulicas** de la máquina.

Se indicarán los componentes de la máquina que se deberán unir mediante elementos de unión normalizados, pero no se seleccionarán estos elementos.

## 2 PROYECTISTA.

El ingeniero en tecnologías industriales **Javier Sancho Berenguer** será el encargado de diseñar los componentes de la máquina y de dimensionar su producción.

## 3 ALCANCE.

Este proyecto va a permitir a la empresa dirigida por las primas **Sarasate** ser más competitiva, debido a que mediante la **máquina de moldeo por inyección** van a poder disponer en su empresa de uno de los medios de producción más **elevados** y también **económicos** que actualmente existen, ya que se puede conseguir de manera relativamente sencilla grandes cantidades de **objetos/piezas** con gran variedad de formas tanto sencillas como complejas, partiendo de materia prima del mismo **plástico** que a su vez también puede encontrarse en gran variedad de formas, de manera que este se funde y se inyecta a alta presión en un molde que presenta la forma final de la

pieza que se quiere obtener. Por lo tanto, resulta económico ya que se pueden conseguir elevadas velocidades de producción obteniendo piezas con buena **precisión dimensional** evitando procesos de **montaje** pese a que los costes de **utillaje** son relativamente elevados sobre todo los del **molde**.

#### 4 ANTECEDENTES.

Hoy en día existen multitud de objetos que están fabricados mediante algún tipo de **plástico** en cualquier tipo de aplicación, bien sean objetos cotidianos como utensilios de **cocina o juguetes** hasta objetos más complejos como algunas partes del automóvil como por ejemplo el **parachoques** entre otros. Esto es debido a que se pueden obtener del planeta gran variedad de tipos de plásticos los cuales gracias a su versatilidad y eficiencia de uso permiten que puedan utilizarse en prácticamente cualquier aplicación ya que tras fundirse pueden adaptarse a prácticamente cualquier forma. Actualmente los métodos de conformado de plásticos más utilizados son los siguientes:

- Moldeo por extrusión.
- Moldeo por soplado.
- Termoconformado.
- **Moldeo por inyección.**

De los cuales se ha elegido para este proyecto el proceso de **moldeo por inyección** debido a que este es el proceso más utilizado cuando se quieren tener tasas de productividad **elevadas**. Además, con este proceso se puede utilizar prácticamente cualquier **termoplástico**, que son una de las tres familias de plásticos existentes (junto con los **termoestables** y los **elastómeros**) que se caracterizan por **ablandarse** cuando su **temperatura aumenta**, lo cual facilita su **conformado**. Algunos de los termoplásticos que se pueden utilizar en este proceso son los siguientes:

- Acrilonitrilo butadieno estireno (**ABS**).
- Poliamida (**PA**).
- Poliestireno (**PS**).
- Policarbonato (**PC**).
- Polipropileno (**PP**).
- Polietileno (**PE**).
- Policloruro de vinilo (**PVC**).

Conceptualmente el proceso de **moldeo por inyección** es sencillo, ya que consiste en introducir la materia prima del plástico en una **tolva** para que caiga en el interior de un **cilindro calefactor** en el que se funde para que posteriormente sea inyectado en el **molde** a alta presión mediante un **husillo** que impulsará el plástico fundido a través de una pequeña cavidad. En la **figura 1** se muestra el diseño de una máquina genérica de **moldeo por inyección** en la que se distinguen los elementos nombrados anteriormente:

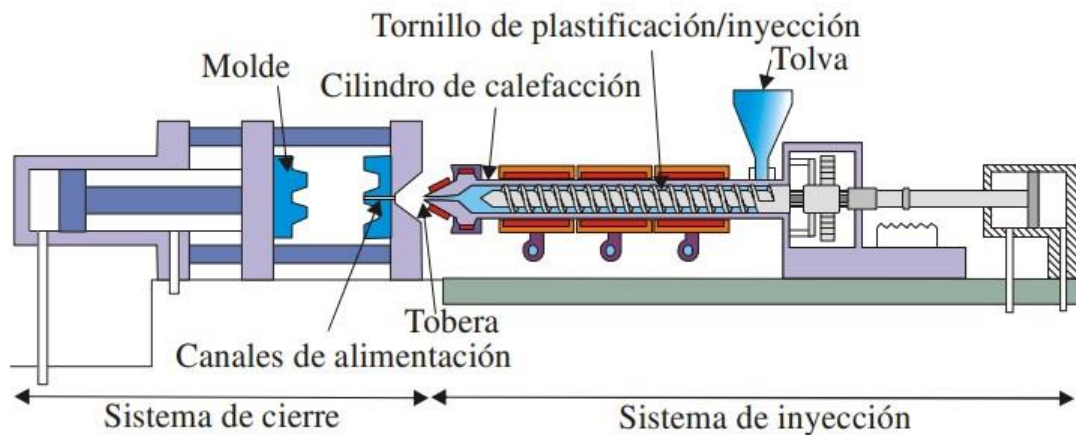


Figura 1

El hecho de que el proceso de **moldeo por inyección** sea uno de los más utilizados es en gran parte debido a que presenta las siguientes **ventajas** que le hacen ser muy competitivo:

- Se pueden conseguir **velocidades de producción elevadas**.
- Se consiguen piezas con buena **precisión dimensional**.
- Se pueden producir piezas de diversos **tamaños** y formas **complejas**.
- La pieza se realiza en una sola **etapa**.
- El proceso se puede **automatizar**.
- Debido a que el material utilizado es plástico, no existen problemas de **corrosión**.
- El **desecho** de material puede llegar a ser nulo o muy pequeño en los casos en los que haya pudiéndose reutilizar posteriormente.
- Los costes de **mano de obra** son bajos.

Sin embargo, pese a todas las ventajas nombradas anteriormente, el principal **inconveniente** de las máquinas de **moldeo por inyección** es el elevado coste del **utillaje** de la máquina, es decir, el coste de todo lo relacionado con el diseño y el proceso de fabricación del **molde**, ya que cuanto más complejas sean las piezas que se quieren inyectar, el molde también será más complejo. No obstante, en el presente proyecto se van a producir tubos cuya geometría es sencilla, por lo tanto, el coste del **molde** no supondrá gran problema.

## 5 DIMENSIONAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN.

En este apartado se calcularán todos los parámetros que estén relacionados con la **producción** que vaya a realizar la **máquina de inyección de plástico** durante los diferentes periodos o ciclos de trabajo que realice. De modo que también se establecerán una serie de bases y criterios que servirán como referencia para posteriormente poder dimensionar algunos de los componentes más importantes de la máquina, como los **sistemas de inyección** y también el propio **molde**, ya que de este dependerá la cantidad de tubos que produzca la máquina.



### 5.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.

Antes de realizar el **dimensionado de la producción** se deberá conocer bien cómo va a ser el producto que va a producir de la máquina, en lo que se refiere sobre todo a sus dimensiones y formas, para así poder conocer cuanta cantidad de **materia prima** se va a necesitar para producir una determinada cantidad de tubos, y también para poder diseñar el molde de manera correcta.

Tal y como se ha comentado en apartados anteriores, el producto que se va a producir son **tubos de polietileno** para las canalizaciones de agua en los sistemas de riego de instalaciones de cultivo, aunque también podrán ser utilizadas para cualquier aplicación que requiera la canalización de agua (blog.valvulasarco, 2018).

Las dimensiones que tendrán los tubos se corresponderán con la normativa **UNE 53387-1**, que establece los sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua para microrriego, y en este caso establece las especificaciones para tubos de **polietileno**. Esta normativa establece que los tubos deben presentar los diámetros que se muestran en la **figura 2**:

Diámetro Exterior DN	Diámetro interior medio $d_{im}$ mm	Espesor	
		S10 PN2.5 e	S6,3 PN4 e
12	10,0 + 0,3	1,00 + 0,3	1,10 + 0,3
16	13,6 + 0,3	1,20 + 0,4	1,40 + 0,4
20	17,4 + 0,3	1,30 + 0,4	1,50 + 0,4
25	22,2 + 0,3	1,40 + 0,4	1,90 + 0,4
25*	21,2 + 0,3	-	1,90 + 0,4

\* Solo cuando el producto va a ser unido con accesorio mecánico externo, y solo para PN4.

Figura 2

Por lo tanto, se decidirá que los tubos que se fabriquen tengan las dimensiones que se muestran en la **tabla**:

DIMENSIONES TUBOS				
Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Volumen (cm <sup>3</sup> )
25	22,2	1,4	1500	160

En la **figura 3** se muestra una representación gráfica descriptiva de los tubos que se van a producir:



Figura 3

## 5.2 POLIETILENO.

Antes de empezar con todo lo relacionado con el dimensionamiento de la producción se realizará un pequeño inciso en el cual se explicarán algunas de las **propiedades** y **características** más importantes del material con el que se van a producir los tubos, el cual es el **polietileno de alta densidad**.



Se ha elegido este material en concreto debido a que presenta una serie de **ventajas** (blog.valvulasarco, 2018) que no deben de pasar desapercibidas y que tienen gran importancia en instalaciones de tuberías en las que se quiera transportar agua. A continuación, se listan las **ventajas** que ofrece el uso de este material en las instalaciones de tuberías:

- Facilidad de **montaje**.
- Presentan una gran **durabilidad**. Su **vida útil** es de al menos **50 años**.
- Presentan gran **resistencia** a la **corrosión**, a la mayor parte de **agentes químicos** y también aguantan **ambientes agresivos**.
- Presentan una gran **elasticidad**, lo que le permite soportar golpes de ariete en comparación con otro tipo de materiales.
- Tienen gran capacidad **aislante**, lo que provoca que las tuberías no se **congelen**.
- Su **instalación** resulta **sencilla** ya que se pueden adaptar a cualquier tipo de **terreno** y su **transporte** no resulta costoso.
- El **interior** de las tuberías es **liso**, por lo tanto, se reduce la **fricción** entre el fluido circulante y los tubos lo que a su vez provocará una disminución de las **pérdidas de carga**.
- Son **atóxicas**, por lo tanto, funcionan perfectamente para la conducción de agua potable.

Una vez nombradas algunas de las **ventajas** de utilizar este tipo de material para la **conducción de agua** en tuberías se puede decir que este material es prácticamente **ideal** para esta aplicación.

Por otro lado, en la **tabla** se indican algunas de las propiedades del **polietileno** (Barcelona, s.f.) que servirán posteriormente para realizar algunos cálculos relacionados con diferentes aspectos del **dimensionamiento de la producción**.

PROPIEDADES					
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad fundido (g/cm <sup>3</sup> )	Capacidad Calorífica específica (J/kg*C)	Módulo elástico (GPa)	Conductividad Térmica (W/m*K)	Temperatura de fusión (C)
0,95	0,8	1810	1,86	0,48	130-137

De donde será necesario conocer las **densidades** del plástico tanto en estado sólido como fundido para poder saber las cantidades de materia prima que se van a utilizar



durante los periodos de trabajo de la máquina. Otro parámetro que también tiene importancia es la **capacidad calorífica específica** ya que permitirá determinar la cantidad **calor** y **energía** necesaria para fundir una determinada cantidad de plástico a una temperatura determinada.

### 5.3 ETAPAS DEL PROCESO DE MOLDEO POR INYECCIÓN.

Desde que se introduce la materia prima del plástico en la **tolva de alimentación** hasta que se extrae el producto terminado de la máquina suceden de manera secuencial diferentes **fases** o **etapas** las cuales es necesario nombrar y tener en cuenta para posteriormente estimar el **tiempo** de duración de cada una de las fases y así poder saber cuántos tubos se van a producir durante un determinado periodo de trabajo preestablecido.

En primer lugar, se nombrarán cada una de las **fases** (Serrano, 2018) que forman parte del proceso y se realizará una breve descripción de cada una de ellas. Las **fases** que interviene en el proceso son las siguientes:

- **Fase 1:** Cierre del molde.
- **Fase 2:** Alimentación.
- **Fase 3:** Plastificación o dosificación.
- **Fase 4:** Inyección.
  - Fase de llenado.
  - Fase de mantenimiento.
- **Fase 5:** Apertura de molde y expulsión de pieza.
- **Fase 6:** Enfriamiento de la pieza.

#### 5.3.1 FASE 1. CIERRE DEL MOLDE.

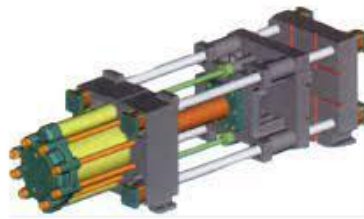
Esta primera fase tendrá lugar en la **unidad de cierre** de la máquina de inyección, en donde los actuadores que en este caso serán hidráulicos, generarán la fuerza necesaria para cerrar el molde y para que este no se pueda abrir durante la inyección del plástico fundido en el propio molde, ya que debido a la **presión de inyección** el plástico generará una fuerza para intentar abrir el molde que será contrarrestada por la fuerza nombrada anteriormente que se conoce como **fuerza de cierre**. Esta fuerza se obtiene de la siguiente forma:

$$F = P_i * A_p$$

En donde:

- **P<sub>i</sub>:** Presión de inyección.
- **A<sub>p</sub>:** Área proyectada.

Este es uno de los parámetros de diseño más importantes de la máquina que se determinará posteriormente cuando se diseñe la **unidad de cierre** de la máquina.



### 5.3.2 FASE 2. ALIMENTACIÓN.

Esta segunda fase sí que tiene lugar en la **unidad de inyección** de la máquina, concretamente en un elemento básico como lo es la **tolva de alimentación**. Esta tolva tendrá forma de embudo y tendrá la capacidad suficiente para producir la cantidad de tubos deseada. Su forma cónica en sentido descendente provocará que el plástico vaya introduciéndose poco a poco en el **cilindro de inyección** para así posteriormente facilitar la fusión del material y evitar posibles aglomeraciones. En la **figura 4** se muestra una descripción gráfica de la forma que tienen las tolvas de alimentación en este tipo de máquinas.



Figura 4

El plástico se introducirá en la tolva en forma de pequeños **gránulos** para facilitar su manipulación.



Por otro lado, la tolva se diseñará para que pueda contener un volumen de  $1200 \text{ cm}^3$  (1140 g) de plástico para así poder fundir el plástico necesario para que el proceso se realice correctamente y que no falte plástico ya que habrá que tener en cuenta las pérdidas por contracciones y diversos efectos.

### 5.3.3 FASE 3. PLASTIFICACIÓN O DOSIFICACIÓN.

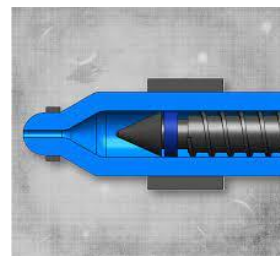
Esta será una de las fases más importantes ya que será la fase en la que el plástico pasará de encontrarse en estado **sólido** a estar en estado **plástico** o **fundido** para poder ser inyectado a presión en el molde. Esta fase también tendrá lugar en la **unidad de inyección** en donde participarán los siguientes elementos:

- Sistema de calefacción.
- Husillo.
- Cilindro.
- Boquilla de inyección.

De manera que el plástico proveniente de la **tolva** se introducirá en el **cilindro** en el que se encontrará concéntricamente el **husillo** y en el exterior estará colocado el **sistema de calefacción** en forma de **bandas** o **anillos calefactores** que producirán la **fusión** del plástico a medida que avanza a lo largo del cilindro.



Conforme vaya entrando el plástico en el cilindro el **husillo** se encargará de que vaya avanzando gracias a su **hélice** en forma de espiral y también a su movimiento de rotación. Además, el **husillo** facilitará la **homogeneización** del plástico fundido hasta obtener la mezcla óptima para así facilitar la inyección hacia el molde. Una vez que se haya fundido el plástico y haya llegado a la parte final del **cilindro**, el **husillo** ejercerá una fuerza sobre el plástico fundido para producir la **presión de inyección** necesaria. El cilindro y el molde estarán conectados mediante la **boquilla de inyección**.



De manera que la **boquilla de inyección** será el elemento que conecte el **cilindro** con el **bebedero** y posteriormente con el **molde** y su forma será tal que se genere una **transición** gradual desde el diámetro del cilindro hasta un diámetro mucho menor. En la **figura 5** se muestra el recorrido que sigue el plástico desde que se introduce en el cilindro hasta que se funde completamente para ser inyectado.

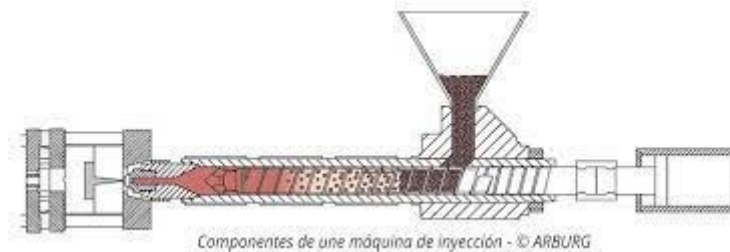


Figura 5

#### 5.3.4 FASE 4. INYECCIÓN.

Esta fase se trata de la más **crítica** del proceso de inyección ya que de ella dependerá que el producto que se quiera realizar salga de la máquina de la mejor manera posible. Para ello habrá que tener en cuenta una serie de parámetros relacionados entre sí que tienen que ver con las diferentes presiones, velocidades y temperaturas que se dan en los diferentes elementos que forman parte del proceso.

Debido a las características de los termoplásticos al enfriarse, se distinguen 2 fases dentro de esta fase, que son la **fase de llenado** y la **fase de mantenimiento**.

En el presente caso se inyectarán en esta fase  $800 \text{ cm}^3$  de plástico, por lo tanto, el plástico sobrante que se quedará en el cilindro de inyección:

$$V = 1140\text{g} * 0,8\text{g}/\text{cm}^3 = 912\text{cm}^3 - 800 \text{ cm}^3 = 112 \text{ cm}^3$$

El cual se utilizará posteriormente para compensar las pérdidas debidas a la contracción del plástico tras la primera inyección.

#### 5.3.5 FASE DE LLENADO.

Durante esta fase se produce la inyección que hace que se llenen completamente los moldes, por lo tanto, se inyectarán  $800 \text{ cm}^3$  de plástico. Esta primera fase de inyección se realiza a la **presión inicial** o de **llenado** que se corresponde con la **presión de inyección**.

#### 5.3.6 FASE DE MANTENIMIENTO.

Durante esta segunda fase de inyección lo que se hace es introducir más cantidad de material plástico fundido para así poder compensar lo que se ha perdido al contraerse el material durante la **solidificación**. El plástico que se inyecta es el que ha sobrado tras realizar inyección anterior. El cual es en este caso:

$$V = 112 \text{ cm}^3$$

Esta segunda etapa de inyección se realiza a una presión que se denomina **presión de mantenimiento** o de **compactación**.

### 5.3.7 FASE 5. APERTURA DE MOLDE Y EXPULSIÓN DE PIEZA.

Una vez que se ha solidificado la pieza en el interior del molde y se considera que ha alcanzado la **temperatura de extracción**, se procede a abrir el **molde** y se expulsa la pieza gracias al **sistema de expulsión** que está formado de varios **pernos expulsores** los cuales son accionados **hidráulicamente** para poder empujar hacia fuera y así poder sacar los tubos del molde y así poder empezar otro nuevo **ciclo de inyección**. En la **figura 6** se muestra una representación gráfica de un **sistema de expulsión** genérico.

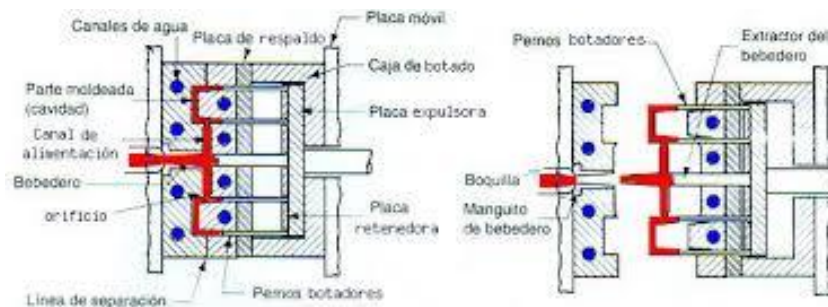


Figura 6

### 5.3.8 FASE 6. ENFRIAMIENTO DE LA PIEZA.

Esta es la última fase del proceso de inyección de plástico, pero empieza justo cuando el plástico fundido entra en contacto con el molde tras ser inyectado, de manera que esta fase se solapa con algunas de las fases anteriores y por ello hay que inyectar plástico una segunda vez.

El objetivo principal de esta fase es esperar el tiempo suficiente para que se haya solidificado la pieza completamente para que cuando sea expulsada no se produzcan deformaciones e irregularidades en ella. La contracción que se produce tras la primera inyección en el caso del polietileno de alta densidad se puede observar en la **figura 7** (MEXPOLÍMEROS, s.f.):

Polimero	Encogimiento % Contracción %
ABS	0.4 – 0.7
CA	0.3 – 0.7
CAB	0.2 – 0.5
CP	0.2 – 0.5
EVA	0.7 – 2.0
FEP	3.0 – 6.0
GPPS	0.2 – 0.8
HDPE	1.5 – 4.0
HIPS	0.2 – 0.8
IDPF	1.5 – 4.0

Figura 7

En este caso se supondrá que la contracción es de un 4 % tras la primera inyección, por lo tanto, el material que se perderá:

$$C = 0,04 * 800 \text{ cm}^3 = 32 \text{ cm}^3$$

De esta manera se comprueba que el plástico que ha sobrado tras la primera inyección es suficiente para compensar las pérdidas por contracción de material.

#### 5.4 DURACIÓN DE UN CICLO DE TRABAJO.

Tras nombrar y explicar todas y cada una de las **etapas/fases** que conforman un **ciclo de trabajo** del proceso de **moldeo por inyección**, se procederá a la estimación de la duración de cada una de ellas, así como de otro tipo de tareas o acciones que también participan de manera indirecta en el proceso para así poder conocer el tiempo total que dura un **ciclo de trabajo** y poder saber también cuántos ciclos de trabajo se van a realizar y cuál va a ser la **productividad** de la máquina.



Dentro de un **ciclo de trabajo**, se pueden tener en cuenta diferentes acciones o tareas, además de las fases nombradas anteriormente, desde que se introduce la materia prima en la **tolva** de alimentación hasta que sale el producto terminado del **molde**. Los **tiempos** correspondientes (Marcilla) a dichas acciones o tareas que se estimarán en este apartado serán los siguientes:

- **Tc = Tiempo** de cierre de molde.
- **Ti = Tiempo** de introducción del plástico en la tolva.
- **Tf = Tiempo** de fusión del plástico.
- **Tll = Tiempo** de llenado o de inyección.
- **Tm = Tiempo** de compactación o de mantenimiento.
- **Tr = Tiempo** de retroceso de la unidad de inyección.
- **Te = Tiempo** de enfriamiento.
- **Ta = Tiempo** de apertura del molde.
- **Tx = Tiempo** de extracción de la pieza.
- **Tma = Tiempo** con el molde abierto hasta empezar el siguiente ciclo.

Algunos de ellos se deberán de **estimar**, así que se escogerá un periodo de tiempo sobredimensionado para los casos que lo requieran.

#### 5.4.1 TIEMPO DE CIERRE DEL MOLDE.

Lo primero que se realiza en un proceso de inyección es cerrar el molde para que así este preparado para resistir las fuerzas que intentarán abrirlo debido a la presión de inyección. Durante esta etapa participarán los elementos actuadores del **sistema de cierre** que en este caso concreto será **hidráulico**, por lo tanto, el **tiempo de cierre del molde** dependerá solamente los actuadores hidráulicos. Dado que no existe un método técnico de determinar este tiempo se realizará una estimación.

Por lo tanto, se supondrá que el tiempo que tardan los actuadores hidráulicos en cerrar el molde:

$$T_c = 30 \text{ segundos}$$

#### 5.4.2 TIEMPO DE INTRODUCCIÓN DEL PLÁSTICO EN LA TOLVA.

Durante este periodo se tendrá en cuenta el tiempo que tarda el operario en meter la materia prima del plástico en la tolva. Al igual que en el caso anterior no existe tampoco un método para determinar este tiempo y también se realizará una estimación. Por lo tanto, el tiempo de introducción del plástico en la tolva será:

$$T_i = 60 \text{ segundos}$$

#### 5.4.3 TIEMPO DE FUSIÓN DEL PLÁSTICO.

Este periodo tendrá en cuenta el tiempo que tarda en pasar el plástico de la **tolva** de alimentación al **cilindro de inyección** y en fundirse completamente para así estar listo para ser inyectado en el molde. Para la determinación de este periodo entrará en juego un parámetro que es conocido como **capacidad de plastificación** (Ikastaroak, s.f.), el cual se expresa mediante la siguiente expresión:

$$\text{Capacidad de plastificación} = Z * P_p$$

En donde:

- **Z** = número de ciclos por minuto de husillo (rpm).
- **P<sub>p</sub>** = peso propio de la pieza (gr).

Este parámetro mide la cantidad de plástico que una máquina de inyección de plástico puede acondicionar por unidad de tiempo para ser inyectado.

Teniendo en cuenta que se quieren producir en un ciclo de trabajo **5 tubos de 160 cm<sup>3</sup>** cada uno de ellos, se producirán **800 cm<sup>3</sup>** de plástico. Por lo tanto, el peso de los tubos que se quieren producir será:

$$\text{Masa} = 800 \text{ cm}^3 * 0,95 \text{ g/cm}^3 = 760 \text{ g}$$

Por otro lado, con respecto a la velocidad de giro del husillo, todavía no se sabe cuál va a ser, por lo tanto, se tomará un primer valor de **14 rpm** y posteriormente se comprobará.

Según estos datos, la máquina tendrá una **capacidad de plastificación**:

$$C_p = 14\text{min}^{-1} * 760\text{g} = 10640 \text{ g/min} = 178 \text{ g/s}$$

Con el fin de evitar posibles defectos y pérdidas que puedan suceder durante la inyección, se introducirá en la tolva **1140 g** de plástico, de manera que el tiempo que se tardará en fundir esa cantidad a la velocidad de giro del husillo de 14 rpm y según la **capacidad de plastificación** determinada será:

$$T_f = 1140\text{g}/178\text{g/s} = 6,4 \text{ segundos}$$

Teniendo en cuenta que el polietileno se somete a una temperatura superior a la de fusión. Dado que este tiempo en principio parece pequeño se establecerá un cierto margen para esta fase del proceso. Por lo tanto, se tendrá en cuenta que el tiempo que va a durar esta fase será:

$$T_f = 30 \text{ segundos}$$

#### 5.4.4 TIEMPO DE LLENADO O DE INYECCIÓN.

El **tiempo de llenado o de inyección** representa el periodo que transcurre desde que se inyecta el plástico fundido hasta que se llena el molde. Como es lógico, dependerá del peso del plástico que se quiera inyectar y de la velocidad de inyección de la máquina, de manera que se viene dado mediante la siguiente expresión (Esobar, 2017):

$$T_{II} = P_p/v_i$$

En donde el peso se puede obtener de la siguiente forma:

$$P_p = 0,95\text{g/cm}^3 * 800\text{cm}^3 = 760 \text{ g}$$

El cual ya se había determinado en el apartado anterior. Por otro lado, la **velocidad de inyección** viene expresada por:

$$v_i = T_i_{\text{máquina}} * \text{Densidad}$$

En donde el primer término representa la **tasa de inyección** de la máquina, cuyo valor se tomará en principio **160 cm<sup>3</sup>/s**. Con estos valores, se tendrá la siguiente **velocidad de inyección**:

$$v_i = 160 \text{ cm}^3/\text{s} * 0,95 \text{ g/cm}^3 = 152 \text{ g/s}$$

Y finalmente se obtiene el **tiempo de llenado** o de inyección:

$$T_{II} = 760\text{g} / 152\text{g/s} = 5 \text{ segundos}$$



El cual no se sobredimensionará ya que se considera que es un resultado que puede ser coherente.

#### 5.4.5 TIEMPO DE COMPACTACIÓN O DE MANTENIMIENTO.

Durante este periodo lo que se hace es inyectar más plástico para compensar las pérdidas de material debido a las contracciones, por lo tanto, es un tiempo que también se deberá de estimar ya que habrá que esperar a que se enfríe la pieza para poder volver a inyectar de nuevo. Se inyectará el plástico que ha sobrado tras realizar la primera inyección. Por lo tanto, se supondrá para esta etapa:

$$T_m = 60 \text{ segundos}$$

#### 5.4.6 TIEMPO DE RETROCESO DE LA UNIDAD DE INYECCIÓN.

Una vez que se ha terminado de inyectar el plástico necesario para realizar el ciclo de inyección el husillo volverá a su posición inicial para poder realizar el siguiente ciclo. Dado que este periodo tan solo implica el movimiento del husillo será breve, por lo que se le asignará:

$$T_r = 20 \text{ segundos}$$

#### 5.4.7 TIEMPO DE ENFRIAMIENTO.

Otro periodo que también tiene relativa importancia en el proceso de inyección es el **tiempo de enfriamiento** ya que si es más corto de lo debido podrían aparecer varios **defectos** en las piezas obtenidas que limitarán su funcionamiento. Este periodo se puede expresar de la siguiente forma para piezas con secciones cilíndricas huecas (Ikastaroak, s.f.):

$$T_e = (-s^2/\pi^2 \cdot \alpha) \cdot \ln(4 \cdot (T_x - T_m)/(T_c - T_m) \cdot \pi)$$

En donde:

- **s** = espesor mínimo de la pieza [cm].
- **Alfa** = difusividad térmica de material [cm<sup>2</sup>/s].
- **tc** = temperatura a la que se extrae la pieza [C].
- **tm** = temperatura del molde [C].
- **tx** = temperatura del material fundido [C].

Los valores numéricos que se asignarán a cada uno de los parámetros nombrados anteriormente serán los siguientes:

- **s = 1,4 mm = 0,14 cm.**
- **tc = 100 C.**
- **tm = 40 C.**
- **tx = 200 C.**
- **α = 0,0028 cm<sup>2</sup>/s.**

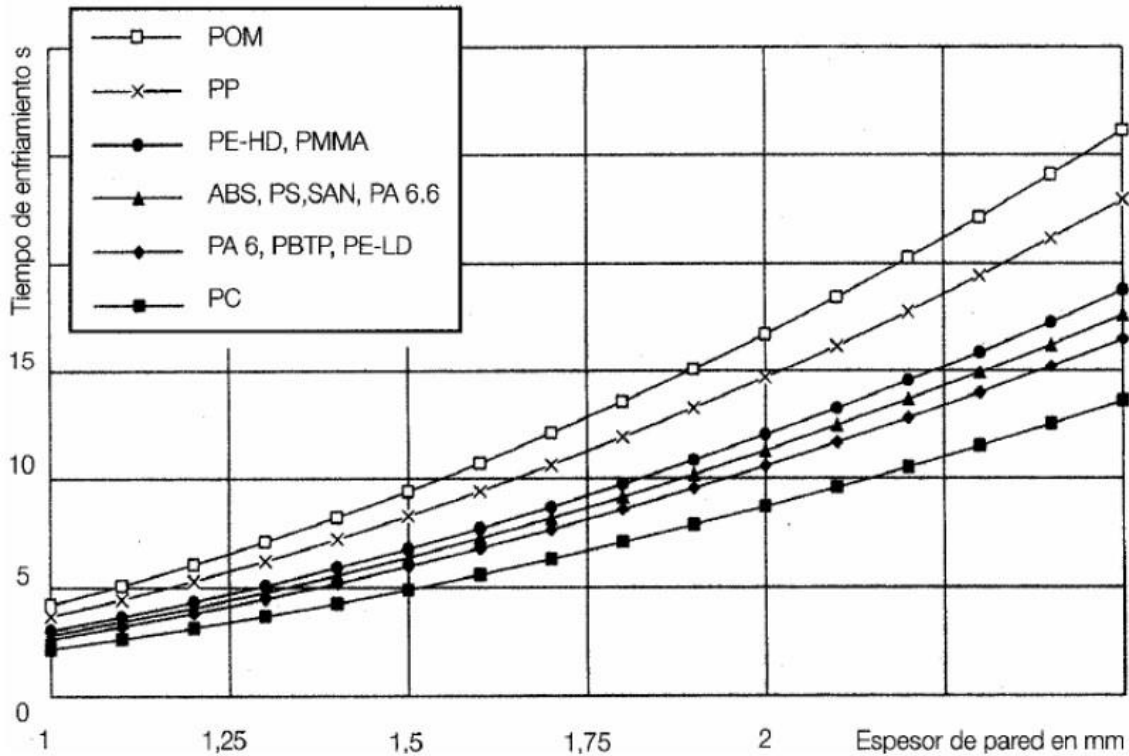
En donde el valor de la difusividad térmica del material ha sido obtenido de la siguiente expresión:

$$\alpha = k/(\rho * c_p) = 0,48 \text{ W/m}^* \text{C}/(950 \text{ kg/m}^3 * 1810 \text{ J/kg}^* \text{C}) = 0,0028 \text{ cm}^2/\text{s}$$

De manera que sustituyendo los valores en la expresión anterior:

$$T_e = (-0,14^2/\pi^2 * 0,0027 \text{ cm}^2/\text{s}) * \ln(4 * (200-40)/(100-40) * \pi) = 0,89 \text{ segundos}$$

Sin embargo, este tiempo también puede obtenerse utilizando la **gráfica 1** (Ikastaroak, s.f.) en la que se muestra la variación del tiempo de enfriamiento con respecto al espesor:



Gráfica 1

De manera que para un espesor de **1,4 mm** se obtiene aproximadamente para el polietileno el siguiente **tiempo de enfriamiento**:

$$T_e = 6 \text{ segundos}$$

Por lo tanto, se escogerá este último valor ya que resulta más conservador.

#### 5.4.8 TIEMPO DE APERTURA DEL MOLDE.

Al igual que en el periodo del cierre del molde realizado al inicio del proceso, en este caso los actuadores hidráulicos que se encargan actuarán en sentido contrario para abrir el molde que también será estimado de manera que:

$$T_a = 30 \text{ segundos}$$

#### 5.4.9 TIEMPO DE EXTRACCIÓN DE LA PIEZA.

Durante este periodo entrará en juego el sistema de expulsión de la máquina para expulsar una parte de los tubos para que finalmente puedan ser sacados del molde con facilidad por los operarios encargados de ello. En este caso el accionamiento también será hidráulico mediante el cual los pernos expulsores empujarán hacia fuera los tubos de plástico. A este periodo se le asignará:

$$T_x = 180 \text{ segundos}$$

Periodo que puede parecer elevado, pero hay que tener en cuenta que el operario va a tener que sacar cuidadosamente por separado cada uno de los tubos.

#### 5.4.10 TIEMPO CON EL MOLDE ABIERTO.

En este último periodo del ciclo se tendrá en cuenta el tiempo que transcurre desde que el operario haya sacado el último tubo hasta que se vuelva a poner en marcha la máquina para empezar el siguiente ciclo. También se realizará una estimación, de manera que:

$$T_{ma} = 60 \text{ segundos}$$

#### 5.4.11 TIEMPO DE CICLO.

Una vez determinados todos los tiempos que intervienen durante un ciclo de trabajo se determinará el tiempo de ciclo mediante la suma de todos ellos y posteriormente se establecerá un margen por posibles irregularidades que puedan ocurrir. En la **tabla** se muestran los tiempos determinados anteriormente.

Tiempo de cierre de molde. (segundos)	Tiempo de introducción del plástico en la tolva. (segundos)	Tiempo de fusión del plástico. (segundos)	Tiempo de llenado o de inyección. (segundos)	Tiempo de compactación o de mantenimiento. (segundos)
30	60	30	5	60
Tiempo de retroceso de la unidad de inyección. (segundos)	Tiempo de enfriamiento. (segundos)	Tiempo de apertura del molde. (segundos)	Tiempo de extracción de la pieza. (segundos)	Tiempo con el molde abierto hasta empezar el siguiente ciclo. (segundos)
20	6	30	180	60

Y la suma de todos ellos:

$$\text{Tiempo de ciclo} = 30s + 60s + 30s + 5s + 60s + 20s + 6s + 30s + 180s + 60s = 481s$$

Por lo tanto, para la realización de **1 ciclo de trabajo**, se establecerá el siguiente tiempo:

$$\text{Tiempo de ciclo} = 600 \text{ segundos} = 10 \text{ minutos}$$

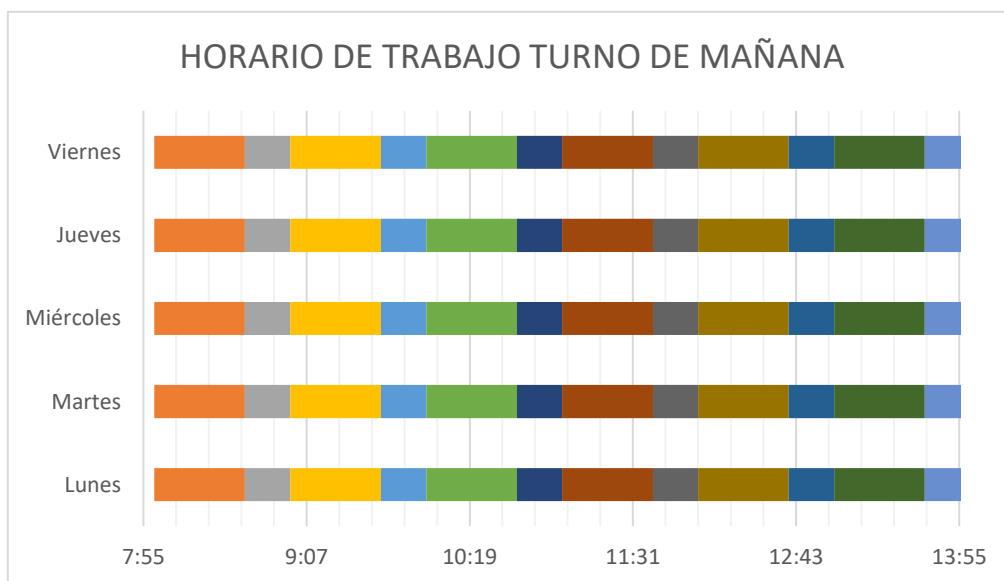
Para que de esta manera pueda existir cierto margen para corregir errores y que el proceso se pueda realizar con mayor tranquilidad para que los tubos salgan de la máquina en el mejor estado posible.

#### 5.4.12 TIEMPO DE TRABAJO.

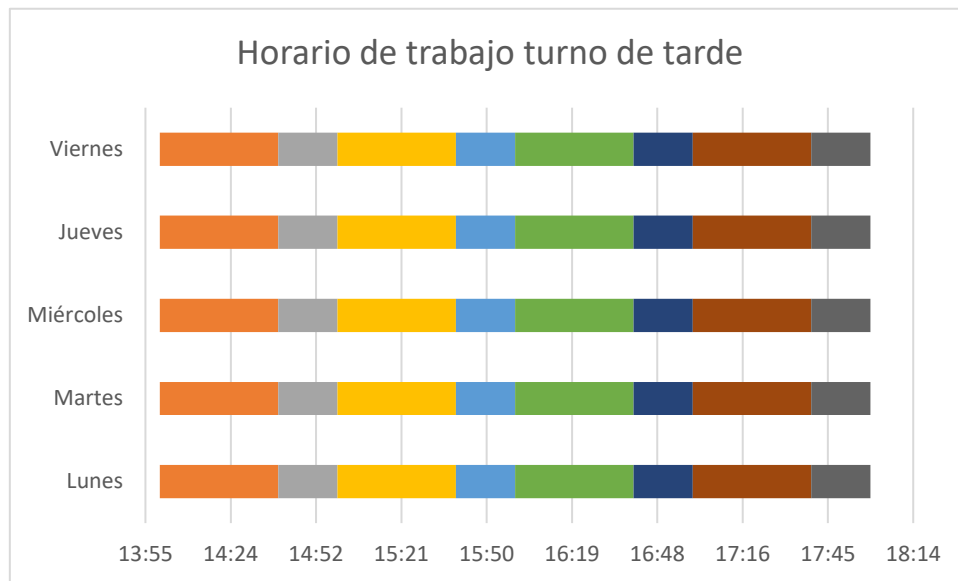
Una vez que se determinado el tiempo de ciclo en el cual se han producido **5 tubos**, se pasará a establecer el tiempo de trabajo de la máquina a lo largo de **1 día de trabajo** para así poder determinar el número de ciclos que va a poder realizar la máquina durante **1 día de trabajo**, así como la cantidad de tubos que producirá.

Durante **1 día de trabajo**, la máquina realizará **4 ciclos** seguidos y posteriormente una pequeña pausa de **20 minutos** (por si hace falta refrigerar). Con esto ya se ha consumido **1 hora**, por lo tanto, si se supone que 1 día de trabajo tiene 1 turno de **6 horas** por la mañana y otro turno de **4 horas** por la tarde, la máquina trabajará **10 horas** diarias realizando un total de **40 ciclos** diarios. A continuación, se muestra un esquema de los horarios de trabajo de la máquina, teniendo en cuenta que se empezará a trabaja a las **8 de la mañana**.

De manera que para el turno de mañana:



Y para el turno de tarde:



## 5.5 PRODUCTIVIDAD DE LA MÁQUINA.

Una vez que se ha establecido tanto el tiempo de ciclo de la máquina como el número de ciclos que va a realizar durante 1 día de trabajo, se puede conocer cuál va a ser la producción diaria de la máquina.

Teniendo en cuenta que la máquina en cada ciclo produce 5 tubos y durante 1 día de trabajo la máquina va a realizar 40 ciclos, se producirán 200 tubos en 1 día de trabajo.

Producción por ciclo (tubos/ciclo)	Producción diaria (tubos/día)	Producción mensual (tubos/mes)
5	200	4000

### 5.5.1 OPERARIOS DE LA MÁQUINA.

Finalmente, se indicarán cuantos operarios se van a hacer cargo de la máquina durante las jornadas de trabajo.

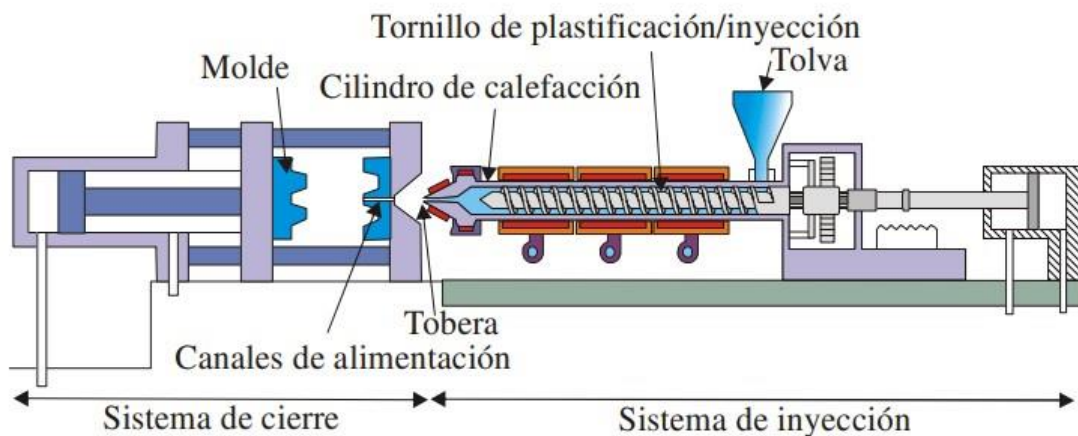
En la máquina trabajarán **2 operarios**, 1 de ellos será un técnico cualificado que se encargará de todo lo que está relacionado con el control de la máquina, mientras que el otro operario será un peón de fábrica que se encargará de sacar los tubos de la máquina y ordenarlos en las cajas, así como de introducir el plástico en la tolva de alimentación.

Una vez que se ha dimensionado la producción de la máquina ya se tienen los criterios necesarios para diseñar los componentes de la máquina. Por lo tanto, a continuación, se describirán los componentes de la partes más importantes de la máquina.

## 6 UNIDAD DE INYECCIÓN.

La **unidad de inyección** es la parte más importante de una máquina de inyección de plástico junto con la unidad de cierre, ya que en ella se funde y se inyecta el plástico.

Para ello, en esta unidad intervienen varios elementos que realizan distintas funciones que pueden estar relacionadas con los accionamientos de la inyección y con la fusión del plástico. Por lo tanto, en este apartado se realizará una descripción de cada elemento y se indicará también la función que realiza para posteriormente poder describir el funcionamiento general de la **unidad de inyección**.



## 6.1 COMPONENTES.

### 6.1.1 TOLVA DE ALIMENTACIÓN.

La tolva de alimentación se trata de un componente simple pero necesario y que siempre se utiliza en las máquinas de moldeo por inyección incluso también en otro tipo de procesos de conformado de materiales plásticos. Este componente representa el nexo de unión entre la materia prima del plástico suministrada por los proveedores y la propia máquina.

Presenta una forma de embudo semi cónico, lo que facilita el suministro de plástico a la máquina y además se puede realizar a medida para que albergue la capacidad necesaria de plástico que se quiera fundir. En el presente se diseñará para que tenga una capacidad de alrededor de  $1200 \text{ cm}^3$ . Para ello se le asignarán las siguientes dimensiones:

- Para la zona cilíndrica:
  - $H = 11 \text{ cm}$ .
  - $D = 10 \text{ cm}$ .
- Para la zona troncocónica:
  - $H = 10 \text{ cm}$ .
  - $D = 10 \text{ cm}$ .
  - $d = 3 \text{ cm}$ .

En donde:

- $H$  = altura de la parte cilíndrica y troncocónica.

- $D$  = diámetro mayor de la parte cilíndrica y troncocónica.
- $d$  = diámetro menor de la parte troncocónica.

En la siguiente **figura 8** se muestra una representación gráfica de la tolva de alimentación que se va a utilizar en el presente proyecto.

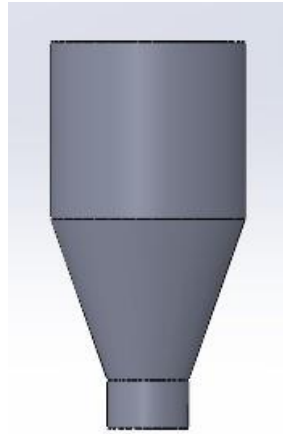


Figura 8

#### 6.1.2 CILINDRO DE INYECCIÓN.

El cilindro de inyección es el núcleo de la unidad de inyección y de la máquina, ya que en su interior es en donde se funde el plástico y donde se inyecta. Está conectado a la tolva de alimentación por la parte superior para el plástico caiga y se introduzca en el por la acción de la gravedad. La conexión entre el cilindro de inyección y la tolva se muestra en la **figura 9**.

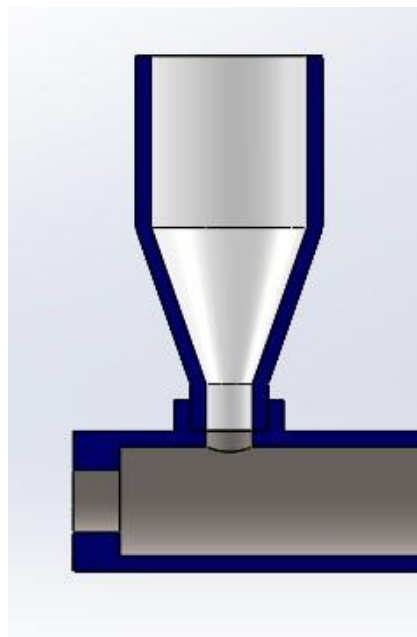


Figura 9

En el interior del cilindro se encuentra concéntricamente a él un elemento fundamental en el proceso que es el husillo, que se trata de un vástago alargado con una hélice que se encarga de hacer avanzar el plástico a lo largo del cilindro de inyección y también de inyectar el plástico fundido. **La disposición inicial del husillo en el cilindro de inyección se muestra en la figura 10.**



Figura 10

En donde en la parte derecha se observa un hueco libre con un volumen superior a 1200 cm<sup>3</sup> para que se vaya acumulando el plástico fundido y pueda ser inyectado.

En el exterior del cilindro se encontrarán los anillos calefactores que serán los responsables de la fundición del plástico. Los anillos abrazarán al cilindro en una zona concreta cercana a la tolva de alimentación y su disposición será la que se muestra en la siguiente **figura 11.**

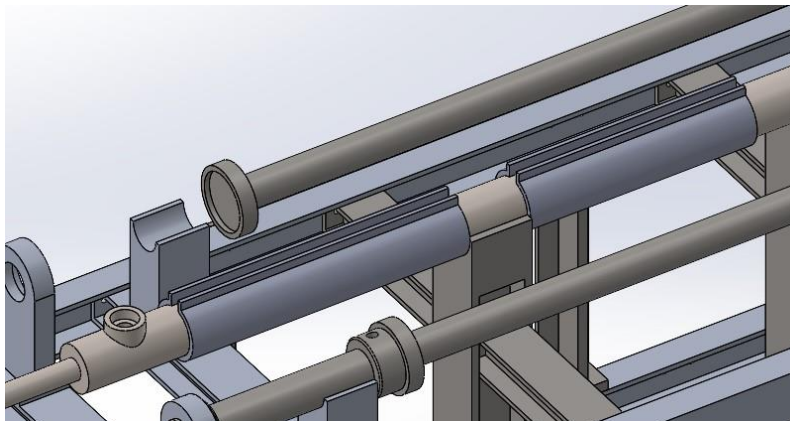


Figura 11

De manera que estos anillos deberán producir la energía necesaria para fundir una determinada cantidad de plástico en un tiempo determinado. La energía necesaria para fundir una determinada cantidad de plástico se puede expresar:

$$Q = m \cdot c_p \cdot (T_f - T_e)$$

En donde:

- $m$  = masa de plástico que se quiere fundir.
- $C_p$  = calor específico del plástico que se quiere fundir.
- $T_f$  = temperatura a la que se va a fundir el plástico.
- $T_e$  = temperatura de entrada del plástico en el cilindro de inyección.

Algunos de ellos han sido nombrados anteriormente o se pueden deducir fácilmente mediante otros datos que también son conocidos, de manera que presentarán los siguientes valores:



- $m = 0,95 \text{ g/cm}^3 * 1200 \text{ g} = 1140 \text{ g} = 1,14 \text{ kg}$ .
- $C_p = 1810 \text{ J/kg} * \text{C}^\circ$ .
- $T_e = 20 \text{ C}^\circ$ .

Ya que se considerará que la temperatura de entrada del plástico en el cilindro de inyección es la temperatura ambiente, cuyo valor se supondrá que es de  $20 \text{ C}^\circ$ .

Con respecto a la temperatura a la que se va a someter el plástico para fundirlo, se deberá someter a una temperatura adecuada para su inyección, la cual se muestra en la **figura 12**.

Termoplástico	Presión de inyección mínima (bar)	Presión de inyección promedio (bar)	Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )	Comentario
Acetato de celulosa	800	1000	230	Inyectable
Polimetil Metacrilato	1000	1300	220	NO
PEBD	500	750	210	Inyectable
PEAD	800	1000	250	Inyectable
Polipropileno	800	1000	270	Inyectable
Polipropileno con fibra de Asbesto	800	1000	250	Inyectable

Figura 12

En donde se puede observar que en el caso del polietileno de alta densidad esta temperatura es de  $250 \text{ C}^\circ$ .

Una vez que se tienen todos los datos, se podrá calcular la energía necesaria del sistema de calefacción para fundir la cantidad de plástico deseada:

$$Q = 1,14 \text{ kg} * 1810 \text{ J/kg} * \text{C}^\circ * (250 \text{ C}^\circ - 20 \text{ C}^\circ) = 474482 \text{ J}$$

Esta energía deberá ser suministrada en el tiempo en cual se quiere fundir el plástico, el cual se indicó anteriormente que eran 30 segundos para que el proceso se realizase con más tranquilidad. Teniendo esto en cuenta, la energía necesaria para fundir el plástico será:

$$Q = (474482 \text{ J}) / (30 \text{ s}) = 15815,07 \text{ W} = 15,8 \text{ kW}$$

Se deberá escoger un sistema de calefacción que sea capaz de producir esa energía durante el tiempo de fusión. Las bandas elegidas producirán  $5,6 \text{ W/cm}^2$ , las cuales se colocarán en 2 tramos distintos a lo largo del cilindro debido a que entre medio se encuentran los pilares.

El primer sistema de calefacción se colocará a lo largo de una longitud de:

- $L = 55 \text{ cm}$ .

Lo albergará una superficie de:

- $A = 2 * \pi * 4,5 \text{ cm} * 55 \text{ cm} = 1555 \text{ cm}^2$ .

La potencia generada por este primer sistema a lo largo de la longitud establecida:

- $P = 1555 \text{ cm}^2 * 5,6 \text{ W/cm}^2 = 8708,5 \text{ W}$

El segundo sistema de calefacción se colocará a lo largo de una longitud de:

- $L = 45 \text{ cm.}$

Lo albergará una superficie de:

- $A = 2 * \pi * 4,5 \text{ cm} * 45 \text{ cm} = 1273 \text{ cm}^2.$

La potencia generada por este primer sistema a lo largo de la longitud establecida:

- $P = 1273 \text{ cm}^2 * 5,6 \text{ W/cm}^2 = 7125 \text{ W}$

La potencia generada por los 2 sistemas será:

- $P = 7125 \text{ W} + 8708,5 \text{ W} = 15833,5 \text{ W}$

La cual es ligeramente superior al valor de la potencia necesaria calculada anteriormente. A continuación se muestran algunos datos técnicos de los cilindros escogidos (TIREC, s.f.).

**DATOS TÉCNICOS:**

- Voltaje: **230 V**
- Estándar de salida: **45 ° axial**
- Longitud del cable **cubierto con revestimiento metálico: 1 metro** (incluyendo el cable de tierra)
- Armadura de bronce (también disponible en acero inoxidable para uso en contacto con materiales corrosivos como el PVC)
- DLa densidad de superficie estándar: **4-4,5 W / cm<sup>2</sup>** (para calentadores con la cáscara **de latón**) o **5.6 W / cm<sup>2</sup>** (para calentadores con una carcasa de **acero inoxidable**)
- Rigidez dieléctrica: **2000 V**

Por otro lado, con respecto a las dimensiones del cilindro de inyección, en su interior su sección será cilíndrica con un diámetro de 7 cm y hueca en casi toda la sección excepto en el extremo final en donde la sección se estrechará progresivamente hasta un diámetro mucho menor para que las dimensiones de la sección por la que circule el plástico sean más acordes a las dimensiones de los tubos que se van a producir. Según lo comentado anteriormente el interior del cilindro será tal y como se muestra en la **figura 13**.

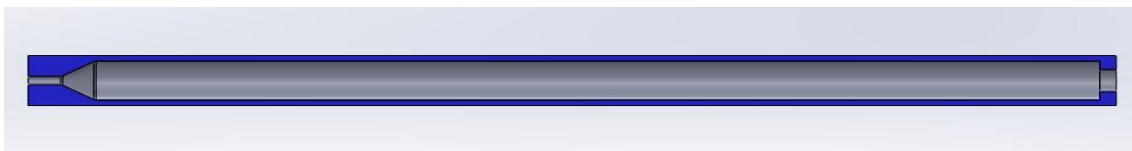


Figura 13

De esta forma, en el extremo del cilindro de inyección se producirá una disminución desde un diámetro de 7 cm hasta un diámetro de 3 cm.

### 6.1.3 HUSILLO.

Según se ha comentado anteriormente, el husillo seguramente sea junto con el cilindro de inyección el componente más importante de la unidad de inyección, debido a que se puede decir que este elemento tiene una triple función en el proceso, ya que se encarga de hacer avanzar el plástico a lo largo del cilindro y también de que la mezcla fundida sea lo más homogénea posible gracias a su movimiento giratorio. También se encarga de inyectar en plástico fundido gracias a un movimiento lineal accionado por cilindros hidráulicos que empuja el plástico fundido.

El husillo tiene forma de vástago alargado con una hélice en la mayor parte de su longitud, tal y como se puede observar en la **figura 14**.

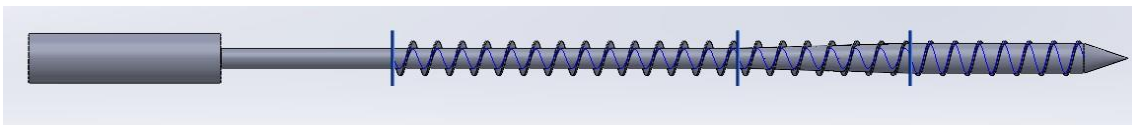


Figura 14

Si se observa el vástago del husillo, se puede comprobar que su sección no es la misma a lo largo de su eje longitudinal, ya que se distinguen 3 zonas denominadas como:

- Zona de alimentación: Es la zona situada en el extremo opuesto del husillo, debajo de la tolva de alimentación por donde se introduce el plástico en el cilindro de inyección.
- Zona de compresión: En esta zona se produce una disminución del volumen libre que puede ocupar el plástico, debido a que el vástago tiene forma troncocónica de manera que se realiza una transición desde el diámetro menor del vástago en la zona de alimentación hasta el diámetro mayor en la zona de dosificación. De esta forma, se produce una compresión en el plástico de manera progresiva, lo que provoca mayor fricción del plástico con las paredes del cilindro y ayuda a la fusión del material plástico. La reducción de volumen libre en esta zona provoca que el aire existente en el interior del cilindro retroceda hacia la zona de alimentación para que no pueda entorpecer el proceso de fusión del plástico.
- Zona de dosificación: En esta última zona, según su nombre indica, es donde se produce la dosificación y la homogeneización del plástico fundido para que pueda ser inyectado en las mejores condiciones posibles.

La distribución de longitud de cada una de las zonas nombradas anteriormente será la que se muestra en la **figura 15**.

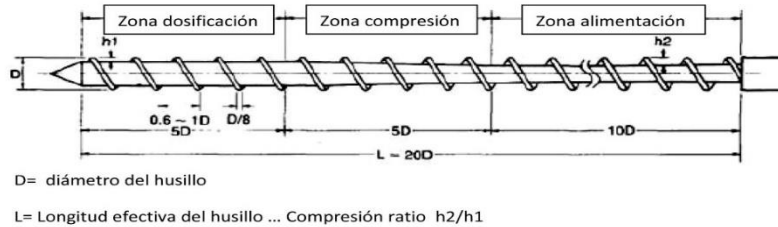


Figura 15

Teniendo en cuenta que en este caso el diámetro exterior de la espiral del husillo es de 7 cm las zonas del husillo tendrán las siguientes dimensiones:

- Zona de dosificación: L = 35 cm.
- Zona de compresión: L = 35 cm.
- Zona de alimentación: L = 70 cm.

Según se ha comentado anteriormente, el husillo realiza movimiento giratorio y también movimiento lineal. El movimiento lineal es el que realiza para empujar el plástico durante la inyección, y es accionado mediante cilindros hidráulicos que transmiten la fuerza al husillo de manera que este último produce en el interior del cilindro una presión que se denomina presión de inyección.

La presión de inyección es un parámetro cuyo valor depende del tipo de plástico que se vaya a inyectar en el proceso. En este caso el plástico que se va a inyectar es polietileno de alta densidad, cuyo valor de presión inyección se muestra en la **figura 16** (Pineda, 2002).

Tabla 3.1 Valores de presión y temperatura de inyección para termoplásticos

Termoplástico	Presión de inyección mínima (bar)	Presión de inyección promedio (bar)	Temperatura (°C)	Comentario
Acetato de celulosa	800	1000	230	Inyectable
Polimetil Metacrilato	1000	1300	220	NO
PEBD	500	750	210	Inyectable
PEAD	800	1000	250	Inyectable
Polipropileno	800	1000	270	Inyectable
Polipropileno con fibra de Asbesto	800	1000	250	Inyectable
ABS - Copolimero	800	1000	240	Inyectable
Poliestireno Impacto	800	1000	220	Inyectable
Acrido Nitrilo Estireno	800	1000	230	Inyectable
PVC Rígido	1000	1300	200	NO
PVC Flexible	1000	1300	180	NO

Figura 16

En donde se puede observar que en el caso del polietileno de alta densidad la presión de inyección promedio es 1000 bar que es lo mismo que 100 MPa, por lo tanto, los

cilindros actuadores se deberán diseñar para que el valor de la presión de inyección se encuentre en torno a ese valor.

Por otro lado, el husillo también realiza un movimiento giratorio para que el material plástico pueda avanzar a través del cilindro de inyección y también para facilitar la homogeneización y la dosificación del plástico fundido para que pueda ser inyectado en las mejores condiciones posibles y se produzcan la menor cantidad posible de defectos. Para inducir el movimiento de giro en el husillo se utilizará un motor de inducción que se conectará a un eje que pasará por una reductora, de manera que el eje de salida girará a la velocidad que deberá girar el husillo.

La sección final de eje de salida de la reductora tendrá una sección en forma de H que se introducirá en un cilindro cuya sección interior tendrá la forma del negativo de la sección final en H del final del eje de salida de la reductora. En las **figuras 17 y 18** se muestra la sección final de eje de salida de la reductora y del cilindro.

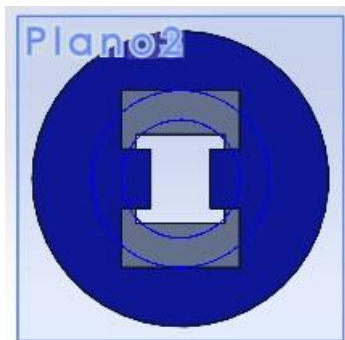


Figura 17

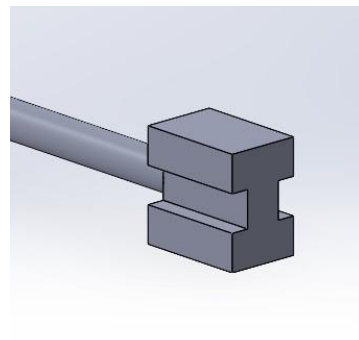


Figura 18

Esa parte cilíndrica formará parte del husillo y será su comienzo y también donde se produzca su giro. En la parte izquierda de la figura se muestra la zona en la que se va a introducir la cabeza del eje mostrada en la figura.

#### 6.1.4 CILINDROS ACTUADORES.

Los componentes descritos anteriormente están relacionados con el proceso de inyección de manera directa, pero en la unidad de inyección también hay otros elementos que contribuyen al proceso de manera indirecta como son los cilindros actuadores, los cuales son cilindros hidráulicos que se encargan de proporcionar la

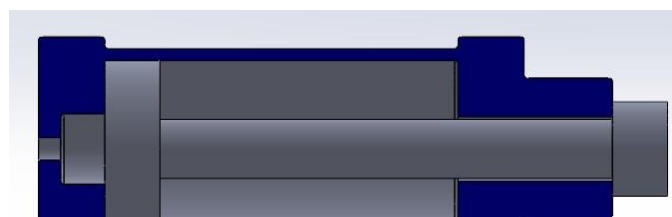


Figura 19

fuerza necesaria para que el husillo empuje el plástico hacia las cavidades del molde. El interior de estos cilindros se puede observar en la figura 19.

En donde el diámetro interior del cilindro es de 15 cm mientras que el diámetro del vástago es de 5,5 cm.

El fluido entrará en el cilindro a presión por la parte izquierda y empujará el pistón para que recorra la distancia (27 cm) que debe recorrer el husillo para inyectar el plástico en el molde.

El fluido entrará en el cilindro a una presión de 110 bar (11 MPa) y generará en el vástago una fuerza que vendrá dada por la siguiente expresión:

$$F = P \cdot A$$

En donde:

- P = Presión a la que entra en fluido en el cilindro.
- A = Superficie del pistón que empuja el fluido.

Sustituyendo los valores, la fuerza que generará un cilindro:

$$F = 11 \text{ N/mm}^2 \cdot (\pi \cdot (150\text{mm})^2 / 4) = 194386,1 \text{ N}$$

Valor que se puede aproximar a:

$$F = 194000 \text{ N}$$

Por lo tanto, la fuerza que generarán los 2 cilindros actuadores serán:

$$F = 388000 \text{ N}$$

Si ahora se divide entre el área interior del cilindro de inyección se obtendrá el valor de la presión de inyección:

$$P_i = 388000\text{N} / (\pi \cdot (70\text{mm})^2 / 4) = 100,81 \text{ MPa}$$

De esta forma se consigue prácticamente la presión de inyección promedio para el polietileno de alta densidad.

#### 6.1.5 EMPUJADORES.

Los empujadores se encargarán de conectar los cilindros actuadores con el husillo para inyectar el plástico cuando reciban la fuerza de los cilindros hidráulicos actuadores. La forma de estos elementos es la que se muestra en la figura 20.

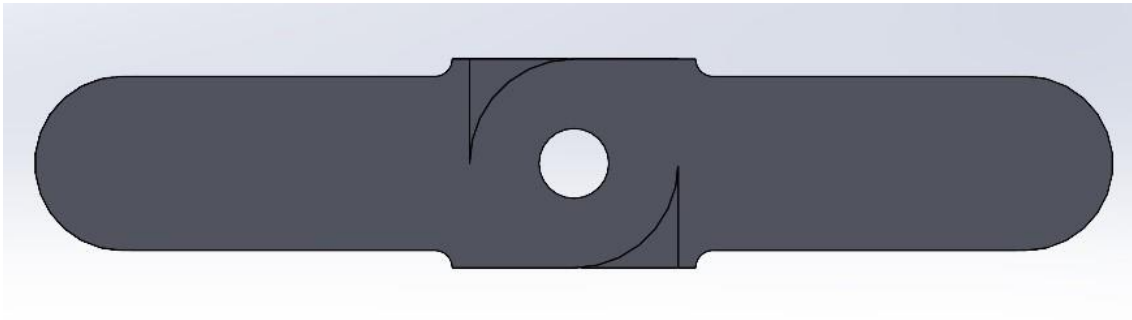


Figura 20

Se tendrán 2 empujadores en el sistema, de manera que uno de ellos estará en contacto con los cilindros hidráulicos actuadores y el otro de ellos estará en contacto con los cilindros hidráulicos de apoyo que tendrán una doble función, ya que se encargarán de amortiguar la fuerza que realizan los cilindros actuadores y de desplazar el husillo a su posición original.

Al mismo tiempo, los empujadores estarán conectados mediante una barra a ambos lados para que sus brazos no estén sometidos a fuertes esfuerzos de flexión. La conexión de estos elementos se realizará según se muestra en la figura 21.

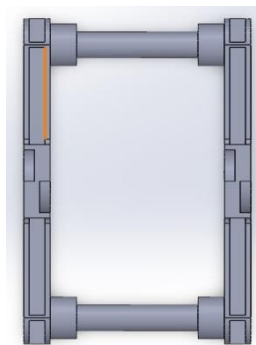


Figura 21

#### 6.1.6 CILINDROS DE APOYO.

Estos cilindros se encargarán de amortiguar parte de los elevados esfuerzos que generan los cilindros hidráulicos actuadores y también de producir la fuerza necesaria para volver a colocar al husillo en su posición original tal y como se ha comentado anteriormente. El interior de estos cilindros será de forma similar a los anteriores según se observa en la figura 22.

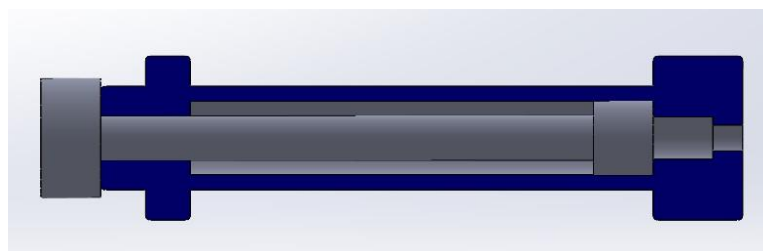


Figura 22

Las dimensiones de estos cilindros son inferiores a las de los cilindros actuadores debido a que la fuerza que deben producir es mucho menor, por lo tanto, el diámetro interior de este cilindro será de 5 cm,

En este caso el fluido entrará en el cilindro por la parte derecha a una presión menor que la anterior, 50 bar en este caso, y empujará el vástago la misma distancia, pero en sentido contrario que en caso de los cilindros actuadores. Teniendo esto en cuenta, la fuerza generada por un cilindro será:

$$F = 5 \text{ N/mm}^2 * (\pi * (50\text{mm})^2 / 4) = 9817,5 \text{ N}$$

Valor que se puede aproximar a:

$$F = 9800 \text{ N}$$

La fuerza que generarán los 2 cilindros será:

$$F = 19600 \text{ N}$$

En la siguiente figura se muestra una representación en planta de la parte indirecta de la unidad de inyección.

## 6.2 ENSAMBLAJE UNIDAD DE INYECCIÓN.

Una vez diseñados los componentes que forman parte de la unidad de inyección se ensamblarán y posteriormente se colocarán sobre los elementos estructurales de la máquina. El resultado del conjunto ensamblado será el que se muestra en la figura 23.

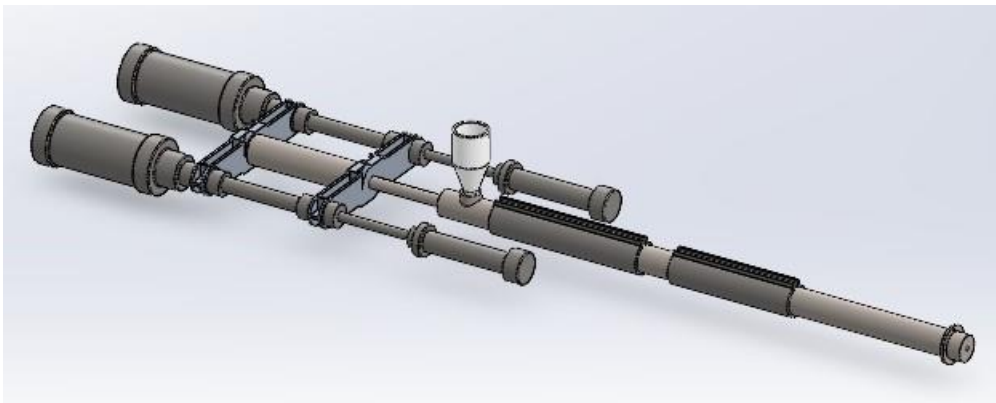


Figura 23

## 6.3 TABLA DE COMPONENTES Y MATERIALES.

Se ha decidido, a modo de resumen, realizar una tabla con la lista de los componentes que van a utilizar en la unidad de inyección, así como los materiales de los que están fabricados y el peso para indicar de manera simplificada todo lo comentado anteriormente sobre la unidad de inyección.

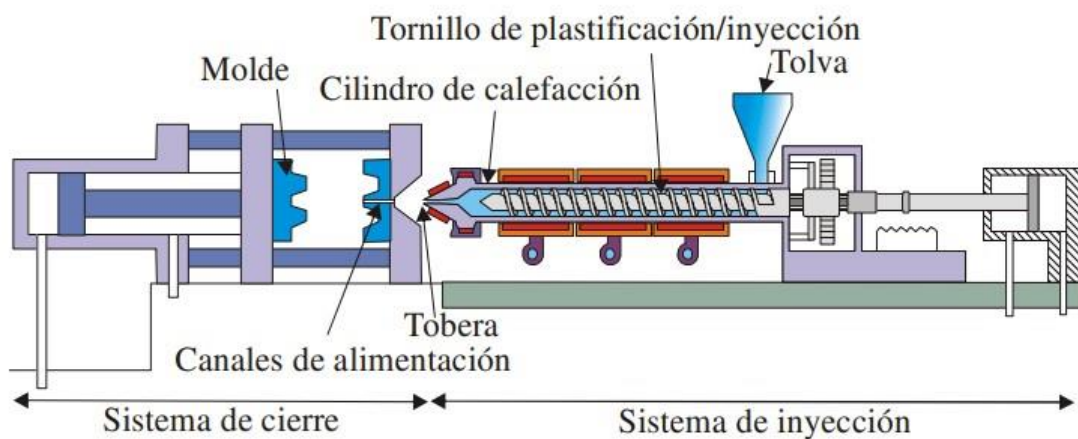
Componente	Cantidad	Material	Peso/unidad (kg)
------------	----------	----------	------------------



Tolva	1	ABS	0,7
Cilindro de inyección	1	Acero inoxidable AISI 316L	43,5
Husillo	1	Acero inoxidable AISI 316L	45,6
Cilindro actuador	2	Acero AISI 1020	43,5
Empujador	2	Aluminio 2014-O	5,5
Cilindro de apoyo	2	Acero AISI 1020	12
Pistón 1	1	Acero AISI 1020	15,5
Pistón 2	1	Acero AISI 1020	8,5
Pistón 3	1	Acero AISI 1020	4
Banda calefactora 1	1	Acero AISI 1020	10
Banda calefactora 2	1	Acero AISI 1020	11

## 7 UNIDAD DE CIERRE Y MOLDE.

La unidad de cierre constituye al otro bloque importante en el que se puede dividir debido a que es en donde se da la forma deseada al plástico fundido y posteriormente se extrae el producto terminado. Para ello intervienen diferentes componentes que se describirán de la misma forma que se hizo con los de la unidad de inyección. Se ha decidido juntar en este apartado los componentes relacionados con el sistema de cierre con los elementos de moldeo debido a que trabajan conjuntamente.



En primer lugar, se describirán los componentes relacionados con el sistema de moldeo y posteriormente los componentes que los accionan los cuales forman parte del sistema de cierre.

## 7.1 SISTEMA DE MOLDEO.

### 7.1.1 BEBEDERO.

El bebedero es el primer conducto por el que circula el plástico fundido en el sistema de moldeo, ya que es el elemento que conecta el cilindro de inyección con el resto de las canales de alimentación del sistema, de manera que en su primer tramo la sección por la que circula el plástico fundido será constante y en el segundo tramo el diámetro de la sección crecerá progresivamente hasta que la sección sea la misma que en los canales de alimentación, tal y como se puede observar en la figura 24.

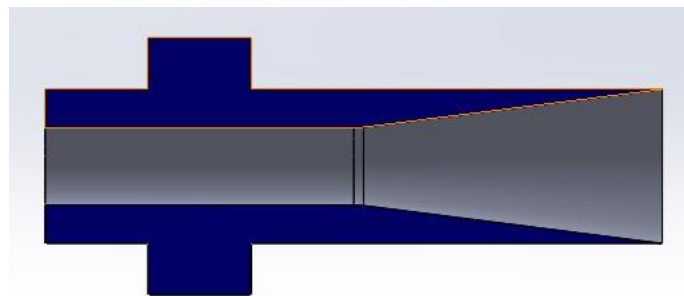


Figura 24

Teniendo en cuenta que este elemento por el que circula el plástico fundido tras salir del cilindro de inyección, este deberá situarse también en el interior de la placa central de la máquina, de manera que se colocará según se muestra en la figura 25.

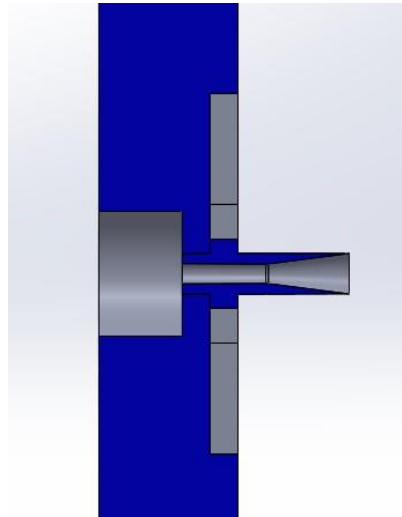


Figura 25

#### 7.1.2 PLACA FIJA MOLDE.

La placa fija del molde será el componente que encaje con la placa móvil del molde cuando este se cierre para que se produzca la inyección de plástico, por lo tanto, la sección exterior de esta placa fija será la misma que la sección exterior del molde, la cual se puede observar en la figura 26.

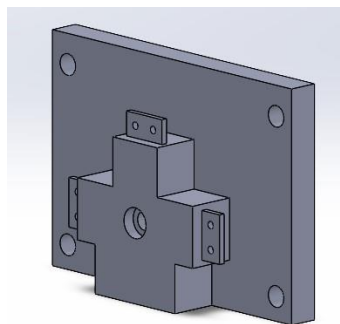


Figura 26

Por otro lado, la sección interior de la placa fija del molde constituirá la mitad de los canales de alimentación, mientras que la otra mitad formará parte de la placa móvil del molde, de manera que se tendrá el canal de alimentación completo cuando se cierre el molde para que se pueda realizar el ciclo de inyección. La sección interior se puede apreciar en la figura.

También se puede comprobar que el flujo de plástico fundido se divide en 5 conductos lo cual tiene sentido ya que como se ha comentado en apartados anteriores se van a producir 5 tubos en cada ciclo, por lo que el flujo de plástico fundido deberá dividirse entre 5.

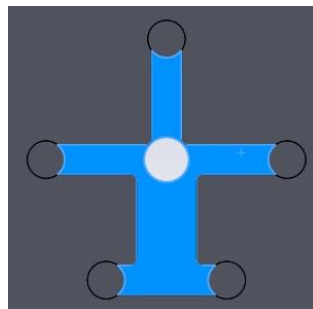


Figura 27

### 7.1.3 PLACA MÓVIL MOLDE

Esta otra placa será mucho más larga que la placa fija debido a que en ella su sección interior va a tener la forma del negativo de los tubos en la dirección longitudinal, mientras que la sección exterior de la placa será la misma que la de la placa fija del molde, tal y como se ha indicado anteriormente. Por lo tanto, si se realiza un corte a lo



Figura 28

largo de la sección longitudinal de la placa móvil, como se indica en la figura 28, se podrá observar la cavidad en la que se va a introducir el plástico fundido.

Por lo otro lado, la placa va a poder desplazarse linealmente una determinada distancia durante el cierre y la apertura del molde gracias a los elementos actuadores de movimiento que en este caso también serán hidráulicos. Esta distancia va a ser de 45 mm, la cual permitirá durante la apertura facilitar la extracción de los tubos de la máquina.

Con respecto a las sujeciones de la parte móvil del molde, se utilizarán varios salientes colocados a una distancia determinada a lo largo de la longitud del molde, por los cuales pasarán 4 barras unidas en sus extremos a la placa central y a la placa posterior, tal y como se puede observar en la figura 29.

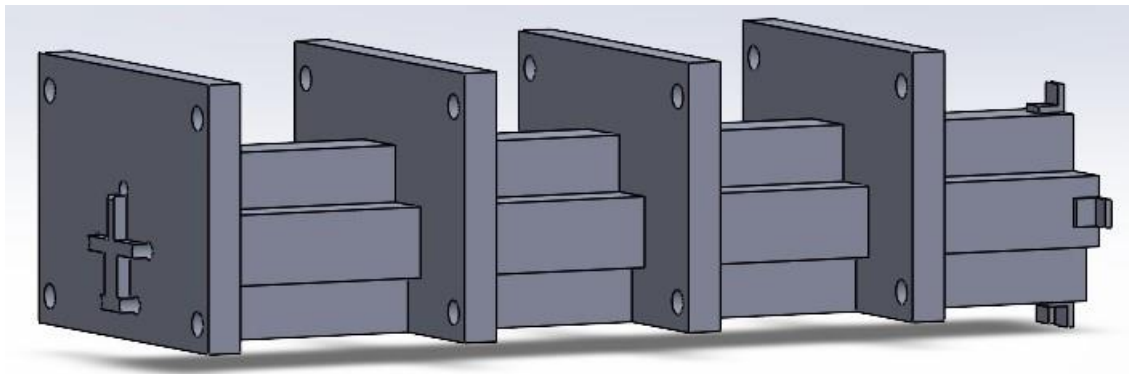


Figura 29

Finalmente, estará unida por la parte posterior a una placa soporte que se describirá a continuación.

#### 7.1.4 PLACA SOPORTE.

Esta placa estará unida a la placa móvil del molde por la parte posterior, por lo que la sección exterior de la placa será la misma, tal y como se puede observar en la figura 30.

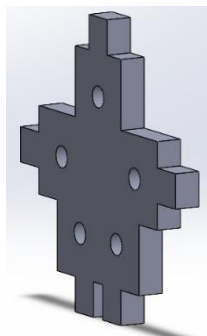


Figura 30

En donde también se pueden apreciar algunos salientes que servirán para unir la placa móvil del molde con la caja de eyectores la cual se situará posteriormente a la placa soporte.

Por otro lado, la sección interior de la placa soporte será tal que permita pasar a través de ellas el sistema de expulsión para que pueda empujar hacia fuera los tubos que se han producido.

#### 7.1.5 CAJA DE LA PLACA EXPULSORA.

En esta caja será en donde se encuentre el sistema de expulsión de los tubos, de manera que la sección exterior será la misma que los componentes descritos anteriormente mientras que en el interior será hueca para que pueda desplazarse la placa de expulsión. Según lo explicado anteriormente la sección longitudinal y transversal de la caja de eyectores será la que se observa en las figuras 31 y 32.

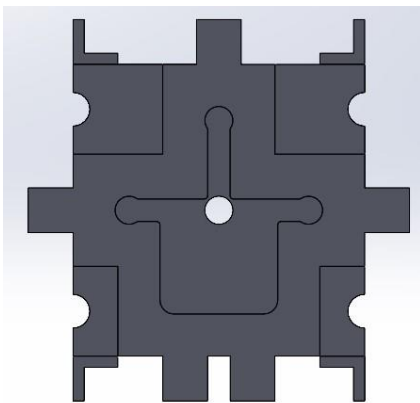


Figura 31

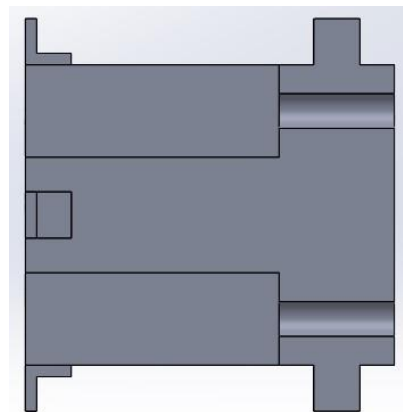


Figura 32

De manera que la sección interior hueca permitirá desplazarse una determinada longitud al sistema de expulsión cuando el molde esté abierto tras realizar el ciclo de inyección.

Por otro lado, se puede observar también que la parte posterior de la caja de eyectores presenta una sección exterior diferente a la del resto de elementos. Esto es debido a que por ella pasarán los cilindros hidráulicos de cierre, que serán los encargados de producir tanto el cierre como la apertura del molde ya que los cilindros serán de doble efecto.

#### 7.1.6 PLACA EXPULSORA.

El sistema de expulsión estará compuesto por una placa y por 5 pernos de elevada longitud debido a que van a ser más largos que los tubos. Los pernos tendrán 2 tramos de diferente sección, de manera que la sección mayor servirá para empujar los tubos en la expulsión, mientras que la sección menor tendrá la longitud de los tubos y será

abrazada por el plástico fundido cuando se realice la inyección. Por lo tanto, esta sección también forma parte del molde. La representación gráfica del sistema de expulsión en donde se pueden observar las 2 secciones se muestra en la figura 33.



Figura 33

Este sistema recorrerá una distancia determinada para realizar la expulsión de los tubos cuando sea accionado mediante un cilindro hidráulico cuando el molde se encuentre abierto tras haber realizado el ciclo de inyección. En la figura anterior se puede observar también en la parte trasera de la placa la unión con el vástago del cilindro hidráulico.

#### 7.1.7 RESUMEN SISTEMA DE MOLDEO.

Una vez descritos los componentes que participan en el sistema de moldeo se mostrará una vista de la sección de este sistema para poder visualizar con mayor claridad el interior del molde y también para realizar una recopilación de lo descrito hasta el momento en la figura 34.

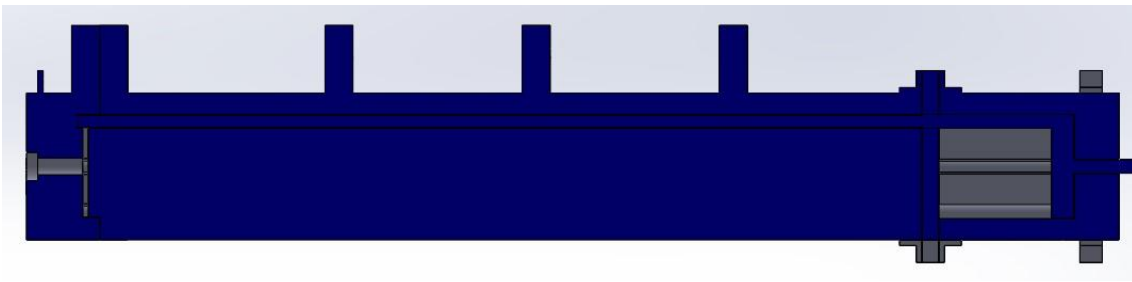


Figura 34

A continuación, se escribirán los elementos relacionados con el sistema de cierre de la unidad de cierre.

## 7.2 SISTEMA DE CIERRE.

### 7.2.1 CILINDROS DE CIERRE.

En este caso se utilizarán 4 cilindros para realizar en cierre y la apertura del molde, por ello estos cilindros serán de doble efecto, de manera que su sección interior se puede observar en la siguiente figura 35.

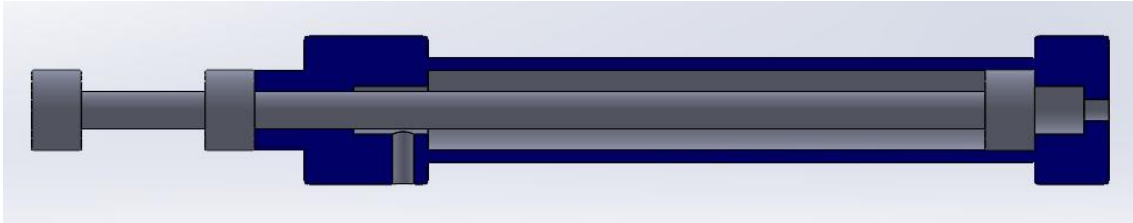


Figura 35

Estos cilindros se han dimensionado en base a un parámetro muy importante que se denomina fuerza de cierre, el cual según su propio nombre indica es la fuerza que se debe aplicar en el molde para que este no se abra como consecuencia de la presión que ejerce el plástico fundido sobre las paredes cuando es inyectado. Este parámetro viene expresado por:

$$F_c = P_i \cdot A_p$$

En donde:

- $P_i$  = Presión de inyección.
- $A_p$  = Área proyectada de la sección de los tubos que se están produciendo.

El área proyectada será el área de la sección de los 5 tubos que se van a producir, de forma que:

$$A_p = 5 \cdot (\pi \cdot ((25 \text{ mm})^2 - (22,2 \text{ mm})^2) / 4) = 519 \text{ mm}^2$$

Sustituyendo los valores conocidos, la fuerza de cierre necesaria será:

$$F_c = 519 \text{ mm}^2 \cdot 101 \text{ N/mm}^2 = 52419 \text{ N}$$

Valor que se puede aproximar a:

$$F_c = 52500 \text{ N}$$

Por lo tanto, los cilindros deberán ejercer una fuerza igual o superior a la anterior para poder asegurar que el molde no se va a abrir durante el proceso de inyección. Teniendo en cuenta que se van a tener 4 cilindros, y que el diámetro interior de cada uno de ellos es de 6,5 cm, la presión a la que se deberá introducir el fluido en cada uno de ellos será:

$$P_c = (52500 \text{ N} / 4) / (\pi \cdot (65 \text{ mm})^2 / 4) = 3,95 \text{ N/mm}^2 = 39,5 \text{ bar}$$

Valor que se aproximará a:



$$P_c = 40 \text{ bar}$$

Los vástagos del cilindro se desplazarán la distancia correspondiente al cierre del molde de 45 mm.

### 7.2.2 CILINDRO DE EXPULSIÓN.

Finalmente, el último elemento de la unidad de cierre en describir que no realiza una función estructural es el cilindro que se encarga de accionar el sistema de expulsión, el cual será también de doble efecto para que el sistema pueda volver a su posición inicial. Teniendo esto en cuenta, la sección interior de este cilindro será similar a la de los cilindros de cierre, tal y como se puede observar en la figura 36.

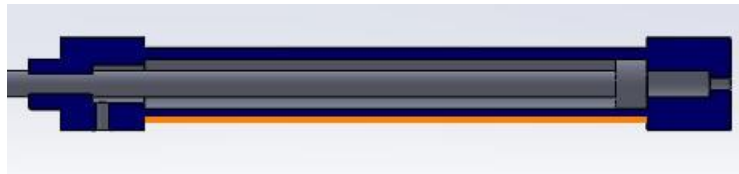


Figura 36

El diámetro interior del cilindro en este caso es de 5 cm, por lo tanto, si se introduce el fluido en este cilindro a la misma presión que en los cilindros de cierre, la fuerza de expulsión será:

$$F_e = 4 \text{ N/mm}^2 * (\pi * (50 \text{ mm})^2 / 4) = 7854 \text{ N}$$

Valor que se puede aproximar a:

$$F_e = 7900 \text{ N}$$

El cual será suficiente para empujar los tubos hacia fuera del molde una vez que se encuentre abierto tras terminar el proceso de inyección.

### 7.3 ENSAMBLAJE UNIDAD DE CIERRE.

Finalmente, a modo de comprobación y de visualización del conjunto, se ha decidido realizar un ensamblaje de todos los componente descritos anteriormente que se puede observar en la figura 37.

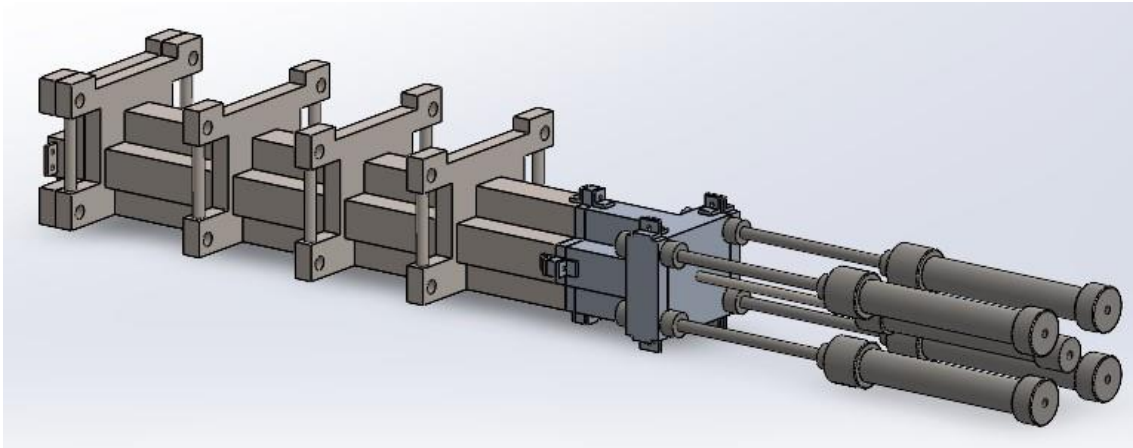


Figura 37

### 7.4 TABLA DE COMPONENTES Y MATERIALES.

Se ha deciso, a modo de resumen, realizar una tabla con la lista de los componentes que van a utilizar en la unidad de cierre, así como los materiales de los que están fabricados y el peso para indicar de manera simplificada todo lo comentado anteriormente sobre la unidad de cierre.

Componente	Cantidad	Material	Peso/unidad (kg)
Bebedero	1	Acero Inoxidable AISI 316L	0,6
Placa fija molde	1	Acero Inoxidable AISI 316L	85
Placa móvil molde	1	Acero Inoxidable AISI 316L	700
Placa soporte	1	Aluminio 2014-T4	4,5
Caja de eyectores	1	Aluminio 2014-T4	40
Placa expulsora	1	Acero Inoxidable AISI 316L	35,5
Cilindros de cierre	4	Acero AISI 1020	23
Cilindros de expulsión	1	Acero AISI 1020	14,5

Pistón de cierre	4	Acero AISI 1020	7
Unión caja eyectores	2	Aluminio 2014-T4	3

## 8 SISTEMA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD.

Según se ha comentado en apartados anteriores, cuando se realiza el proceso de inyección y el plástico entra en el cilindro de inyección para fundirse y ser inyectado, el husillo que se encuentra en el interior del cilindro gira a una velocidad que habitualmente suele ser baja para que al plástico pueda fundirse en las mejores condiciones a medida que avanza en la unidad de inyección.

El movimiento de giro del husillo es generado por un motor de inducción asíncrono, los cuales suelen presentar velocidades de giro del orden de miles de revoluciones por minuto, por lo tanto, para que el husillo pueda girar a velocidades de giro bajas se deberá colocar una reductora entre el motor de inducción y el husillo para que reduzca la velocidad de giro del motor a la velocidad de giro del husillo deseada.



La reductora que se va a diseñar estará compuesta por varios engranajes que formarán parte de las etapas de reducción que se considere necesario realizar para disminuir la velocidad de giro proporcionada por el motor hasta la velocidad a la que se desee que gire el husillo.

Teniendo todo esto en cuenta, para comenzar con el diseño de la reductora en donde se calcularán las etapas de reducción, los engranajes, las dimensiones de los ejes y otro tipo de parámetros, se deberá conocer previamente cuales son las velocidades de giro del motor de inducción escogido y también la velocidad a la que se desea que gire el eje.

### 8.1 VELOCIDADES DE GIRO.

En primer lugar, con respecto a la velocidad de giro del husillo, se ha decidido que sean 14 rpm para que el proceso fusión, homogeneización y dosificación del plástico se haga en condiciones de que cuando sea inyectado aparezca el menor número de defectos posibles.

Por otro lado, con respecto a la velocidad de giro del motor de inducción asíncrono, se ha escogido un motor cuya velocidad de giro sean 1400 rpm para que posteriormente resulte más sencillo definir las etapas de reducción de velocidad de la reductora.

El motor de inducción asíncrono escogido pertenece al catálogo de motores CEMER (CEMER, 2018) y su potencia es de 1,5 kW. El resto de datos técnicos del motor pueden observar en la figura 38:

TIPO	Potencia		$M_n$ N.m	n rpm	Eficiencia clase IE3 EN 60034-2-1			$I_n$ 400 V A	$I_s/I_n$	Cosφ	$M_x/M_n$	$M_k/M_n$	J Kgm <sup>2</sup>	Nivel sonoro dB(A)	m Kg		
	kW	CV			100%	75%	50%										
Motores de aluminio serie IE3-MS	IE3 - MS 80	2	0,75	1	5,13	1390	80,0	80,0	78,8	1,69	8	0,78	2,20	2,20	0,002285	58	12,8
	IE3 - MS 90	S	1,1	1,5	7,52	1390	84,1	84,4	80,1	2,4	8	0,79	2,2	2,2	0,003842	61	16,2
	IE3 - MS 90	L	1,5	2	10,18	1400	90,0	90,0	81,4	3,19	8	0,80	2,20	2,20	0,004685	61	19,2
	IE3 - MS 100	L1	2,2	3	14,82	1410	90,0	90,0	86,2	4,60	8	0,80	2,20	2,20	0,008754	64	25
	IE3 - MS 100	L2	3	4	20,07	1420	87,7	87,8	86,9	6,12	8,5	0,81	2,2	2,2	0,011063	64	29,5
	IE3 - MS 112	M	4	5,5	26,57	1430	90,0	90,0	88,4	8,02	8,5	0,82	2,20	2,20	0,015292	65	37,8
	IE3 - MS 132	S	5,5	7,5	36,28	1440	90,0	90,0	89,3	10,80	8,5	0,83	2,20	2,20	0,034464	71	58,8
	IE3 - MS 132	M	7,5	10	49,14	1450	90,4	90,6	91,6	14,3	8,5	0,84	2,2	2,2	0,043597	71	68,2
	IE3 - MS 160	M	11	15	71,58	1460	90,0	90,0	91,8	20,30	8,5	0,86	2,20	2,20	0,105373	75	96,8
	IE3 - MS 160	L	15	20	97,60	1460	92,1	92,5	91,9	27,2	8,5	0,87	2,2	2,2	0,137038	75	111,4

Figura 38

## ETAPAS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD.

Una vez que se conocen las velocidades en los ejes de entrada y salida de la reductora resultará sencillo establecer el número de etapas de reducción de velocidad, así como la relación de transmisión en cada una de ellas.

La relación de transmisión se define caso como el cociente entre la velocidad de salida y la velocidad de entrada de los ejes que presentan 2 engranajes en contacto.

$$i = \omega_2 / \omega_1$$

En principio la idea fue reducir la velocidad en 2 etapas en las que la relación de transmisión en cada una de ellas fuese 0,1, de manera que después de la primera etapa la velocidad de giro del eje sería 140 rpm y después de la segunda etapa la velocidad de giro del eje sería 14 rpm. Sin embargo, en este caso la diferencia entre el número de dientes de los engranajes que estén en contacto, así como en su tamaño, la diferencia sería muy grande. Además, los engranajes que presentan mayor número de dientes su tamaño sería muy grande por lo que ocuparían mucho espacio y su peso sería elevado, lo que conllevaría a reforzar sus apoyos.

Por lo tanto, se ha optado por plantear más etapas de reducción y que el tamaño de los engranajes sea menor, de forma que finalmente se han escogido 3 etapas con las siguientes relaciones de transmisión:

- Etapa 1:  $i = 0,2$ .
- Etapa 2:  $i = 0,2$ .

- Etapa 3:  $i = 0,25$ .

Con esto se tendrán las siguientes velocidades a las salidas de los ejes:

- Velocidad 1: 280 rpm.
- Velocidad 2: 56 rpm.
- Velocidad 3: 14 rpm.

De manera que introduciendo una etapa más de reducción se conseguirá reducir el tamaño de los engranajes más grandes prácticamente a la mitad debido a que la relación de transmisión de reducción es el doble.

Teniendo en cuenta que se tendrán 3 etapas de reducción de velocidad y que en cada etapa interactúan 2 engranajes, se tendrán 6 engranajes en la reductora. El sistema de reducción de velocidad será tal y como se muestra en la siguiente figura 39.

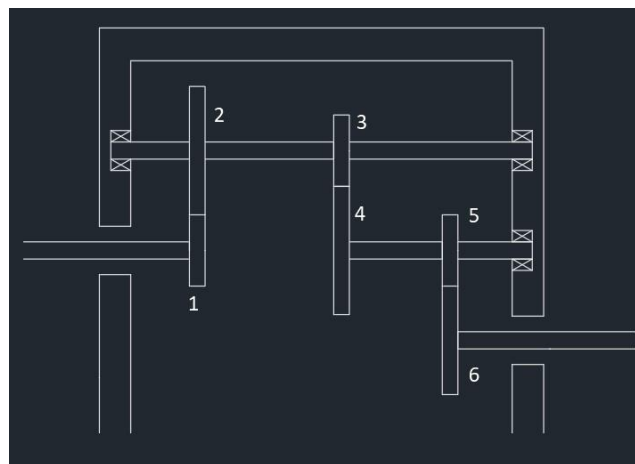


Figura 39

En donde además de los 6 engranajes se tendrán también 4 ejes y 3 rodamientos que se acoplarán a las paredes de la caja reductora.

## 8.2 NÚMERO DE DIENTES Y DIMENSIONES DE LOS ENGRANAJES.

Una vez que se conocen las velocidades que van a tener los engranajes se podrá determinar el número de dientes que vayan a tener, ya que aplicando la igualdad de velocidad lineal en el punto de contacto entre 2 engranajes se puede obtener la relación entre su número de dientes. Aplicando la igualdad de velocidad en el punto de contacto:

$$W_i * z_i = W_j * z_j$$

Por lo tanto, el cociente del número de dientes de 2 engranajes que están en contacto dependerá de la relación de transmisión que se tenga en esa etapa. Teniendo esto en cuenta, la relación del número de dientes de los engranajes de la primera etapa de reducción:

$$z_2/z_1 = 5$$

Lo mismo será para la segunda etapa de reducción ya que la relación de transmisión en esta etapa es la misma que en la primera etapa:

$$Z_4/Z_3 = 5$$

Aplicando el mismo criterio en la tercera y última etapa de reducción de velocidad:

$$Z_6/Z_5 = 4$$

Conocidas las relaciones entre los números de dientes de los engranajes que están en contacto en las diferentes etapas de reducción de velocidad se deberán elegir los dientes que tendrán para posteriormente determinar su tamaño. Se han escogido los siguientes números de dientes para las distintas ruedas:

- $Z_1 = 12$ .
- $Z_2 = 60$ .
- $Z_3 = 12$ .
- $Z_4 = 60$ .
- $Z_5 = 12$ .
- $Z_6 = 48$ .

Una vez conocidos los números de dientes de los engranajes que participarán en las etapas de reducción, estos se pueden relacionar con el tamaño de los engranajes mediante su módulo (que será el mismo para todas las ruedas) de la siguiente forma:

$$D_p = m \cdot z$$

En donde:

- $D_p$  = Diámetro primitivo de los engranajes.
- $m$  = Módulo de los engranajes.

Se escogerá un módulo de 5 mm para todos los engranajes del sistema, de modo que sus diámetros primitivos serán:

- $D_{p1} = 5 \text{ mm} \cdot 12 = 60 \text{ mm}$ .
- $D_{p2} = 5 \text{ mm} \cdot 60 = 300 \text{ mm}$ .
- $D_{p3} = 5 \text{ mm} \cdot 12 = 60 \text{ mm}$ .
- $D_{p4} = 5 \text{ mm} \cdot 60 = 300 \text{ mm}$ .
- $D_{p5} = 5 \text{ mm} \cdot 12 = 60 \text{ mm}$ .
- $D_{p6} = 5 \text{ mm} \cdot 48 = 240 \text{ mm}$ .

Sin embargo, el parámetro que va a resultar más interesante a la hora de conocer el espacio que van a ocupar los engranajes dentro de la caja reductora es el diámetro

exterior. Para ello habrá que añadir al diámetro primitivo de los engranajes 2 veces su altura de addendum, la cual para engranajes normalizados es:

$$h_a = 1 * m$$

De manera que para este caso será 5 mm ya que ese es el valor del módulo de todos los engranajes de la reductora. Por lo tanto, para conocer el diámetro exterior de los engranajes habrá que sumarle al diámetro primitivo 2 veces la altura de addendum, de manera que se tendrán los siguientes diámetros:

- $D_{\text{exterior}_1} = 60 \text{ mm} + 2 * 5 \text{ mm} = 70 \text{ mm}.$
- $D_{\text{exterior}_2} = 300 \text{ mm} + 2 * 5 \text{ mm} = 310 \text{ mm}.$
- $D_{\text{exterior}_3} = 60 \text{ mm} + 2 * 5 \text{ mm} = 70 \text{ mm}.$
- $D_{\text{exterior}_4} = 300 \text{ mm} + 2 * 5 \text{ mm} = 310 \text{ mm}.$
- $D_{\text{exterior}_5} = 60 \text{ mm} + 2 * 5 \text{ mm} = 70 \text{ mm}.$
- $D_{\text{exterior}_6} = 240 \text{ mm} + 2 * 5 \text{ mm} = 250 \text{ mm}.$

Por otro lado, el espesor que se ha asignado a todos los engranajes:

- Espesor = 35 mm.

Con todo lo comentado anteriormente se podrán diseñar los engranajes, los cuales se apoyarán en distintos ejes, los cuales se diseñarán según se indique en el siguiente apartado.

### 8.3 DIMENSIONES DE LOS EJES.

Además de los engranajes, otros elementos que tienen también gran importancia dentro de la caja reductora los ejes, ya que estos se encargan de conectar los engranajes y de apoyarlos para que se encuentren fijos en un mismo lugar a lo largo del eje. En este caso, se tendrán varios ejes de manera que uno de ellos conectará el motor con el primer engranaje, otro de ellos conectará el último engranaje con el husillo y también habrá ejes dentro de la reductora que conectarán los engranajes y servirá de apoyo para ellos.

En la figura 40 se muestra una representación descriptiva de la caja reductora, en donde se puede observar que se van a tener 4 ejes.

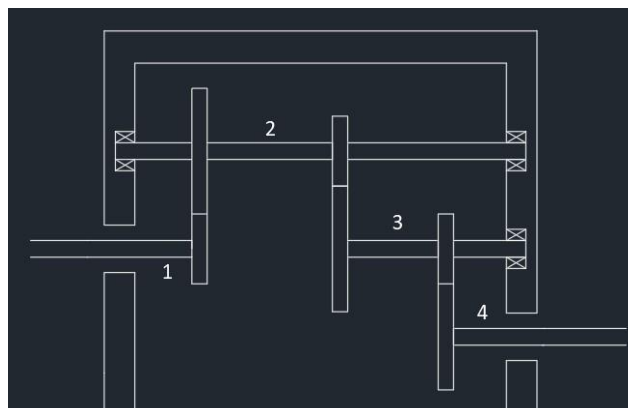


Figura 40

Los cuales se nombrarán según la siguiente nomenclatura:

- Eje 1: Eje de entrada.
- Eje 2: Eje que sujeta los engranajes 2 y 3.
- Eje 3: Eje que sujeta los engranajes 4 y 5.
- Eje 4: Eje de salida.

Por otro lado, para conectar los ejes con la pared de la caja reductora se utilizarán rodamientos de bolas para que así el eje pueda girar sin rozar con la pared. El diámetro de los ejes no será constante a lo largo de toda su longitud, ya que deberá adaptarse a los diferentes elementos que se encuentra a lo largo de ella. Para ello también se deberán conocer los diámetros interiores del engranaje por donde pasan los ejes, los cuales serán los siguientes para los 3 engranajes de distinto tamaño que se tienen en este caso:

- $D = 25$  mm para los engranajes de 12 dientes.
- $D = 60$  mm para el engranaje de 48 dientes.
- $D = 60$  mm para los engranajes de 60 dientes.

Sin embargo, el hueco interior de los engranajes no será del todo circular, ya que tendrán unos rebajes con la forma del negativo de los ejes para que cuando estos giren también lo hagan los engranajes. Estos rebajes serán como se muestran en la figura 41.

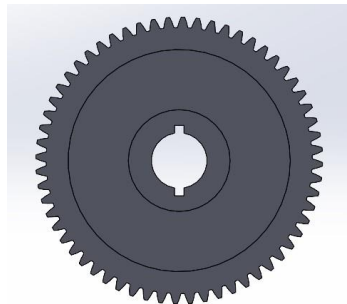


Figura 41

Con los datos nombrados anteriormente ya se podrán conocer las longitudes de los ejes y las secciones que tendrán en los diferentes tramos de su longitud.

### 8.3.1 EJE 1.

Este eje será el que conecte el motor eléctrico con el primer engranaje de la reductora. En la figura 42 se puede observar una representación gráfica de este eje.



Figura 42



El cual se puede observar en su parte izquierda una sección cuadrada hueca en su interior con el negativo de la forma del eje del motor para que el eje pueda girar. Por la parte derecha se puede observar primero una sección que será donde se encaje el engranaje y otra sección para que el engranaje no se pueda desplazar hacia la derecha. Para que no se pueda desplazar hacia la izquierda lo que se colocará un anillo de retención móvil el cual estará en apriete con el eje.

### 8.3.2 EJE 2.

Este segundo eje será el que contenga a los engranajes 2 y 3 y su movimiento de giro será producido gracias a la interacción de los engranajes 1 y 2. En la figura 43 se muestra una representación gráfica de este eje.

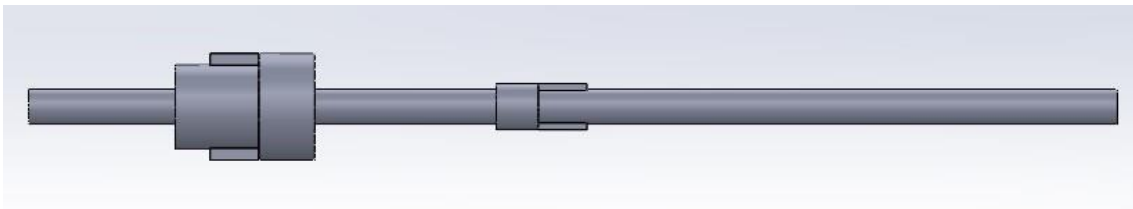


Figura 43

En donde se puede observar en la parte izquierda la zona en la que se va a colocar el engranaje de 60, el cual está en contacto con el engranaje 1 del eje de entrada, y por otro lado en la parte derecha se puede observar lo mismo, pero para el otro engranaje, el cual es otro de los que tiene 12 dientes. Con respecto a la fijación de los engranajes se ha mantenido el mismo criterio que en el eje explicado anteriormente, de manera que por un lado estarán en contacto con una parte del eje y por el otro lado estarán en contacto con un anillo de retención móvil que estará también en apriete con el eje.

En ambos extremos del eje el diámetro será el mismo que el diámetro interior de los rodamientos y también estarán conectados en apriete.

### 8.3.3 EJE 3.

Este eje contendrá a los engranajes 4 y 5 de manera que recibirá el movimiento por parte de la interacción entre el engranaje 3 y el engranaje 4 y lo transmitirá al engranaje de salida mediante la interacción del engranaje 5 y el engranaje 6. En la figura 44 se muestra una representación gráfica de este eje.

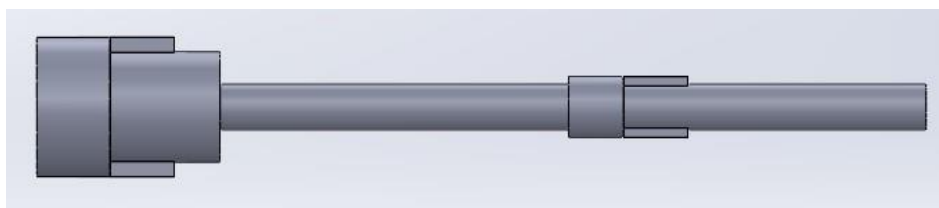


Figura 44

En donde se puede observar en la parte izquierda del eje la zona en la que se colocará el engranaje de 60 dientes y en la parte derecha la zona en la que se colocará el engranaje de 12 dientes. Para mantener fijos los engranajes a lo largo del eje se recurrirá a los anillos de retención de la misma manera que en los casos anteriores.

En la parte derecha el diámetro del eje será el mismo que el diámetro interno del rodamiento y estarán en contacto mediante un ajuste de apriete.

#### 8.3.4 EJE 4.

Este eje será el de salida de la reductora y estará conectado con el husillo para hacerlo girar. En la figura 45 se muestra una representación gráfica de este eje.

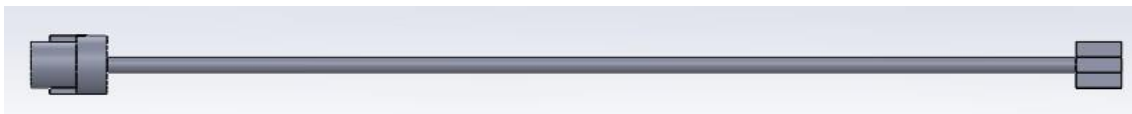


Figura 45

En donde se puede observar en la parte izquierda la zona en la que se va a colocar el engranaje de 48 dientes y en la parte derecha la continuación del eje hasta la sección en la que se conectará con el husillo. Para fijar el engranaje también se utilizará un anillo de retención que estará en apriete con el eje.

#### 8.4 CAJA REDUCTORA.

Los elementos comentados anteriormente se alojarán en una caja que se denominará caja reductora, que será sin más una caja hueca con diferentes alojamientos para colocar los rodamientos y apoyar los ejes, de manera que la sección interior de la caja reductora tendrá la forma que se muestra en la figura 46.

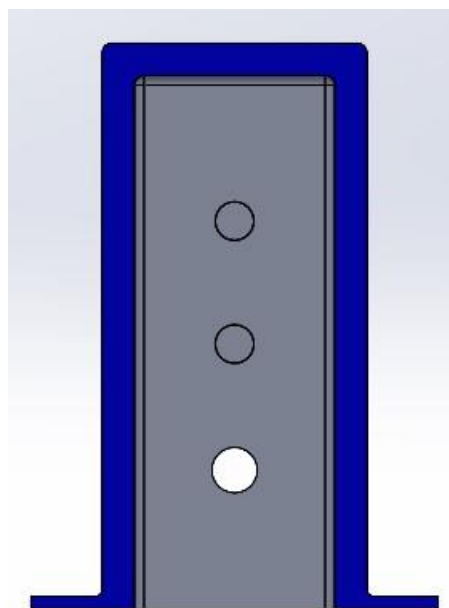


Figura 46

La forma exterior que tendrá la caja reductora se puede observar en la figura 47.

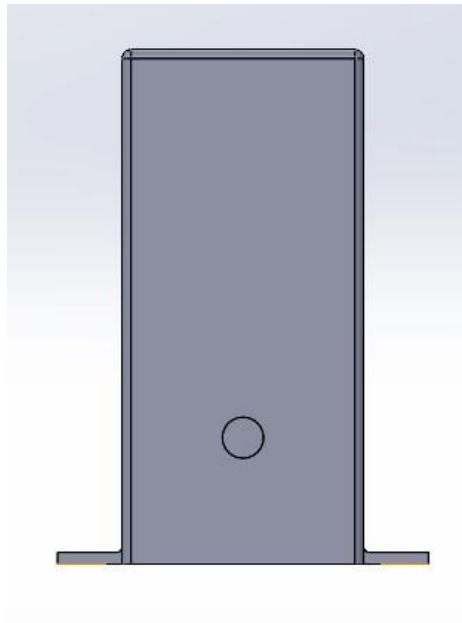


Figura 47

En donde se pueden observar unos salientes exteriores en la parte inferior en ambos lados de la caja reductora. Estos salientes servirán para apoyar y unir la caja reductora a la estructura de la máquina.

#### 8.5 ENSAMBLAJE SISTEMA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD.

Tras describir los componentes que intervienen en el sistema se ha realizado un ensamblaje de todos ellos para visualizar con la mayor claridad el conjunto según la figura 48.

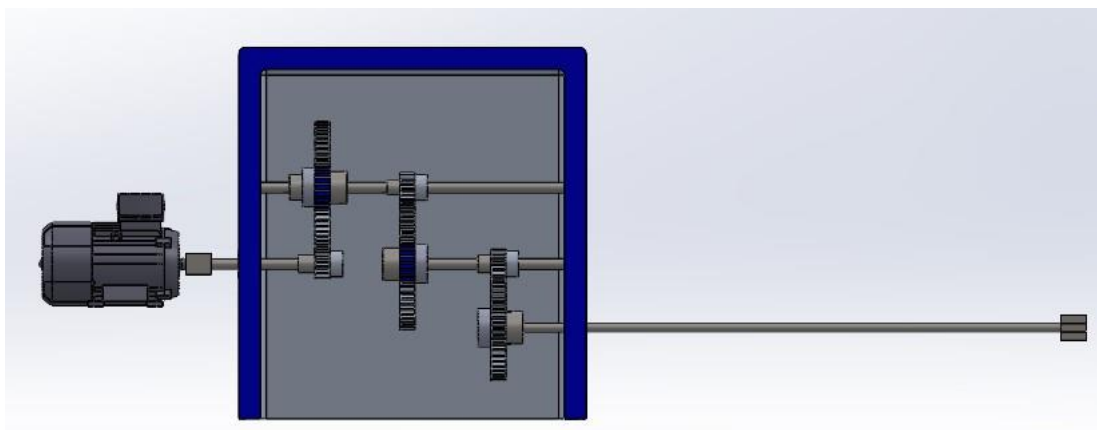


Figura 48

#### 8.6 TABLA DE COMPONENTES Y MATERIALES.

Se ha decidido, a modo de resumen, realizar una tabla con la lista de los componentes que van a utilizar en la reductora, así como los materiales de los que están fabricados y el

peso para indicar de manera simplificada todo lo comentado anteriormente sobre la reductora.

Componente	Cantidad	Material	Peso/ unidad (kg)
Engranaje Z=12	3	Aluminio 2014 T-6	0,3
Engranaje Z=48	1	Aluminio 2014 T-6	3,6
Engranaje Z=60	2	Aluminio 2014 T-6	5,6
Eje 1	1	Acero AISI 1020	2,5
Eje 2	1	Acero AISI 1020	5,6
Eje 3	1	Acero AISI 1020	4,5
Eje 4	1	Acero AISI 1020	7
Caja reductora	1	Aluminio 2014 T-6	40
Rodamientos	3	Acero AISI 1020	0,3
Anillo de retención 1	3	Aluminio 2014 T-6	0,2
Anillo1 de retención 2	3	Aluminio 2014 T-6	0,3

## 9 ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA.

En los apartados anteriores se describieron las partes de la máquina que estaban relacionadas con el proceso de inyección y se explicó la función que realizaban cada uno de los componentes. Esos componentes deberán estar unidos a la estructura de la máquina, la cual estará formada por diferentes tipos de perfiles estructurales y elementos de unión que garanticen la estabilidad de la máquina y de los componentes de la unidad de inyección, la unidad de cierre y de la reductora.

Por lo tanto, en este apartado se describirán los elementos estructurales principales de la máquina, así como las uniones entre la estructura principal y los componentes de los 3 bloques principales en los que se divide la máquina.

### 9.1 ESTRUCTURA PRINCIPAL.

La estructura principal de la máquina está compuesta por 2 cuadrantes en la parte superior y otros 2 en la parte inferior unidos en el centro por una placa central y varios tipos de barras y elementos de unión. De esta forma quedan divididas por la placa central por un lado la unidad de cierre y por el otro lado la unidad de inyección junto con la

reductora. En la figura 49 se puede observar una vista en alzado de la estructura principal en donde se pueden distinguir claramente como se dividen los principales bloques de la máquina.

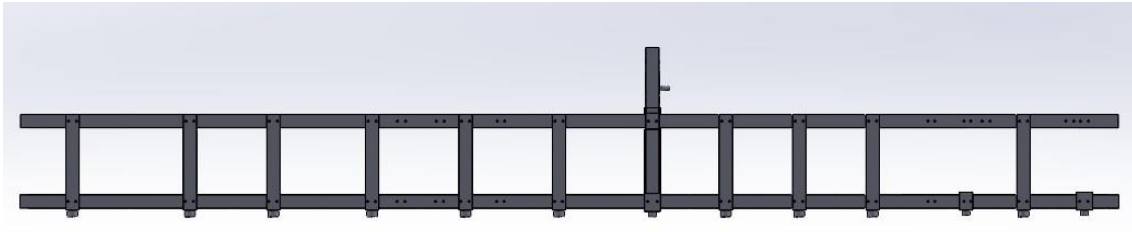


Figura 49

En la parte derecha se colocaría la unidad de cierre y en la parte izquierda la unidad de inyección y la reductora. Los cuadrantes serán perfiles en forma de C que se unirán también en la parte central y que se apoyarán en varios pilares a lo largo de su longitud.

Como se ha comentado anteriormente, la placa central será la unión entre la unidad de inyección y la unidad de cierre, cuya vista en perfil se puede observar en la figura 50.

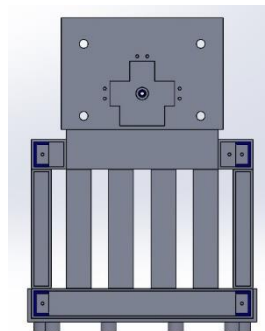


Figura 50

En donde se puede apreciar en la parte derecha e izquierda el elemento que unirá los cuadrantes superiores e inferiores. También se pueden apreciar los pilares sobre los que se apoyará la placa central, los cuales tendrán una sección en forma de H.

Por otro lado, los pilares en los que se apoyarán los cuadrantes superior e inferior se muestran en la figura 51.

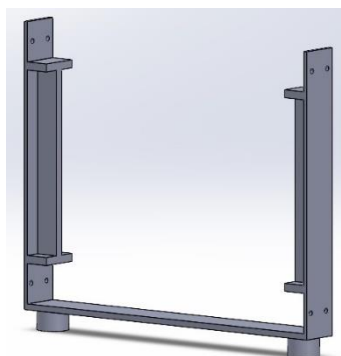


Figura 51

En la parte inferior de los pilares se colocarán unos rigidizadores de refuerzo según se muestra en la figura 52.

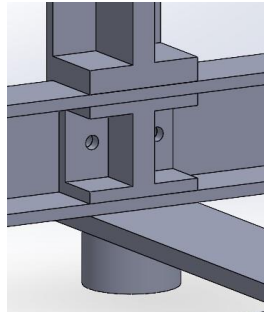


Figura 52

Se colocarán tantos pilares a una distancia determinada entre ellos en el lado de la unidad de inyección y otros tantos pilares a una distancia determinada también entre ellos en el lado de la unidad de cierre. La disposición de los pilares se puede observar en la figura 53 en la que se muestra el alzado longitudinal de la máquina.

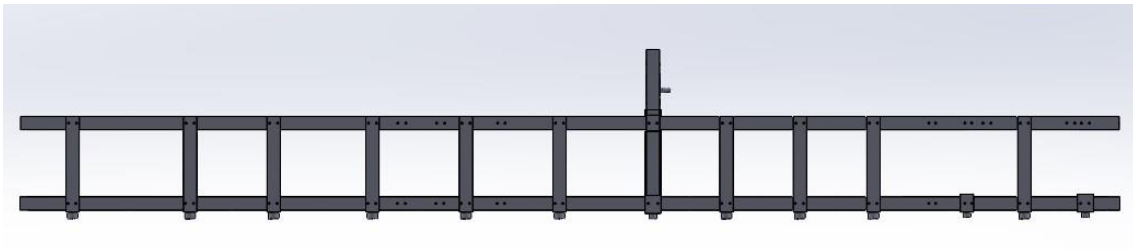


Figura 53

Con esto quedaría definida la estructura principal de la máquina, a partir de ahora se describirán las uniones estructurales entre algunos de los componentes y la estructura principal de la máquina.

## 9.2 UNIÓN MOTOR DE INDUCCIÓN.

El motor de inducción estará situado en el extremo izquierdo de la máquina y se apoyará sobre 2 soportes para que su eje sea concéntrico al eje de entrada de reductora de velocidad. En la figura 54 se muestra una representación de la posición del motor en la máquina:

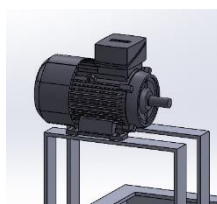


Figura 54

### 9.3 UNIÓN REDUCTORA.

La caja en la que se alojan los elementos encargados de reducir la velocidad de giro del motor de inducción cuenta con 2 salientes de 1 cm de espesor que se apoyarán a lo largo de 2 vigas longitudinales y posteriormente se unirán mediante los elementos de unión. A su vez, estas vigas se apoyarán en otras vigas transversales que se apoyarán en el cuadrante superior de la unidad de inyección y se unirán a él mediante elementos de unión. En la figura 55 se muestra una representación gráfica de cómo se va a apoyar la caja reductora.

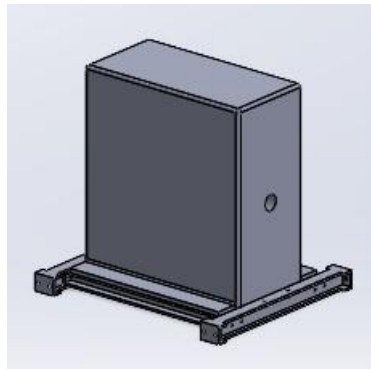


Figura 55

### 9.4 UNIÓN CILINDROS ACTUADORES.

Los cilindros actuadores tendrán 1 apoyo en la parte delantera y otro apoyo en la parte trasera, de manera que encajarán en un alojamiento con la forma del negativo de la sección de estos cilindros. Estos apoyos estarán unidos a unas vigas que se apoyarán al mismo tiempo en el cuadrante superior de la estructura de la máquina y se unirán a él mediante elementos de unión.

En las figuras 56 y 57 se muestra la representación gráfica de los apoyos de los cilindros.

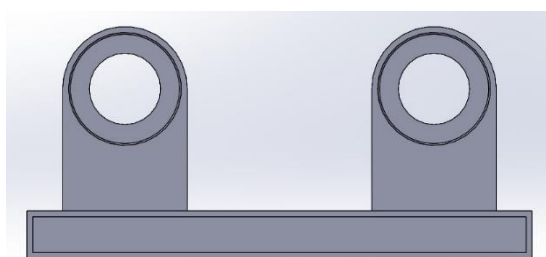


Figura 56

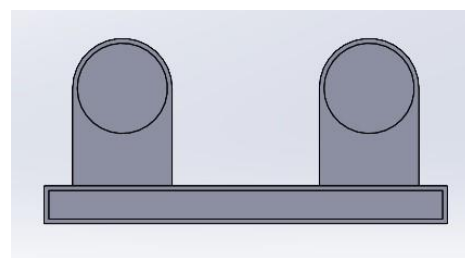


Figura 57

En la figura 58 se muestra la representación gráfica de la unión de las vigas de apoyo a la estructura principal de la máquina.

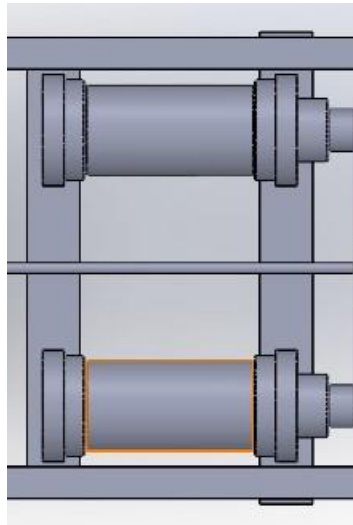


Figura 58

### 9.5 UNIÓN CILINDROS DE APOYO.

El criterio para el apoyo de estos cilindros será el mismo que en el caso de los cilindros anteriores, de manera que en las figuras 59 y 60 se muestra la representación gráfica de estos apoyos.

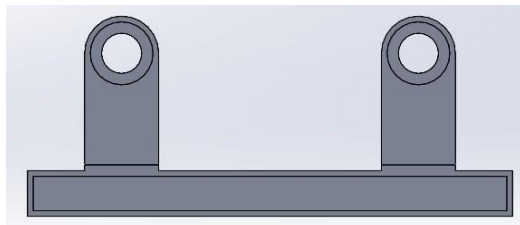


Figura 59



Figura 60

Además, estos cilindros estarán unidos a la placa central por la parte trasera mediante unas barras longitudinales para soportar los elevados esfuerzos axiales producidos por los cilindros actuadores.

Por otro lado, en la figura 61 se muestra la representación gráfica de la unión de las vigas de apoyo y de las barras longitudinales a la estructura principal de la máquina.



Figura 61



### 9.6 UNIÓN CILINDRO DE INYECCIÓN.

El cilindro de inyección va a estar apoyado en su extremo izquierdo en el husillo, el cual a su vez se apoya en otros elementos, y en el extremo derecho se apoya en la placa central debido a que una pequeña parte del cilindro está alojada en ella. Por otro lado, debido a la elevada longitud del cilindro se ha decidido colocar también apoyos intermedios a lo largo de su longitud, de manera que la estructura quedaría tal y como se muestra en la figura 62.



Figura 62

Una vez que se han descrito las uniones a la estructura de los componentes de la unidad de inyección y de la estructura se describirán en los siguientes apartados las uniones a la estructura de los elementos de la unidad de cierre.

### 9.7 RESULTADO UNIDAD DE INYECCIÓN.

Finalmente, la estructura completa de la unidad de inyección se puede observar en las figuras 63 y 64.

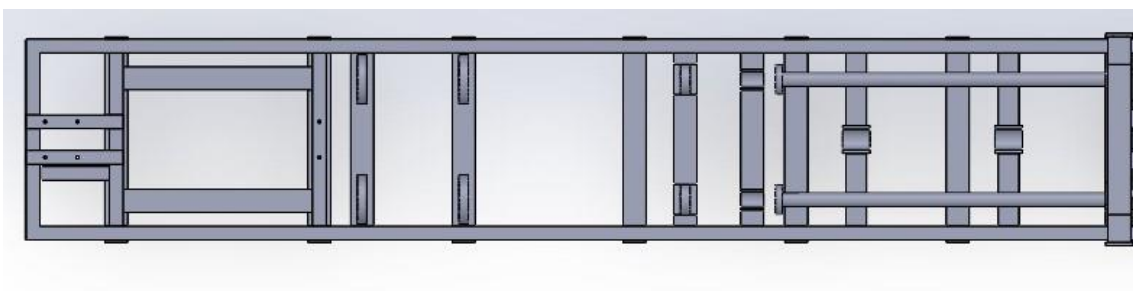


Figura 63

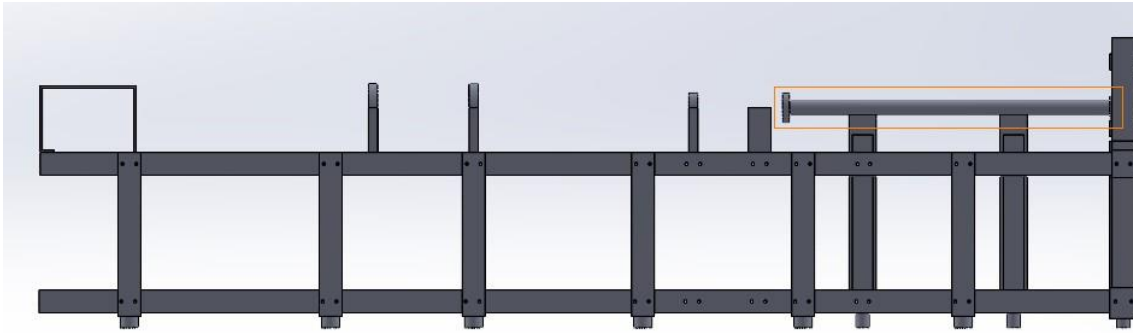


Figura 64

### 9.8 UNIÓN PLACA FIJA MOLDE.

La placa fija del molde se apoyará y unirá por un lado en la placa central de la estructura y por otro lado estará unida a las 4 barras longitudinales que recorrerán toda la longitud de la unidad de cierre para que se apoyen en ellas otros elementos de esta parte de la máquina. En la figura 65 se muestra la unión de la placa fija del molde a los elementos estructurales.

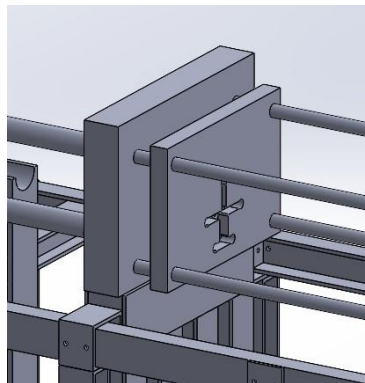


Figura 65

### 9.9 UNIÓN MOLDE.

El molde se conectará con la estructura mediante las 4 barras longitudinales nombradas anteriormente de manera que pueda deslizarse a lo largo de ellas cuando este se abre y se cierra durante el proceso de inyección. Para realizar la unión se han realizado 4 salientes transversales a lo largo del molde por su elevada longitud. La unión del molde a las barras se representa en la figura 66.

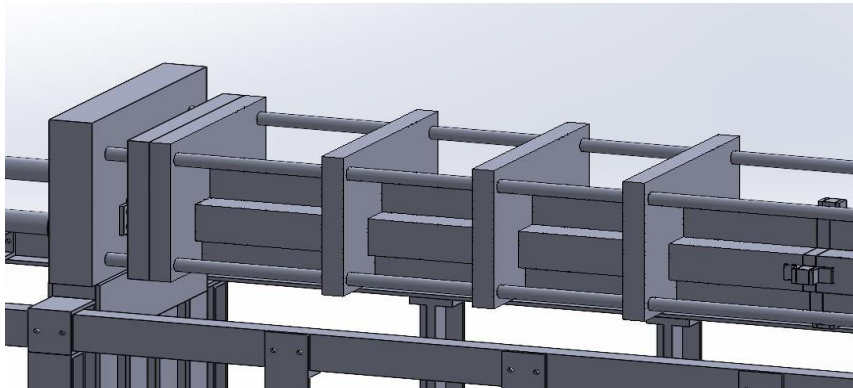


Figura 66

Por otro lado, el molde estará conectado a la placa soporte y a la caja de eyectores mediante elementos de unión a través de los salientes realizados en la sección transversal. En la figura 67 se muestra la representación gráfica de la unión de estos 3 elementos.

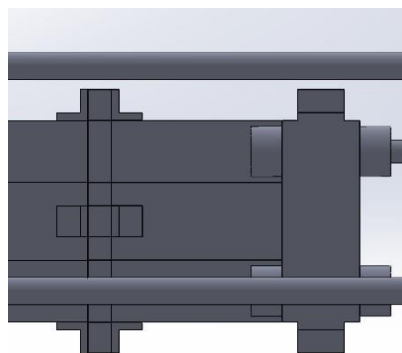


Figura 67

### 9.10 UNIÓN CILINDROS DE CIERRE Y CILINDRO DE EXPULSIÓN.

Para la unión de los cilindros de cierre y de expulsión a la estructura se utilizará el mismo criterio que con los cilindros de la unidad de inyección. Los cilindros se apoyarán por la parte delantera y por la parte trasera en sección con la forma del negativo de los cilindros, y a su vez estos apoyos estarán unidos a unas vigas transversales que se apoyarán en el cuadrante superior de la unidad de cierre de la máquina y se unirán a él

mediante elementos de unión. En las figuras 68 y 69 se muestran los elementos de unión de los cilindros a la estructura de la máquina.

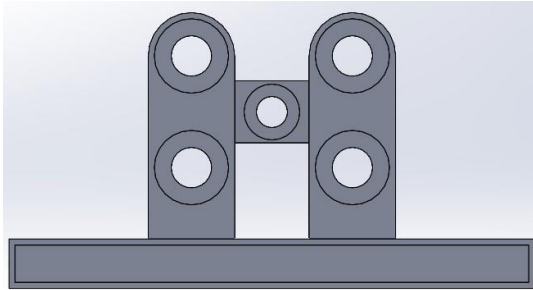


Figura 68

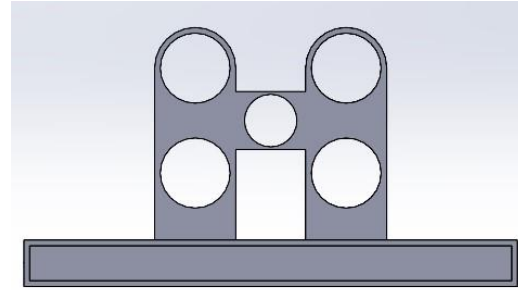


Figura 69

Por otro lado, en la figura se muestra la unión de los cilindros a la estructura principal de la máquina.

#### 9.11 APOYOS BARRAS LONGITUDINALES.

Según se ha comentado anteriormente, las barras longitudinales de la unidad de cierre recorrerán toda la unidad y servirán para que se apoye en ellas la placa fija del molde y para que se apoye y deslice la parte móvil del molde. Estas barras tendrán apoyos en los extremos, pero debido a su elevada longitud y al peso de los elementos que se apoyan en ellas se ha decidido colocar apoyos intermedios para que los apoyos de los extremos no sufran tanto. En la figura 70 se muestra la estructura de apoyo intermedio de las

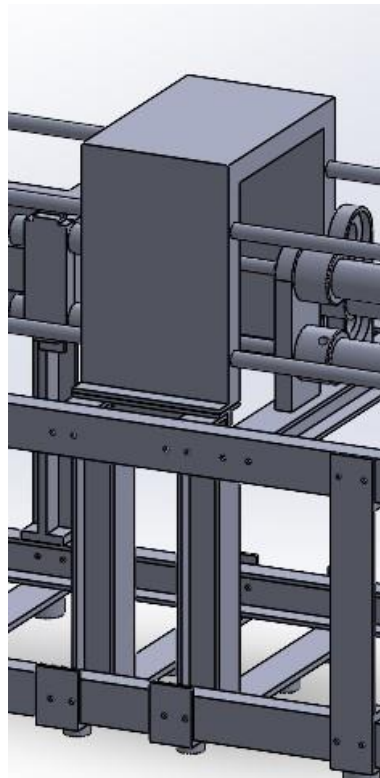


Figura 70

barras longitudinales, la cual también estará unida a la estructura de la unidad de cierre mediante barras y elementos de unión.

Por otro lado, las barras quedarían unidas a la unidades en la unidad de cierre según se muestra en la figura 71.

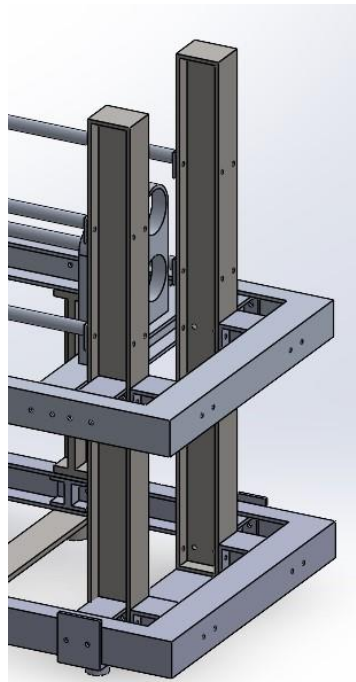


Figura 71

Con respecto a los apoyos en los extremos, se puede observar que en uno de los extremos están unidas a la placa central, de manera que se puede observar con más claridad la unión en la figura 72.

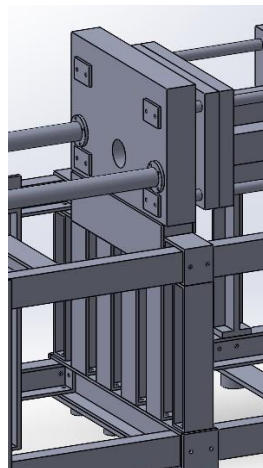


Figura 72

En el otro extremo las barras están unidas a unos pilares que a su vez se encuentran unidos a la estructura principal de la unidad de cierre mediante otro tipo de barras y elementos de unión.

### 9.12 RESULTADO UNIDAD DE CIERRE.

Finalmente, la estructura completa de la unidad de cierre se puede observar en las figuras 73 y 74.

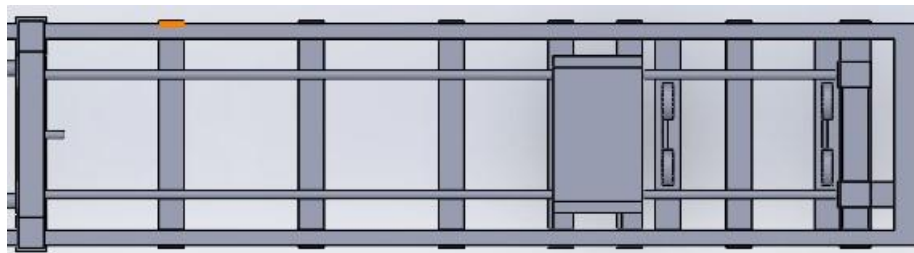


Figura 73

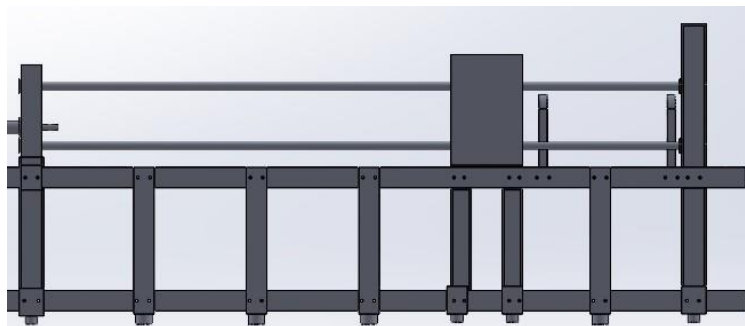


Figura 74

### 9.13 TABLA DE COMPONENTES Y MATERIALES.

Se ha decidido, a modo de resumen, realizar una tabla con la lista de los componentes que van a utilizar en la estructura, así como los materiales de los que están fabricados y el peso para indicar de manera simplificada todo lo comentado anteriormente sobre la estructura.

Unidad de inyección			
Elemento	Cantidad	Material	Peso/ unidad (kg)
Apoyos motor	2	Aluminio 2014-T6	1,8
Apoyos reductora	2	Aluminio 2014-T6	7
Vigas reductora	2	Aluminio 2014-T6	6,2

Apoyo delantero cilindros actuadores	1	Aluminio 2014-T6	12
Apoyo trasero cilindros actuadores	1	Aluminio 2014-T6	14
Apoyo delantero cilindros de apoyo	1	Aluminio 2014-T6	14
Apoyo trasero cilindros de apoyo	1	Aluminio 2014-T6	14
Barras cilindro de apoyo	2	Acero AISI 1020	25
Pilares cilindro de inyección	2	Acero AISI 1020	50
Vigas cilindro de inyección	8	Aluminio 2014-T6	10
Cuadrante superior	1	Aluminio 1060	55
Cuadrante inferior	1	Aluminio 1060	55
Pilares de unión	6	Acero AISI 1020	38
Zona central			
Placa central	1	Aluminio 2014-T6	75
Soporte placa central	1	Aluminio 2014-T6	7
Pilares centrales	4	Acero AISI 1020	12
Pilares laterales	2	Acero AISI 1020	12
Empalmes	2	Aluminio 1060	1,6
Viga inferior	1	Aluminio 2014-T6	12
Apoyo viga inferior	1	Aluminio 2014-T6	7
Unidad de cierre			
Barras longitudinales	4	Acero AISI 1020	17
Cuadrante superior	1	Aluminio 1060	44
Cuadrante inferior	1	Aluminio 1060	44
Pilares de unión	4	Acero	38

		AISI 1020	
Apoyos pilares intermedios	2	Aluminio 2014-T6	5,6
Apoyos pilares traseros	1	Aluminio 2014-T6	5,6
Pilares intermedios	4	Acero AISI 1020	18
Soporte intermedio de las barras longitudinales	1	PVC rígido	10
Vigas de unión pilares intermedios	4	Aluminio 2014-T6	1,5
Apoyos soporte intermedio	2	Aluminio 2014-T6	3,5
Apoyo delantero cilindros de cierre	1	Aluminio 2014-T6	16
Apoyo trasero cilindros de cierre	1	Aluminio 2014-T6	14
Pilares traseros	2	Acero Normalizado	45
Viga unión pilares traseros (1)	4	Aluminio 2014-T6	2
Viga unión pilares traseros (2)	2	Aluminio 2014-T6	4,5
Viga unión pilares traseros (3)	4	Aluminio 2014-T6	2,5

## 10 VALIDACIONES.

Tras describir los componentes de la máquina de inyección de plástico en los apartados anteriores lo que se hará en este apartado es realizar algunas comprobaciones sobre la resistencia de los componentes que se encuentran más expuestos a las solicitaciones que puedan ocurrir en la máquina, bien sea por el peso de los propios elementos o también por la fuerza que generan algunos de ellos durante el proceso de inyección.

Por lo tanto, se realizará la comprobación de resistencia de los siguientes elementos:

- Pilares de unión.
- Pilares traseros.
- Barras longitudinales.
- Pilares cilindro de inyección.

Los cuales se ha considerado que están sometidos a esfuerzos mucho mayores que la mayoría del resto de elementos de la máquina de inyección.



### 10.1 PILARES DE UNIÓN.

Según se ha comentado anteriormente los pilares de unión son los elementos estructurales que se encargan de soportar prácticamente toda la masa suspendida de la máquina y por ello se encuentran distribuidos a lo largo de su longitud tanto en la zona de la unidad de inyección como en la zona de la unidad de cierre, de manera que en la unidad de inyección se tendrán 6 pilares de unión y en la unidad de cierre 4 pilares de unión.

Para comprobar la resistencia de este elemento estructural lo que se hará es someter al pilar en cada apoyo a una fuerza que será la suma de la masa total que se encuentra gravitando entre el número de apoyos de los pilares.

De manera que las fuerzas se ejercerán en las zonas indicadas en rojo y los apoyos se colocarán en las zonas indicadas en azul ya que ahí están colocados los rigidizadores, tal y como se puede observar en la figura 75.

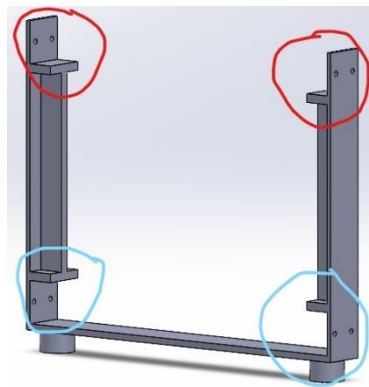


Figura 75

La fuerza a la que se va a someter en cada apoyo será la suma de la masa de los elementos que graviten sobre ellos, la cual se ha indicado en apartados anteriores. Por lo tanto, la masa total de los elementos que gravitan sobre los pilares de unión.

Por parte de los elementos de la unidad de inyección, se tendrá la siguiente masa:

- $M1 = 288,8$  kg.

Por parte de los elementos de la unidad de cierre, se tendrá la siguiente masa:

- $M2 = 1006,1$  kg.

Por parte del sistema de reducción de velocidad, se tendrá la siguiente masa:

- $M3 = 77,7$  kg.

Por parte de los elementos estructurales de la unidad de inyección que gravitan sobre los pilares de unión se tendrá la siguiente masa:

- $M4 = 229$  kg.

Finalmente, por parte de los elementos estructurales de la unidad de cierre que gravitan los pilares de unión se tendrá la siguiente masa:

- M5 = 141,5 kg.

Por lo tanto, teniendo en cuenta el número de pilares y el número de apoyos, la fuerza que habrá que aplicar en cada apoyo será:

$$F = (1743,1 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) / 10 = 1708,24 \text{ N}$$

Por lo tanto, se aplicará en cada apoyo una fuerza de 1710 N.

Tras realizar una simulación con los valores de cargas calculados se han obtenido los siguientes resultados sobre la tensión de Von Mises que se muestran en la figura 76.

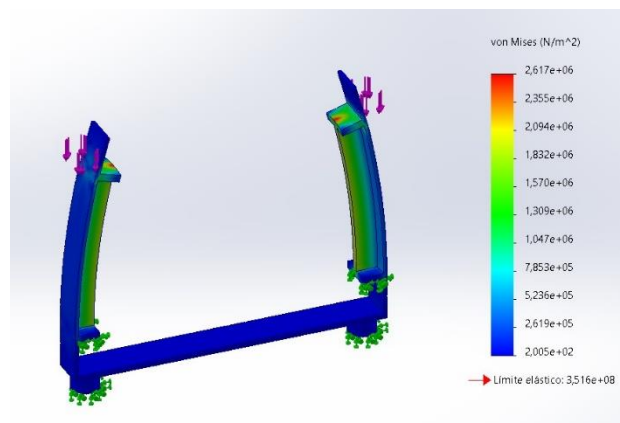


Figura 76

En donde se puede observar que la tensión máxima a la que se encuentra sometida el componente está bastante por debajo del límite elástico del material elegido. **Por otro** lado, el factor de seguridad más bajo encontrado en este componente se muestra en la figura 77:

Con base en los parámetros especificados, el factor de seguridad (FOS) más bajo encontrado en su diseño es 134.339

Figura 77

Por lo tanto, los pilares de unión cumplen con creces las solicitaciones a las que están sometidos.

## 10.2 BARRAS LONGITUDINALES.

También se comprobarán las barras longitudinales ya que sobre ellas gravita el molde el cual se trata del elemento más pesado de la máquina, así como también otros elementos como la placa soporte, la placa expulsora y la caja de la placa expulsora. De manera que la suma de la masa de estos elementos:

- M = 786 kg.

Esta masa se apoyará en 4 puntos a lo largo de la longitud de cada barra, por lo tanto, se tendrán 16 puntos de aplicación de fuerza, siendo la fuerza en cada uno de ellos:

$$F = (786 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) / 16 = 481,425 \text{ N}$$

Valor que se aproximará a:

$$F = 425 \text{ N}$$

Realizando la simulación con estos valores se obtiene la distribución de tensiones de Von Mises que se muestra en la figura 78.

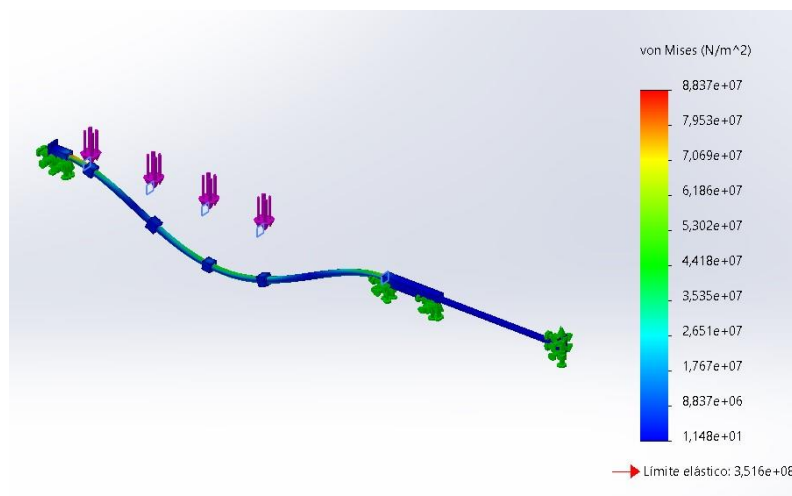


Figura 78

En donde se puede observar que la tensión máxima a la que está sometida la barra se encuentra por debajo del límite elástico. Por otro lado, el factor de seguridad más bajo encontrado es el que se muestra en la figura 79.

Con base en los parámetros especificados, el factor de seguridad (FOS) más bajo encontrado en su diseño es 3.97854

Figura 79

El cual se encuentra por encima del factor de seguridad que se recomienda, el cual es de 2,5. Por lo tanto, las barras longitudinales resistirán las solicitaciones a las que se encuentran sometidas.

### 10.3 PILARES CILINDRO DE INYECCIÓN.

También se comprobarán los 2 pilares sobre los que se apoya el cilindro de inyección. Para ello se someterá a cada uno de ellos a una fuerza de compresión hacia debajo de la mitad del peso del cilindro de inyección. La masa del cilindro de inyección, la cual se indicó en anteriormente:

- $M = 43,5 \text{ kg}$ .

Por lo tanto, la fuerza de compresión que actuará sobre cada uno de los pilares:

$$F = (43,5 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) / 2 = 213,15 \text{ N}$$

Valor que se aproximará:

$$F = 215 \text{ N}$$

Aplicando los valores indicados, se obtiene la distribución de tensiones de Von Mises que se muestra en la figura 80.

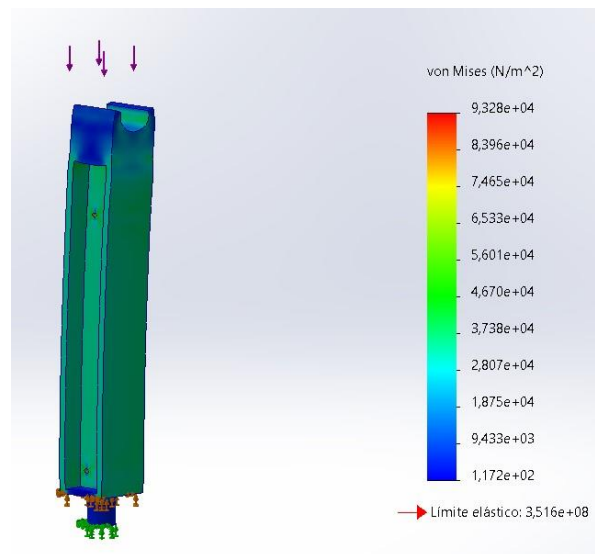


Figura 80

En donde el valor máximo de tensión al que está sometido el pilar está muy por debajo del límite elástico del material escogido, lo cual también se refleja en el factor de seguridad más bajo encontrado, el cual se muestra en la figura 81:

Con base en los parámetros especificados, el factor de seguridad (FOS) más bajo encontrado en su diseño es 3769.06

Figura 81

Por lo que se ha comprobado que los pilares del cilindro de inyección cumplen sobradamente con los esfuerzos a los que están sometidos.

#### 10.4 PILARES TRASEROS.

Finalmente, los últimos elementos estructurales en analizar serán los pilares traseros situados en el extremo derecho de la máquina en la zona de la unidad de cierre. Estos pilares se encargarán de absorber las fuerzas producidas por los cilindros de actuadores

durante el proceso de inyección, las cuales se transmitirán a lo largo de diferentes componentes de la máquina hasta llegar finalmente a los pilares traseros.

La fuerza que generarán los cilindros actuadores se transmitirá a los pistones y de ahí a los cilindros de apoyo, los cuales tienen en la parte inferior las barras que están conectadas a la placa central, de donde se transmitirá a las barras longitudinales y al molde, y de ahí a los pilares traseros y a los cilindros de cierre que también ejercen fuerza.

Según se indicó anteriormente, entre los 2 cilindros generaban una fuerza de 388000 N, por lo tanto, la fuerza que pasará a las barras transversales y que transmitirá a los pilares será:

$$F = (388000 \text{ N})/8 = 48500 \text{ N}$$

Ya que parte de esa fuerza también pasará a los cilindros de cierre. En los pilares traseros actuará en 2 puntos diferentes de cada uno de ellos ya que cada uno está conectado a 2 barras longitudinales.

Con estos valores se ha obtenido la distribución de tensiones de Von Mises que se muestra en la figura 82:

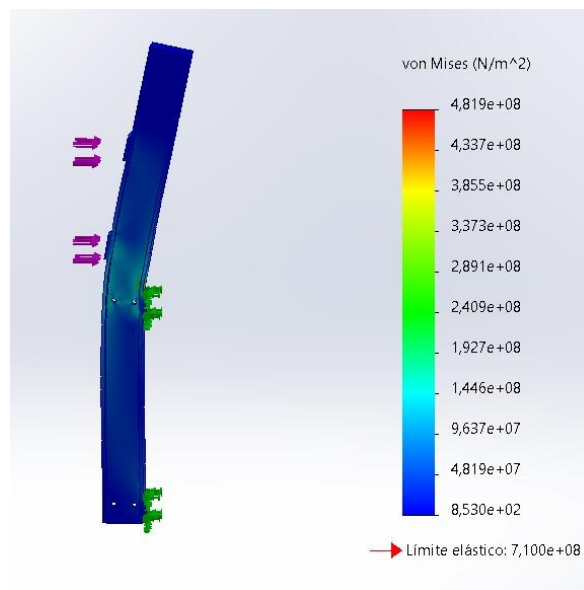


Figura 82

En donde se puede observar que la tensión máxima a la que se encuentra sometido es ligeramente inferior al límite elástico del material. El factor de seguridad mínimo obtenido en este caso es el que se muestra en la figura 83.

Con base en los parámetros especificados, el factor de seguridad (FS) más bajo encontrado en su diseño

Figura 83

El cual es mejorable ya que se encuentra por debajo del recomendado, por lo que para mejorarlo se podrían colocar apoyos extra en zonas más elevadas del pilar.

## 11 Bibliografía

- Barcelona, U. d. (s.f.). *MATERIALS*. Obtenido de MATERIALS:  
<http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/polietileno-de-alta-densidad>
- blog.valvularco. (27 de Diciembre de 2018). *Tubería de Polietileno: accesorios y sistemas de unión*. Obtenido de Tubería de Polietileno: accesorios y sistemas de unión:  
<https://blog.valvularco.com/tubos-de-polietileno-pe-accesorios-sistemas-de-union>
- CEMER. (5 de 2018). *Motores asíncronos trifásicos y monofásicos*. Obtenido de Motores asíncronos trifásicos y monofásicos: <https://www.roeirasa.es/wp-content/uploads/2018/05/CAT%C3%81LOGO-MOTORES-CEMER.pdf>
- Esobar, D. M. (2017). *Diseño de un molde para inyección de plástico*. Bogota: Universidad de América.
- Ikastaroak. (s.f.). *Cálculo y dimensionado del molde*. Obtenido de Cálculo y dimensionado del molde:  
[https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DMPP/DMPP02/es\\_DFM\\_DMPP02\\_Contenidos/website\\_12\\_mquina\\_de\\_inyeccin\\_adeuada.html](https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DMPP/DMPP02/es_DFM_DMPP02_Contenidos/website_12_mquina_de_inyeccin_adeuada.html)
- Marcilla, B. y. (s.f.). Inyección. En B. y. Marcilla, *Tecnología de los Polímeros*.
- MEXPOLÍMEROS. (s.f.). Obtenido de MEXPOLÍMEROS:  
<https://www.mexpolimeros.com/pedia/shrinkages.html>
- Pineda, P. A. (2002). *Diseño y construcción de una máquina de inyección de termoplásticos*. Obtenido de  
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4997/1/Dise%C3%B1o%20y%20construcci%C3%B3n%20de%20una%20m%C3%A1quina%20de%20inyecci%C3%B3n%20de%20termopl%C3%A1sticos%20para%20finde%20did%C3%A1cticos.pdf>
- Serrano, A. L. (2018). *Molde de inyección*. Bilbao: Universidad de Bilbao.
- TIREC. (s.f.). *Calentadores para inyectoras*. Obtenido de Calentadores para inyectoras:  
<https://www.resistencias-electricas.com/productos/por-contacto/resistencias-flexibles/calentadores-para-inyectoras/>

## 12 ANEXOS

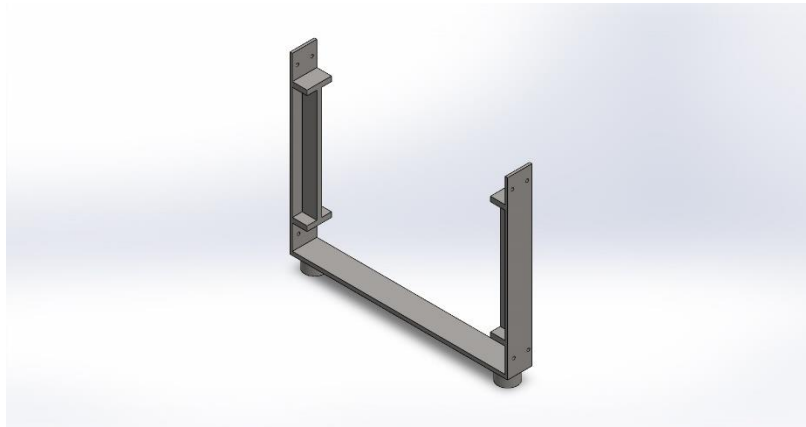
12.1 Validación pilares de unión.

12.2 Validación barras longitudinales.

12.3 Validación pilares cilindro de inyección.

12.4 Validación pilares traseros.

## 12.1 VALIDACIÓN PILARES DE UNIÓN.



Descripción  
No hay datos

## Simulación de Pilares\_Unión

Fecha: viernes, 13 de mayo de 2022

Diseñador:

Solidworks

Nombre de estudio:

SimulationXpress Study

Tipo de análisis:

Análisis estático

Tabla de contenidos  
Descripción

70

Suposiciones

¡Error!

Marcador no definido.

Información de modelo 71

Propiedades de material

72

Cargas y sujeciones

72

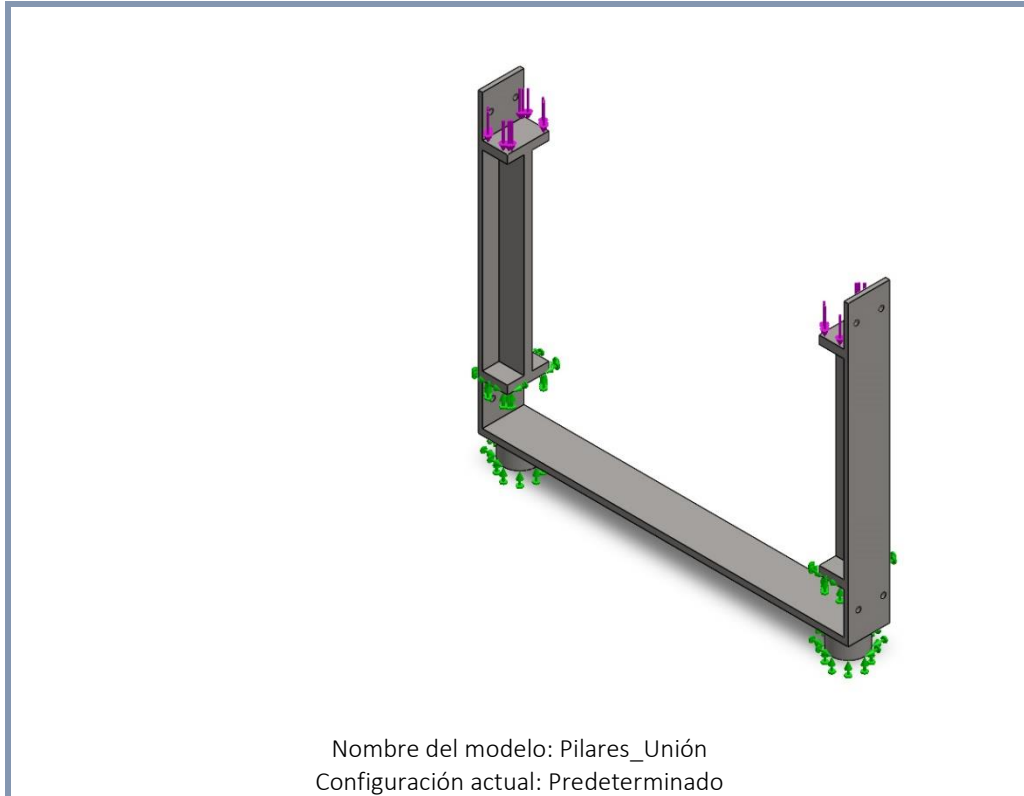
Información de malla 73

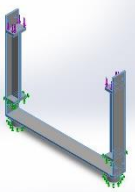
Resultados del estudio 74

Conclusión 77

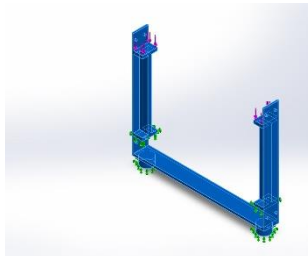


Información de modelo

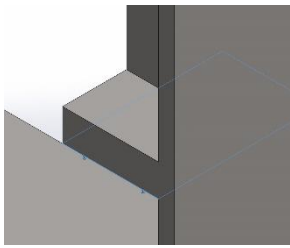
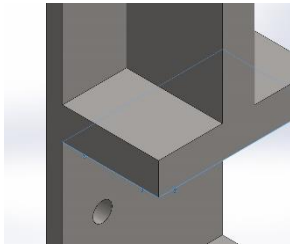
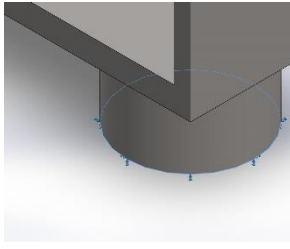
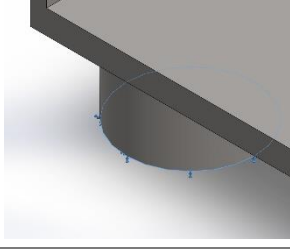


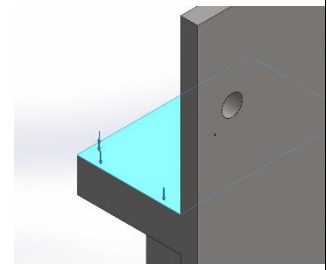
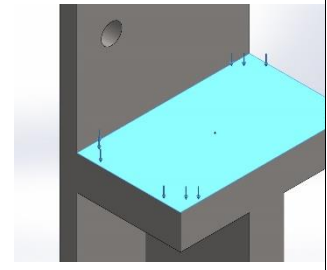
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Cortar-Extruir2 	Sólido	Masa:38,0196 kg Volumen:0,00481261 m <sup>3</sup> Densidad:7.900 kg/m <sup>3</sup> Peso:372,592 N	C:\Users\Javier\Desktop\segundo_curso\TFG\40_Piezas Solidworks\04_Estructura\Pilares_Unión.SLDPRT May 8 21:28:17 2022

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: <b>AISI 1020</b> Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b> Criterio de error predeterminado: <b>Desconocido</b> Límite elástico: <b>3,51571e+08 N/m<sup>2</sup></b> Límite de tracción: <b>4,20507e+08 N/m<sup>2</sup></b>	<b>Sólido 1(Cortar-Extruir2)(Pilares_Unión)</b>

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>
Fijo-2		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>
Fijo-3		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>
Fijo-4		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>

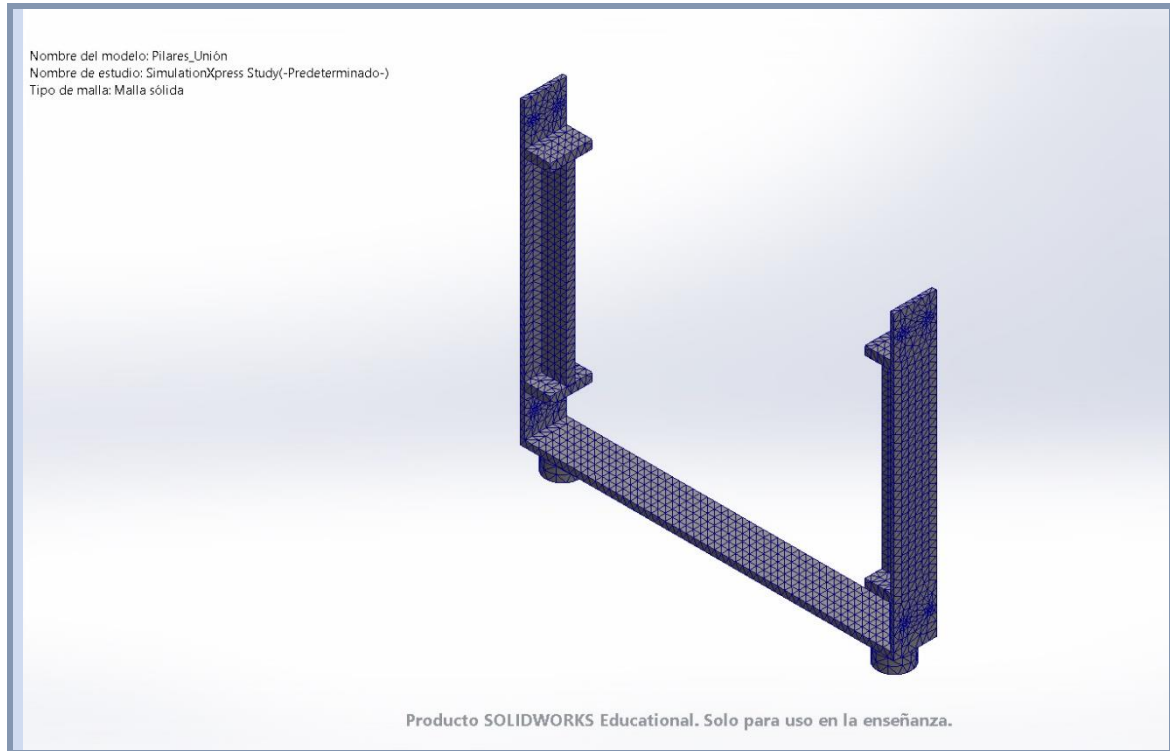
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<b>Entidades: 1 cara(s)</b> <b>Tipo: Aplicar fuerza normal</b> <b>Valor: 1.710 N</b>
Fuerza-2		<b>Entidades: 1 cara(s)</b> <b>Tipo: Aplicar fuerza normal</b> <b>Valor: 1.710 N</b>

Información de malla

<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos para malla de alta calidad</b>	16 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	16,8864 mm
<b>Tolerancia</b>	0,844321 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

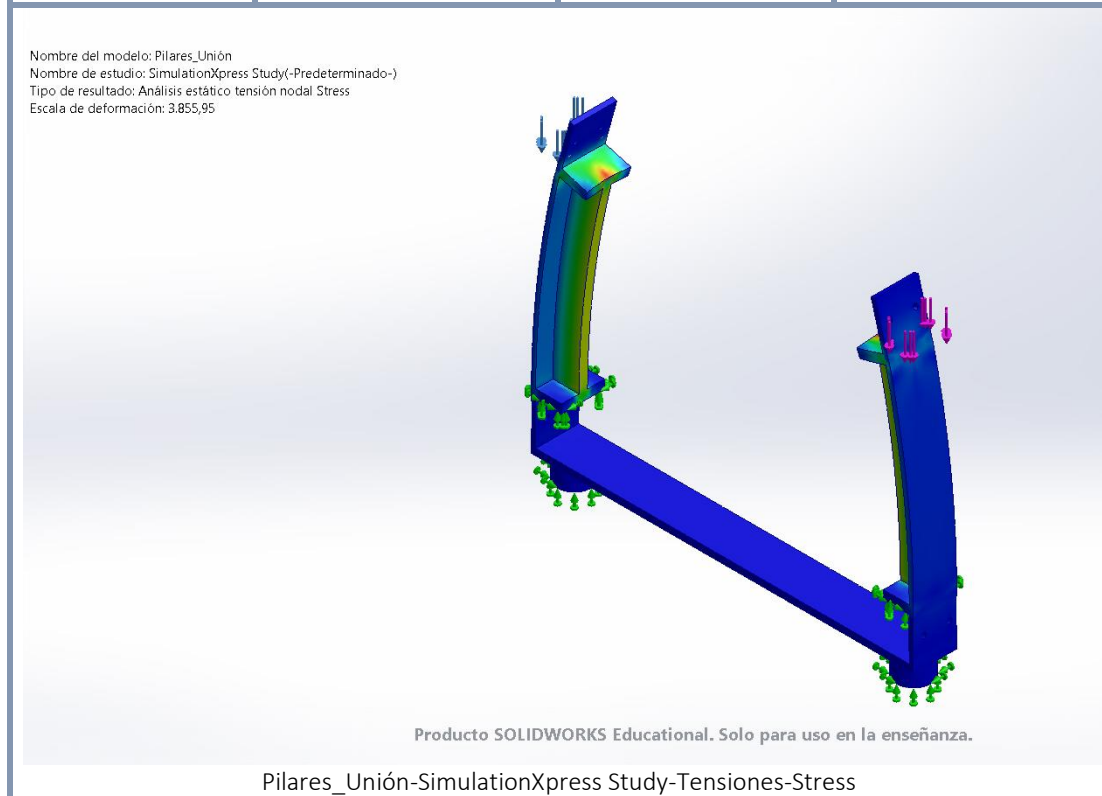
Información de malla - Detalles

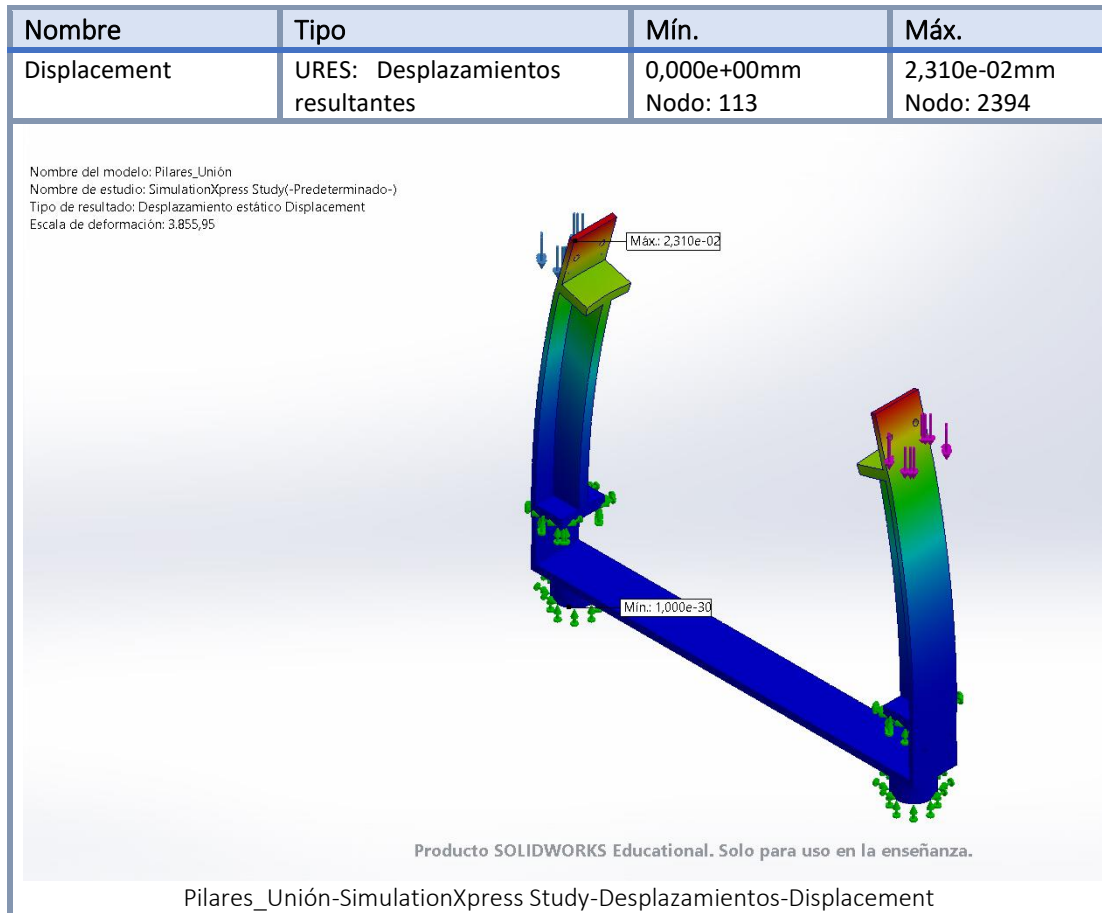
<b>Número total de nodos</b>	20721
<b>Número total de elementos</b>	10946
<b>Cociente máximo de aspecto</b>	8,5625
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	97,4
<b>El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	0
<b>Porcentaje de elementos distorsionados</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:00:01
<b>Nombre de computadora:</b>	



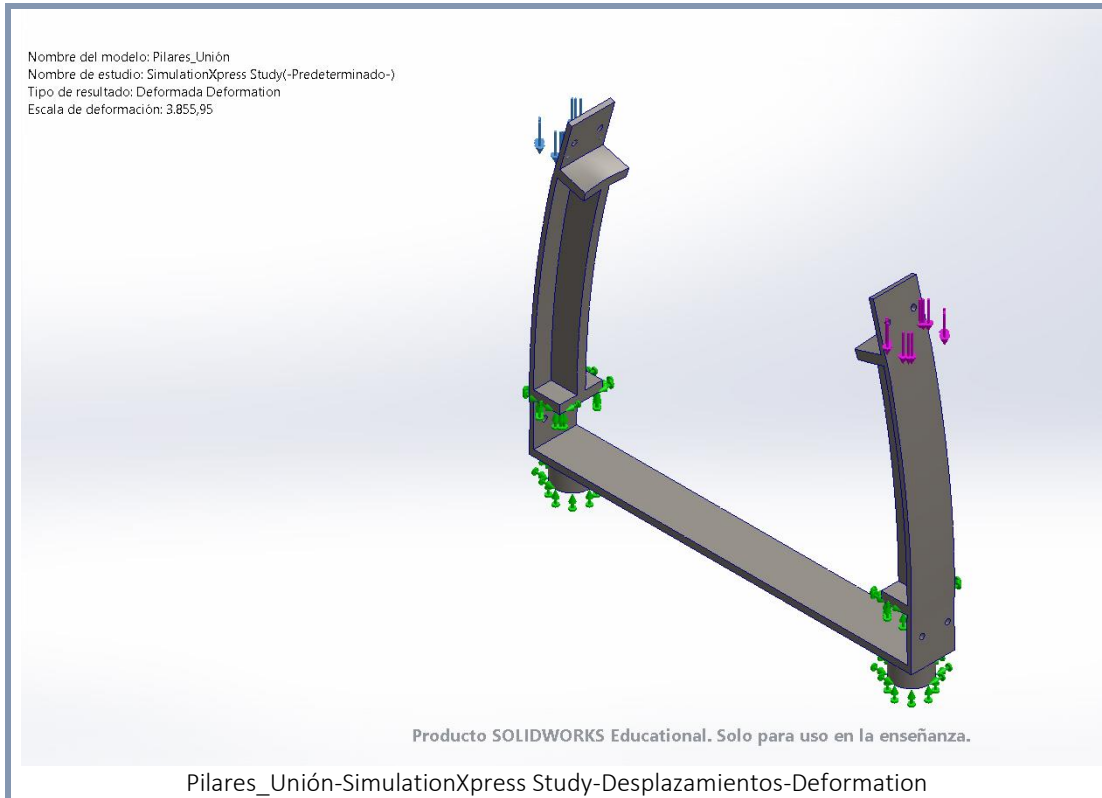
Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	2,005e+02N/m <sup>2</sup> Nodo: 15434	2,617e+06N/m <sup>2</sup> Nodo: 8106

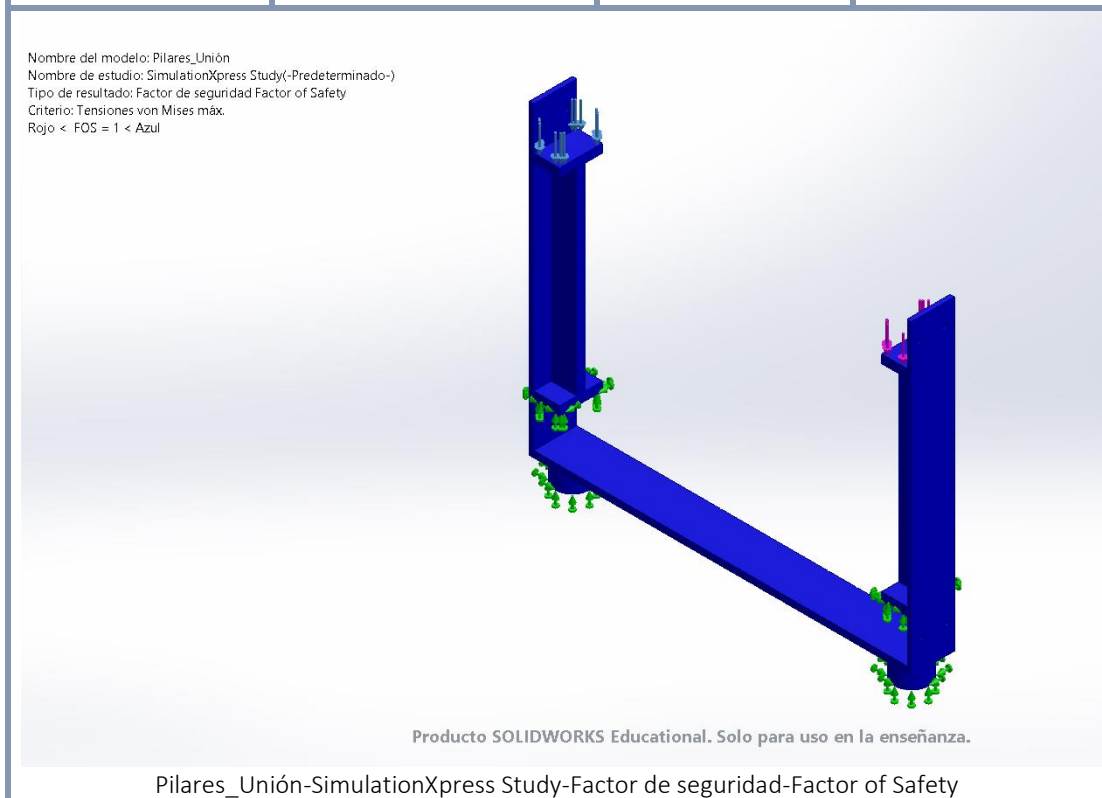




Nombre	Tipo
Deformation	Deformada

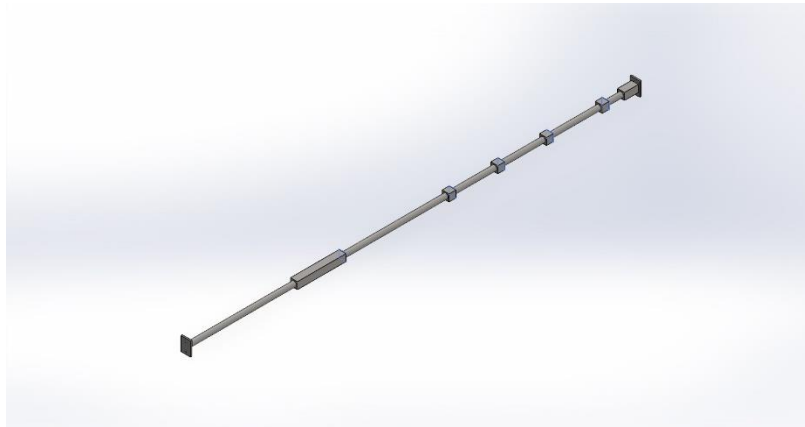


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor of Safety	Tensión de von Mises máx.	1,343e+02 Nodo: 8106	1,753e+06 Nodo: 15434



Conclusión

## 12.2 VALIDACIÓN BARRAS LONGITUDINALES.



Descripción  
No hay datos

## Simulación de Barras\_Transversales\_V AL

Fecha: viernes, 13 de mayo de 2022  
Diseñador: Solidworks  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos  
Descripción 78

Suposiciones ¡Error!  
Marcador no definido.

Información de modelo  
79

Propiedades de material 80

Cargas y sujeciones  
80

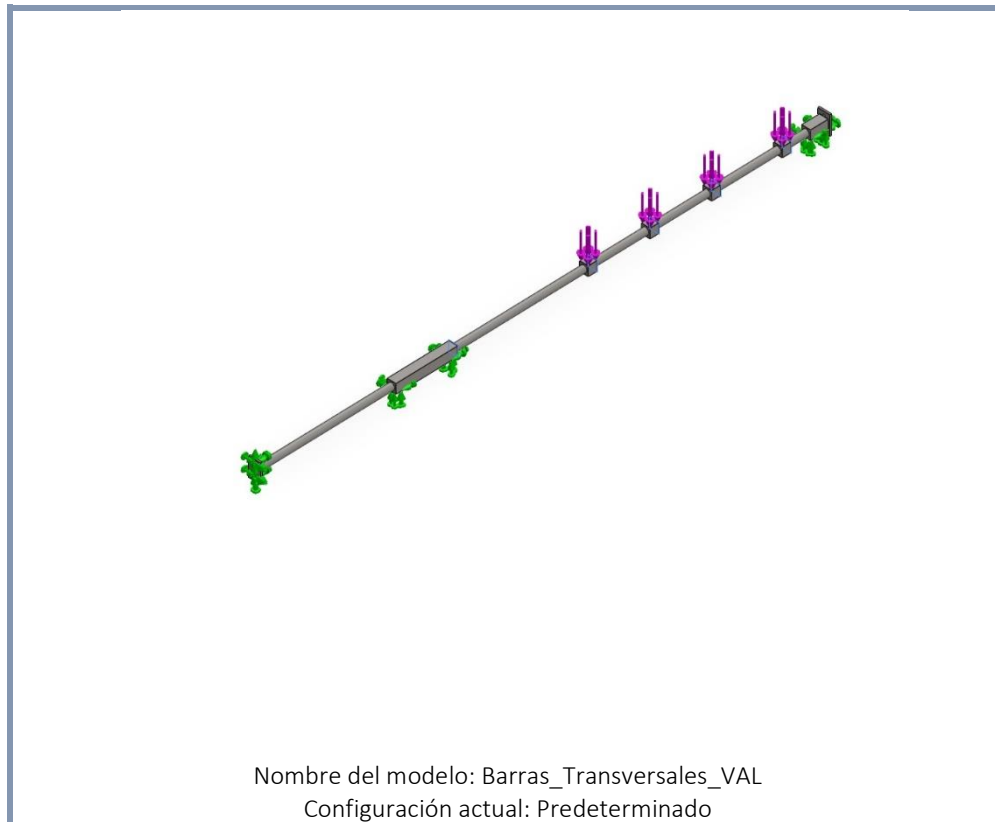
Información de malla  
81

Resultados del estudio  
82

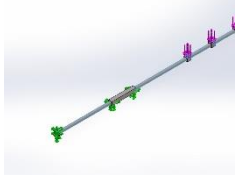
Conclusión 82



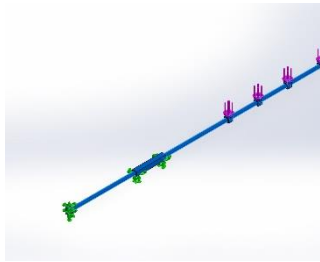
Información de modelo



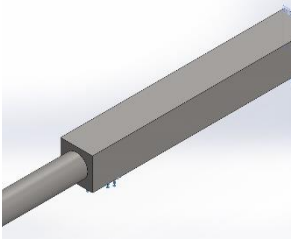
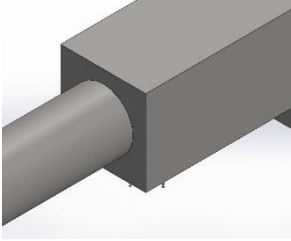
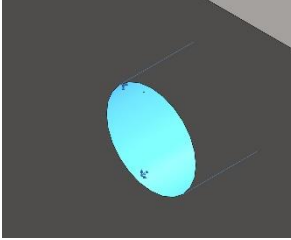
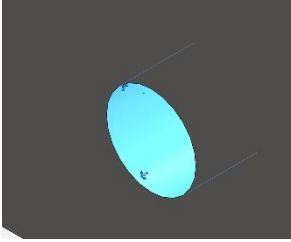
Sólidos

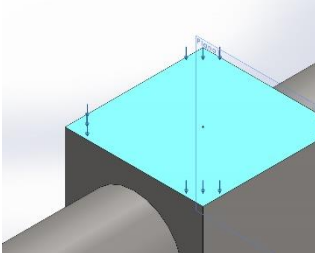
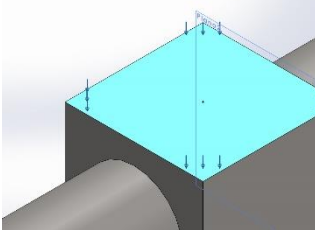
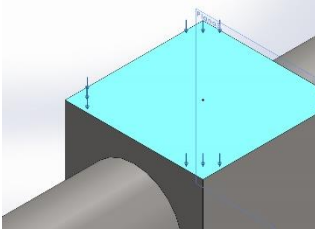
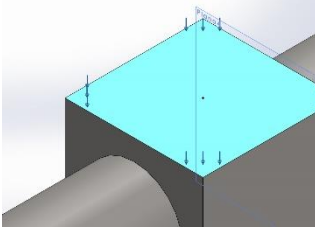
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
 <p>Saliente-Extruir9</p>	Sólido	Masa:33,4187 kg Volumen:0,00423022 m <sup>3</sup> Densidad:7.900 kg/m <sup>3</sup> Peso:327,504 N	C:\Users\Javier\Desktop\segundo_cursos\TFG\40_Piezas Solidworks\Barras_Transversales_VAL.SLDPRT May 13 09:33:33 2022

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: <b>AISI 1020</b> Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b> Criterio de error predeterminado: <b>Desconocido</b> Límite elástico: <b>3,51571e+08 N/m<sup>2</sup></b> Límite de tracción: <b>4,20507e+08 N/m<sup>2</sup></b>	<b>Sólido 1(Saliente-Extruir9)(Barras_Transversales_VAL)</b>

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>
Fijo-2		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>
Fijo-3		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>
Fijo-4		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>

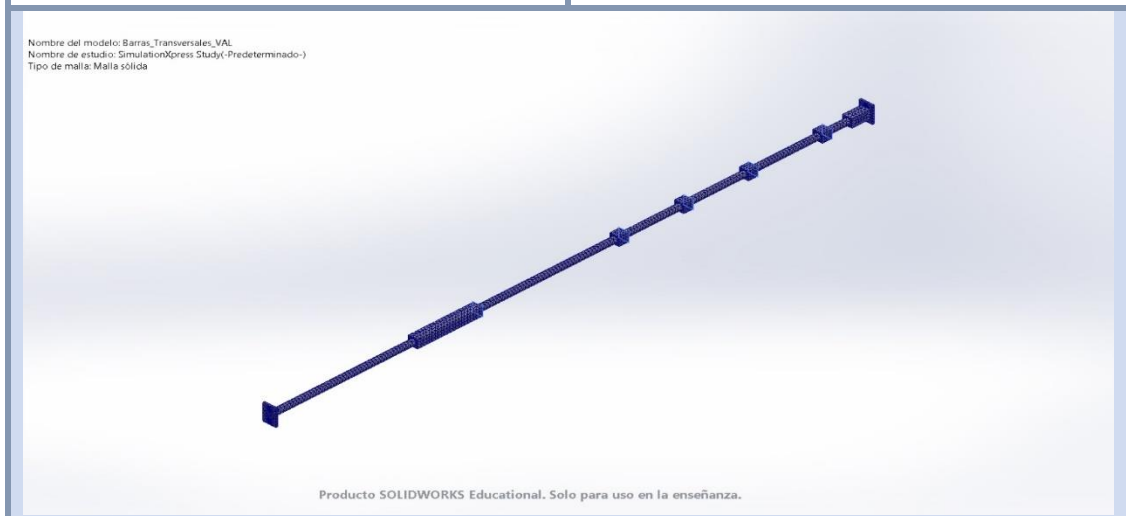
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p><b>Entidades:</b> 1 cara(s)  <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal  <b>Valor:</b> 425 N</p>
Fuerza-2		<p><b>Entidades:</b> 1 cara(s)  <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal  <b>Valor:</b> 425 N</p>
Fuerza-3		<p><b>Entidades:</b> 1 cara(s)  <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal  <b>Valor:</b> 425 N</p>
Fuerza-4		<p><b>Entidades:</b> 1 cara(s)  <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal  <b>Valor:</b> 425 N</p>

Información de malla

<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos para malla de alta calidad</b>	16 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	16,1758 mm
<b>Tolerancia</b>	0,808792 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

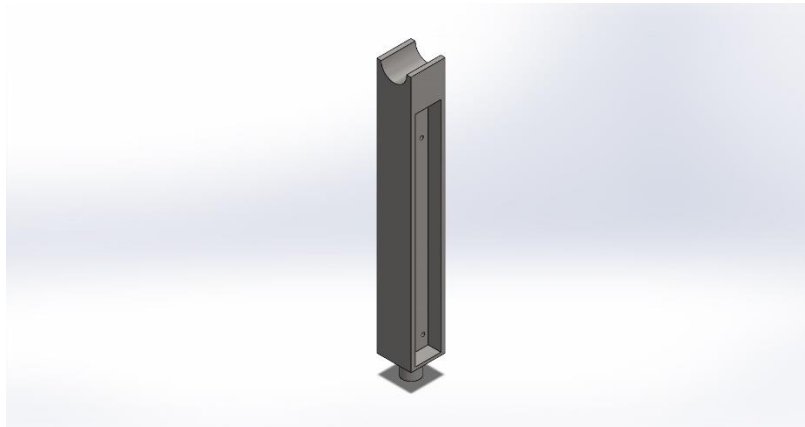
<b>Número total de nodos</b>	13891
<b>Número total de elementos</b>	7133
<b>Cociente máximo de aspecto</b>	7,6905
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	91,8
<b>El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	0
<b>Porcentaje de elementos distorsionados</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:00:02
<b>Nombre de computadora:</b>	



Resultados del estudio  
No hay datos

Conclusión

### 12.3 VALIDACIÓN PILARES CILINDRO DE INYECCIÓN.



Descripción  
No hay datos

## Simulación de Apoyos\_Cilindro\_Inyección

Fecha: viernes, 13 de mayo de 2022

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio:

SimulationXpress Study

Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción 83

Suposiciones ¡Error!

Marcador no definido.

Información de modelo 84

Propiedades de material  
85

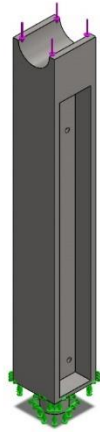
Cargas y sujeciones 85

Información de malla 85

Resultados del estudio 86

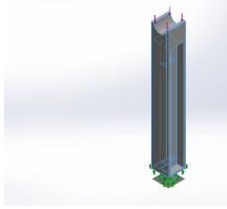
Conclusión 89

Información de modelo

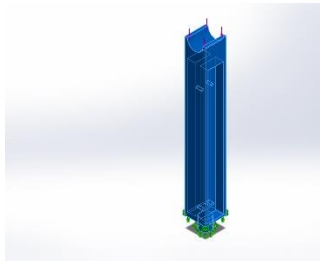


Nombre del modelo: Apoyos\_Cilindro\_Inyección  
 Configuración actual: Predeterminado

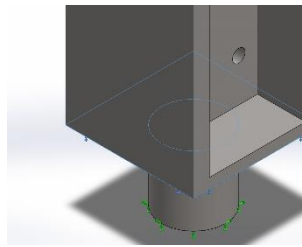
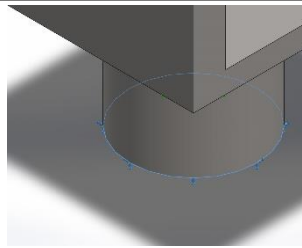
Sólidos

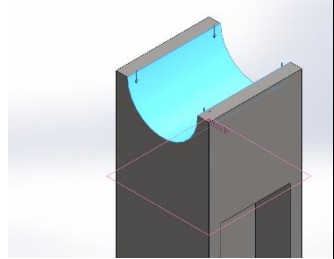
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Cortar-Extruir2 	Sólido	Masa:51,0889 kg Volumen:0,00646695 m <sup>3</sup> Densidad:7.900 kg/m <sup>3</sup> Peso:500,671 N	C:\Users\Javier\Desktop\segundo_curs o\TFG\40_Piezas Solidworks\04_Estru ctura\Apoyos_Cilind ro_Inyección.SLDPR T May 8 21:23:06 2022

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: <b>AISI 1020</b> Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b> Criterio de error predeterminado: <b>Desconocido</b> Límite elástico: <b>3,51571e+08 N/m<sup>2</sup></b> Límite de tracción: <b>4,20507e+08 N/m<sup>2</sup></b>	<b>Sólido 1(Cortar-Extruir2)(Apoyos_Cilindro_Inyección)</b>

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>
Fijo-2		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: <b>1 cara(s), 1 plano(s)</b> Referencia: <b>Planta</b> Tipo: <b>Aplicar fuerza</b> Valores: <b>---; ---; -.215 N</b>

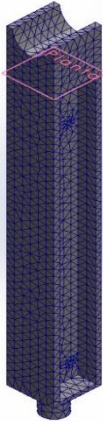
Información de malla

<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos para malla de alta calidad</b>	16 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	18,634 mm
<b>Tolerancia</b>	0,9317 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

<b>Número total de nodos</b>	15348
<b>Número total de elementos</b>	8475
<b>Cociente máximo de aspecto</b>	6,7919
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	97,6
<b>El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	0
<b>Porcentaje de elementos distorsionados</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:00:01
<b>Nombre de computadora:</b>	

Nombre del modelo: Apoyos\_Gilindro\_Inyección  
 Nombre de estudio: Simulation1(press Study(- Predeterminado-))  
 Tipo de malla: Malla sólida

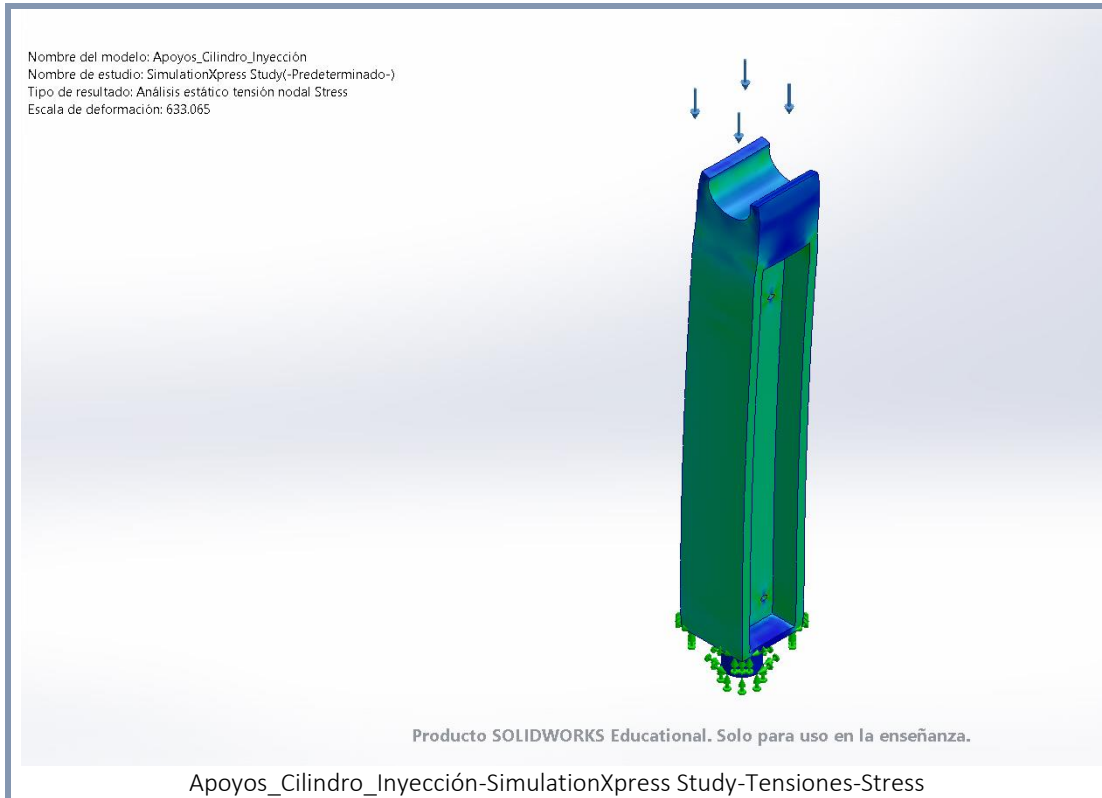


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

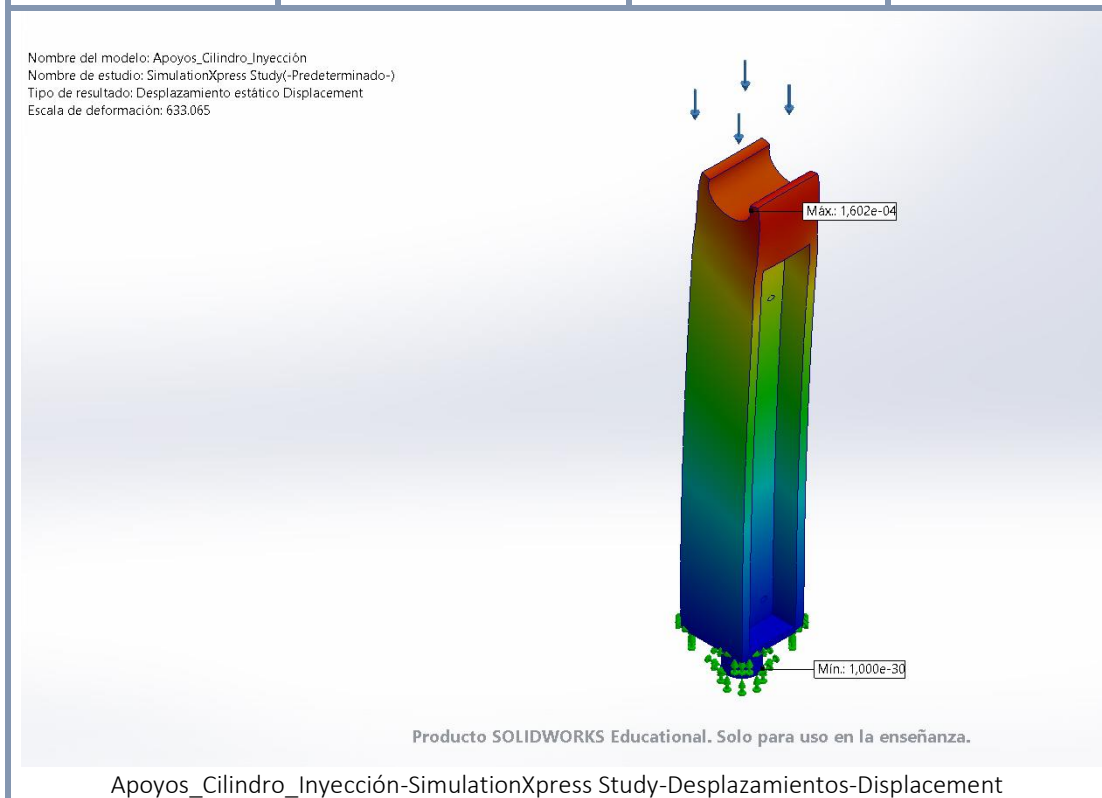
Resultados del estudio

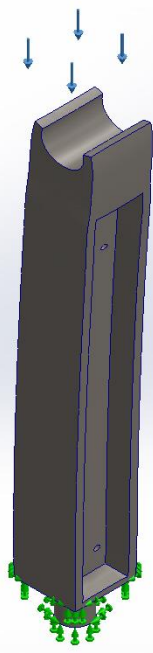
Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Stress	VON: Tensión de von Mises	1,172e+02N/m <sup>2</sup> Nodo: 13375	9,328e+04N/m <sup>2</sup> Nodo: 1239

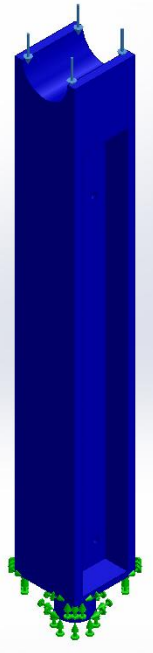




Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Displacement	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00mm Nodo: 93	1,602e-04mm Nodo: 13831



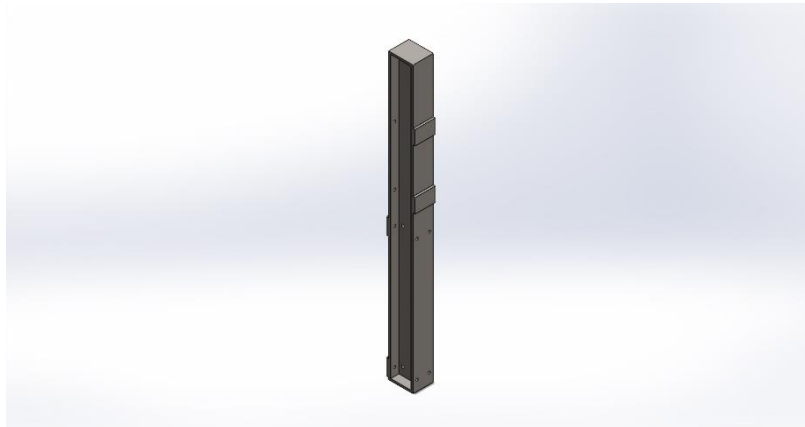
Nombre	Tipo
Deformation	Deformada
<p>Nombre del modelo: Apoyos_Cilindro_Inyección                      Nombre de estudio: SimulationXpress Study(-Predeterminado-)                      Tipo de resultado: Deformada Deformation                      Escala de deformación: 633.065</p>  <p style="text-align: center;">Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.</p> <p style="text-align: center;">Apoyos_Cilindro_Inyección-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation</p>	

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor of Safety	Tensión de von Mises máx.	3,769e+03 Nodo: 1239	3,001e+06 Nodo: 13375
<p>Nombre del modelo: Apoyos_Cilindro_Inyección                      Nombre de estudio: SimulationXpress Study(-Predeterminado-)                      Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor of Safety                      Criterio: Tensiones von Mises máx.                      Rojo &lt; FOS = 1 &lt; Azul</p>  <p style="text-align: center;">Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.</p>			

Apoyos\_Cilindro\_Inyección-SimulationXpress Study-Factor de seguridad-Factor of Safety

Conclusión

## 12.4 VALIDACIÓN PILARES TRASEROS.



Descripción  
No hay datos

## Simulación de Pilares\_Traseros\_Val

**Fecha:** viernes, 13 de mayo de 2022  
**Diseñador:** Solidworks  
**Nombre de estudio:** SimulationXpress Study  
**Tipo de análisis:** Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción 90

Suposiciones 91

Información de modelo  
91

Propiedades de  
material 92

Cargas y sujeciones  
92

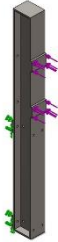

Información de malla  
93

Resultados del estudio  
94


Conclusión 96

Suposiciones

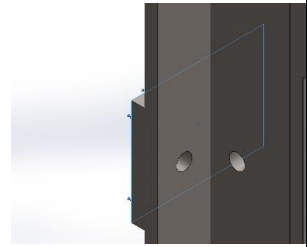
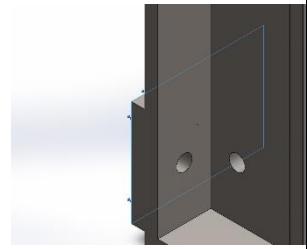
Información de modelo

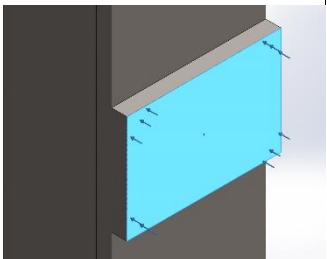
			
Nombre del modelo: Pilares_Traseros_Val Configuración actual: Predeterminado			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Saliente-Extruir4 	Sólido	Masa:47,3579 kg Volumen:0,00603286 m <sup>3</sup> Densidad:7.850 kg/m <sup>3</sup> Peso:464,108 N	C:\Users\Javier\Desktop\segundo_curso\TFG\40_Piezas Solidworks\Pilares_Traseros_Val.SLDPRT May 13 11:14:40 2022

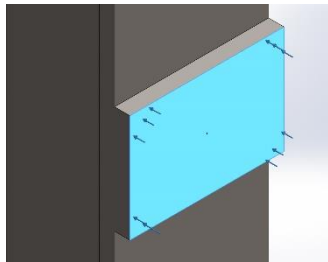
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: <b>AISI 4340 Acero normalizado</b> Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b> Criterio de error predeterminado: <b>Tensión de von Mises máx.</b> Límite elástico: <b>7,1e+08 N/m<sup>2</sup></b> Límite de tracción: <b>1,11e+09 N/m<sup>2</sup></b>	<b>Sólido 1(Saliente-Extruir4)(Pilares_Traseros_Val)</b>

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-3		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>
Fijo-4		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-3		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Aplicar fuerza normal</b> Valor: <b>48.500 N</b>

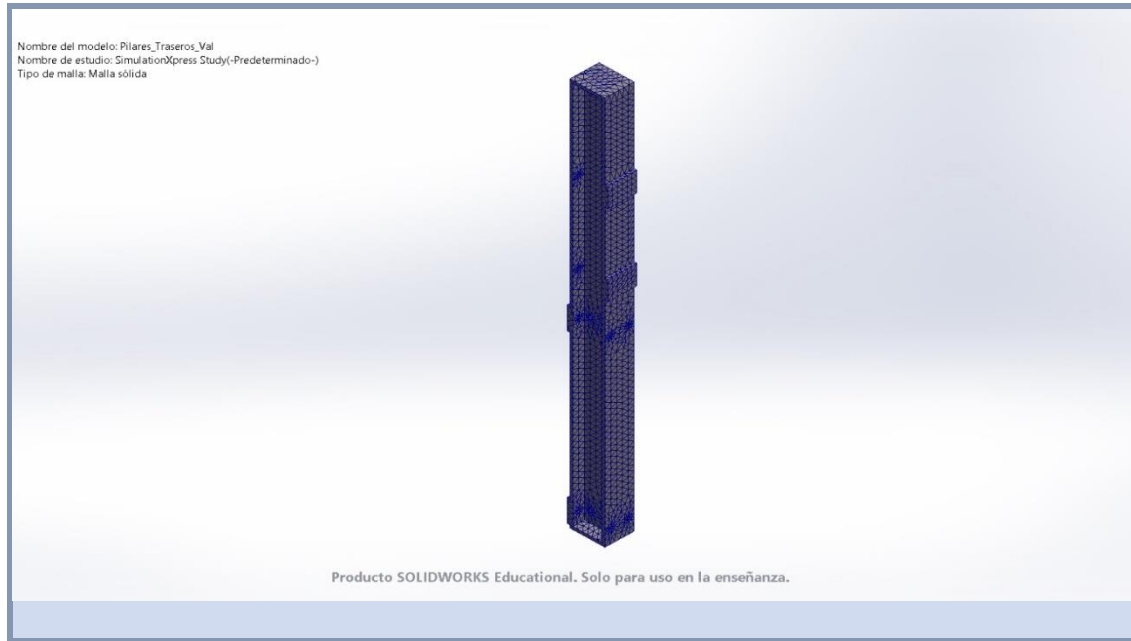
Fuerza-4		<p><b>Entidades:</b> 1 cara(s)  <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal  <b>Valor:</b> 48.500 N</p>
----------	---	--

Información de malla

<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos para malla de alta calidad</b>	16 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	18,9434 mm
<b>Tolerancia</b>	0,947171 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

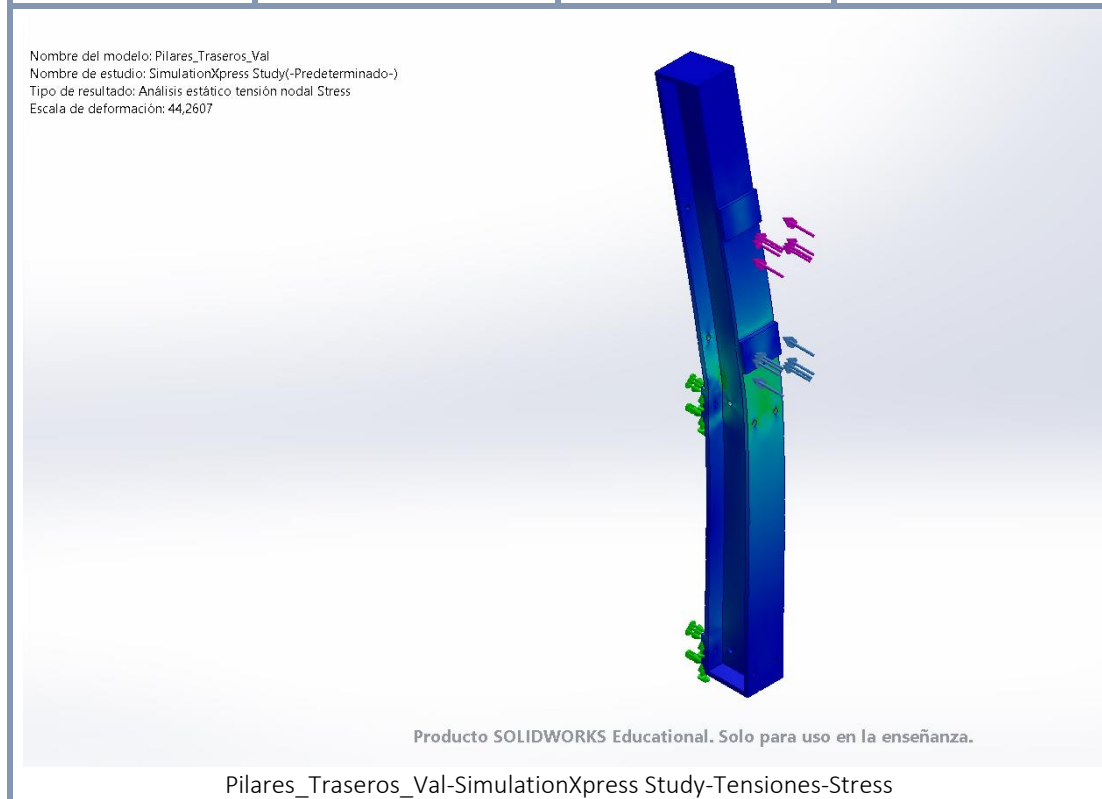
Información de malla - Detalles

<b>Número total de nodos</b>	23107
<b>Número total de elementos</b>	12151
<b>Cociente máximo de aspecto</b>	10,681
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	95,5
<b>El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	0,00823
<b>Porcentaje de elementos distorsionados</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:00:02
<b>Nombre de computadora:</b>	



Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Stress	VON: Tensión de von Mises	8,530e+02N/m <sup>2</sup> Nodo: 14796	4,819e+08N/m <sup>2</sup> Nodo: 19913





Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Displacement	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00mm Nodo: 1268	3,185e+00mm Nodo: 1195

Nombre del modelo: Pilares\_Traseros\_Val  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Displacement  
 Escala de deformación: 44,2607

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Pilares\_Traseros\_Val-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Displacement

Nombre	Tipo
Deformation	Deformada

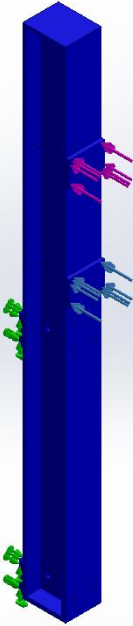
Nombre del modelo: Pilares\_Traseros\_Val  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Deformada Deformation  
 Escala de deformación: 44,2607

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Pilares\_Traseros\_Val-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor of Safety	Tensión de von Mises máx.	1,473e+00 Nodo: 19913	8,323e+05 Nodo: 14796

Nombre del modelo: Pilares\_Traseros\_Val  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor of Safety  
 Criterio: Tensiones von Mises máx.  
 Rojo < FOS = 1 < Azul



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Pilares\_Traseros\_Val-SimulationXpress Study-Factor de seguridad-Factor of Safety

### Conclusión

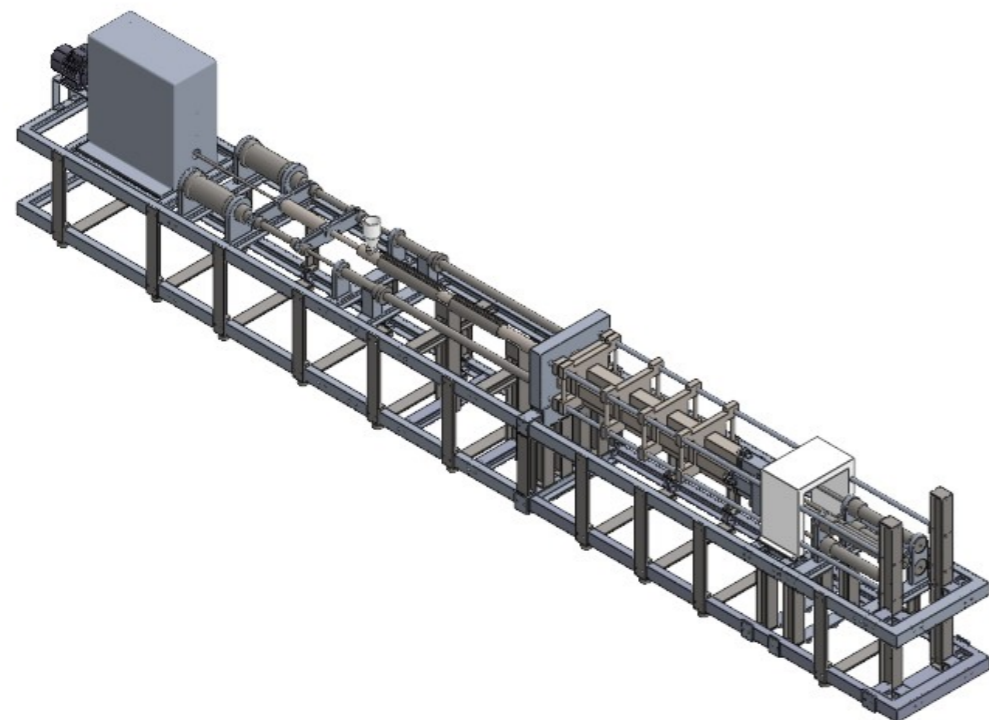
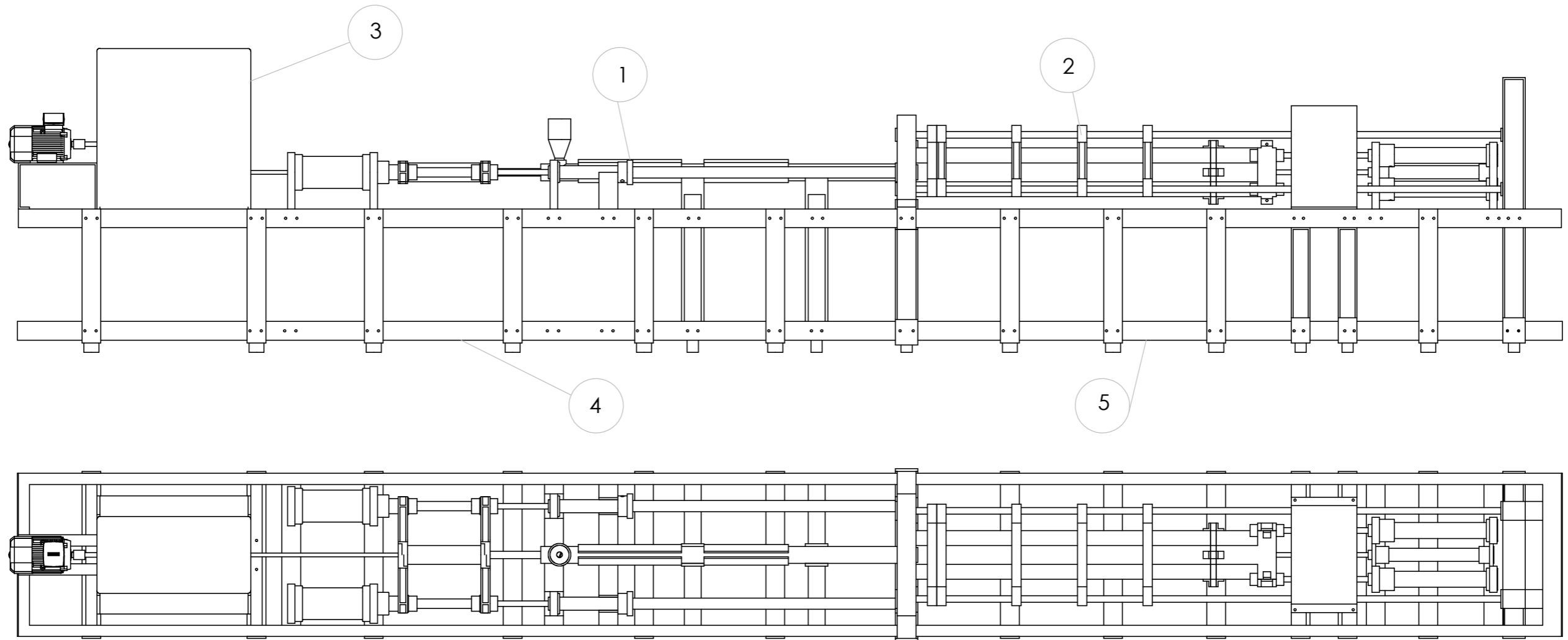


### 13 PLANOS.

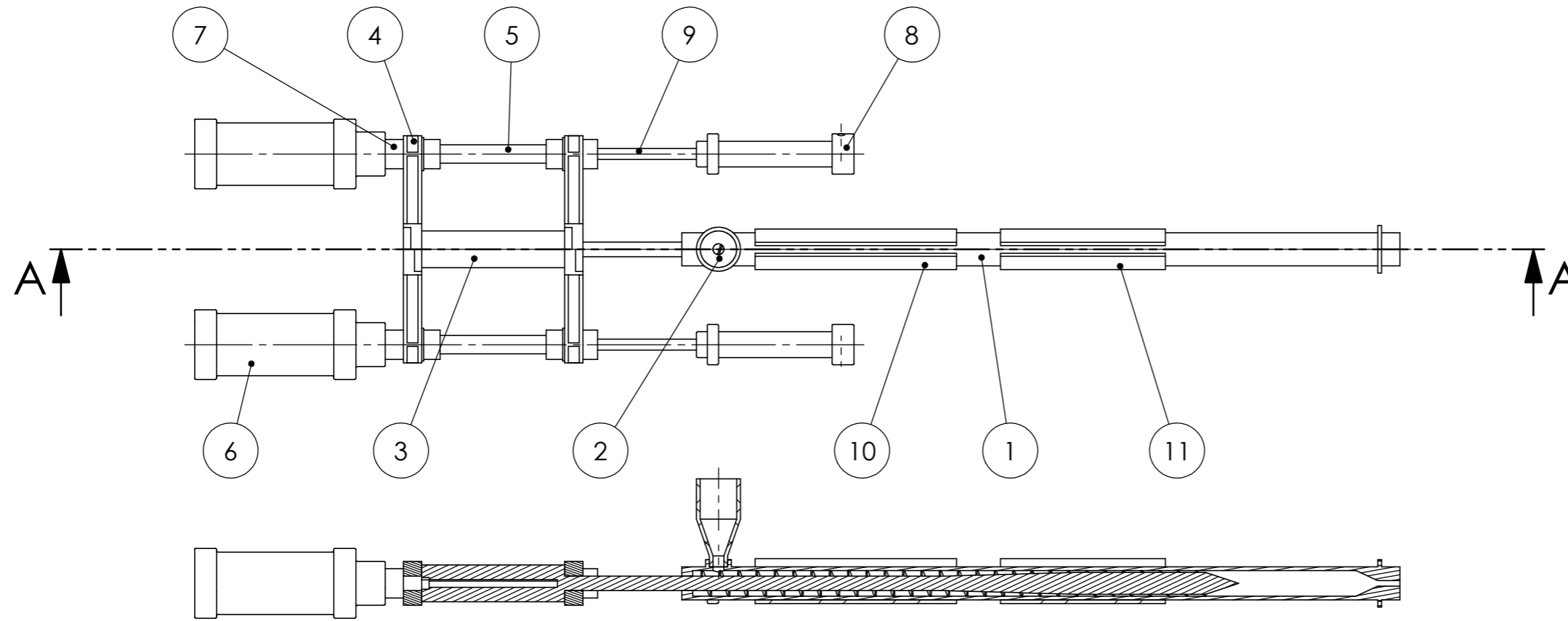
- 13.1 PLANO DE CONJUNTO.
- 13.2 PLANO SUBENSAMBLAJE UNIDAD DE INYECCIÓN.
- 13.3 PLANO SUBENSAMBLAJE UNIDAD DE CIERRE.
- 13.4 PLANO SUBENSAMBLAJE SISTEMA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD.
- 13.5 PLANO SUBENSAMBLAJE ESTRUCTURA UNIDAD DE INYECCIÓN.
- 13.6 PLANO SUBENSAMBLAJE ESTRUCTURA UNIDAD DE CIERRE.
- 13.7 PLANO TOLVA.
- 13.8 PLANO HUSILLO.
- 13.9 PLANO CILINDRO ACTUADOR.
- 13.10 PLANO CILINDRO DE APOYO.
- 13.11 PLANO EMPUJADOR.
- 13.12 PLANO PISTÓN 1.
- 13.13 PLANO PISTÓN 2.
- 13.14 PLANO PISTÓN 3.
- 13.15 PLANO CILINDRO DE INYECCIÓN.
- 13.16 PLANO BANDA CALEFACTORA 2.
- 13.17 PLANO BANDA CALEFACTORA 1.
- 13.18 PLANO BEBEDERO.
- 13.19 PLANO CILINDRO DE CIERRE.
- 13.20 PLANO CILINDRO DE EXPULSIÓN.
- 13.21 PLANO PISTÓN DE CIERRE.
- 13.22 PLANO PLACA EXPULSORA.
- 13.23 PLANO PLACA SOPORTE.
- 13.24 PLANO CAJA PLACA EXPULSORA.
- 13.25 PLANO UNIONES CAJA PLACA EXPULSORA.
- 13.26 PLANO PLACA FIJA MOLDE.
- 13.27 PLANO MOLDE.
- 13.28 PLANO CAJA REDUCTORA.
- 13.29 PLANO EJE 2.
- 13.30 PLANO EJE 3.
- 13.31 PLANO EJE 4.
- 13.32 PLANO ENGRANAJE Z = 12.
- 13.33 PLANO ENGRANAJE Z = 48.
- 13.34 PLANO ENGRANAJE Z = 60.

- 13.35 PLANO RODAMIENTO.
- 13.36 PLANO EJE 1.
- 13.37 PLANO ANILLO DE RETENCIÓN 1.
- 13.38 PLANO ANILLO DE RETENCIÓN 2.
- 13.39 PLANO PILARES CILINDRO DE INYECCIÓN.
- 13.40 PLANO APOYO DELANTERO CILINDRO DE APOYO.
- 13.41 PLANO APOYO TRASERO CILINDRO DE APOYO.
- 13.42 PLANO APOYO DELANTERO CILINDRO ACTUADOR.
- 13.43 PLANO APOYO TRASERO CILINDRO ACTUADOR.
- 13.44 PLANO APOYOS MOTOR.
- 13.45 PLANO APOYO REDUCTORA.
- 13.46 PLANO CUADRANTE SUPERIOR/INFERIOR UNIDAD DE INYECCIÓN.
- 13.47 PLANO PILARES DE UNIÓN.
- 13.48 PLANO RIGIDIZADOR.
- 13.49 PLANO VIGA SUPERIOR CILINDRO DE INYECCIÓN.
- 13.50 PLANO VIGA INFERIOR CILINDRO DE INYECCIÓN.
- 13.51 PLANO VIGA REDUCTORA.
- 13.52 PLANO BARRAS CILINDROS DE APOYO.
- 13.53 PLANO APOYO CILINDRO DE CIERRE DELANTERO.
- 13.54 PLANO APOYO CILINDRO DE CIERRE TRASERO.
- 13.55 PLANO APOYO VIGA INFERIOR.
- 13.56 PLANO BARRAS TRANSVERSALES.
- 13.57 PLANO CUADRANTE SUPERIOR UNIDAD DE CIERRE.
- 13.58 PLANO CUADRANTE INFERIOR UNIDAD DE CIERRE.
- 13.59 PLANO EMPALME.
- 13.60 PLANO PILAR CENTRAL.
- 13.61 PLANO PILAR LATERAL.
- 13.62 PLANO PLACA CENTRAL.
- 13.63 PLANO SOPORTE PLACA CENTRAL.
- 13.64 PLANO VIGA INFERIOR.
- 13.65 PLANO VIGA TRASERA 1.
- 13.66 PLANO VIGA TRASERA 2.
- 13.67 PLANO APOYO PILARES TRASEROS.
- 13.68 PLANO PILARES TRASEROS.
- 13.69 PLANO APOYO PILARES INTERMEDIOS.

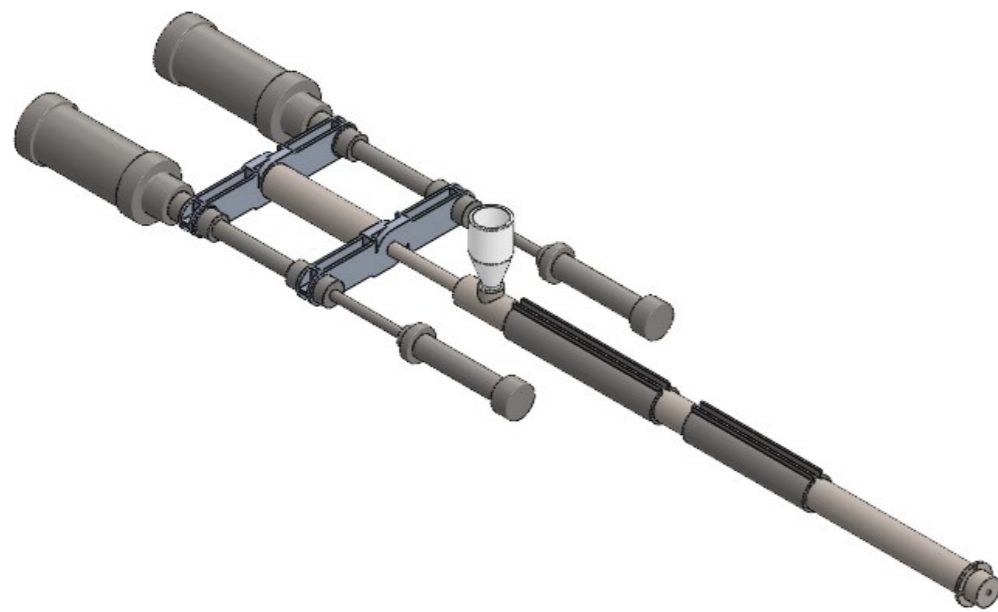
- 13.70 PLANO PILARES INTERMEDIOS.
- 13.71 PLANO SOPORTE BARRAS LONGITUDINALES.
- 13.72 PLANO VIGA DE APOYO SOPORTE INTERMEDIO.
- 13.73 PLANO VIGA DE UNIÓN PILAR INTERMEDIO.



Nº DE ELEMENTO	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	242890 001 01	Unidad de inyección	1
2	242890 001 02	Unidad de cierre y molde	1
3	242890 001 03	Sistema de reducción de velocidad	1
4	242890 001 04	Estructura Unidad de inyección	1
5	242890 001 05	Estructura Unidad de cierre y molde	1
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:25
Referencia: 05/2022	Título: Plano de conjunto	Firma:	
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 1	

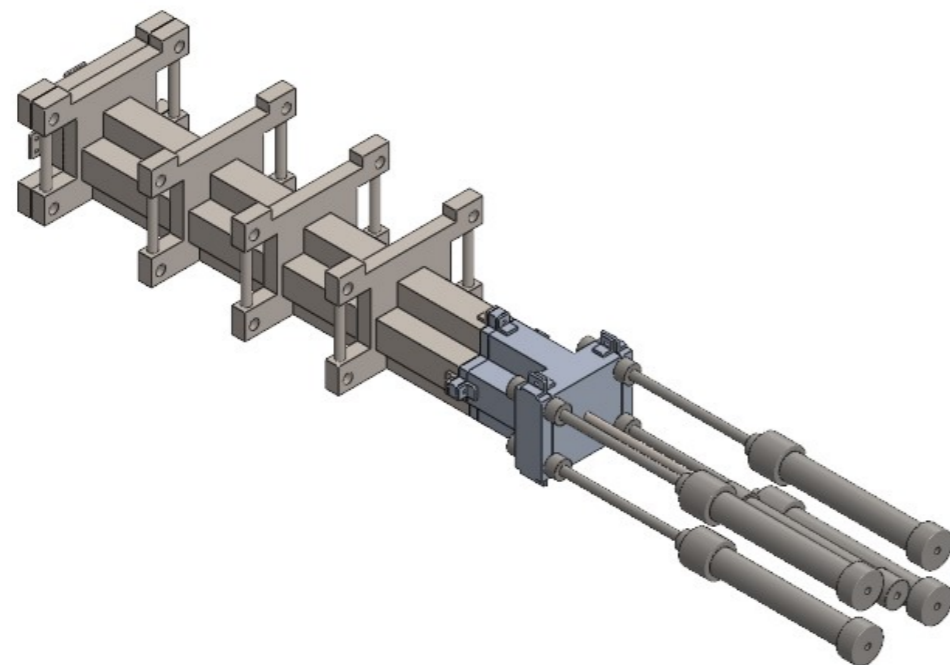
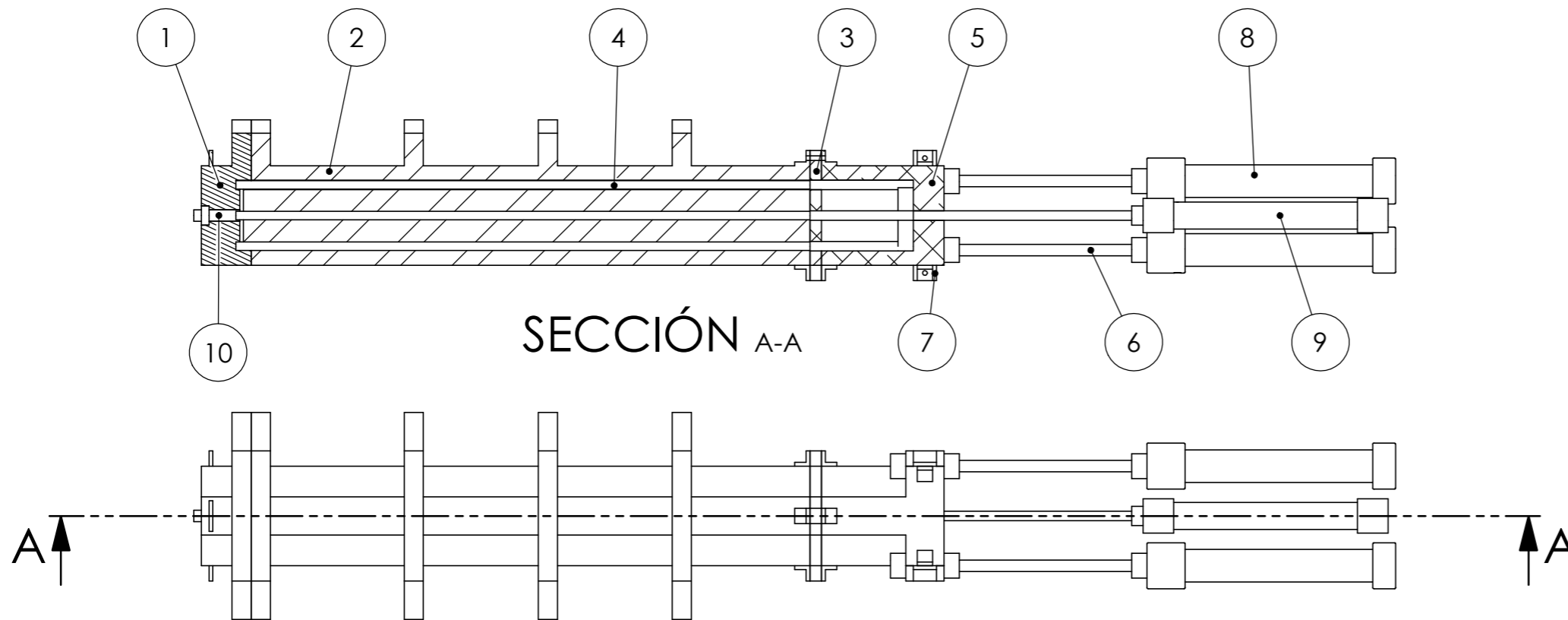


SECCIÓN A-A

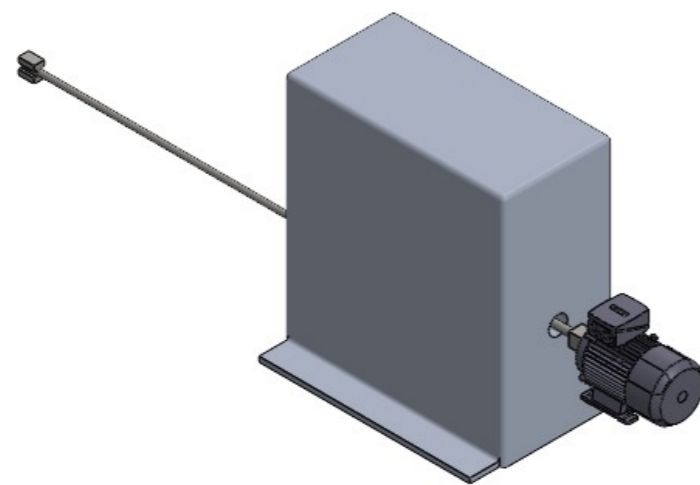
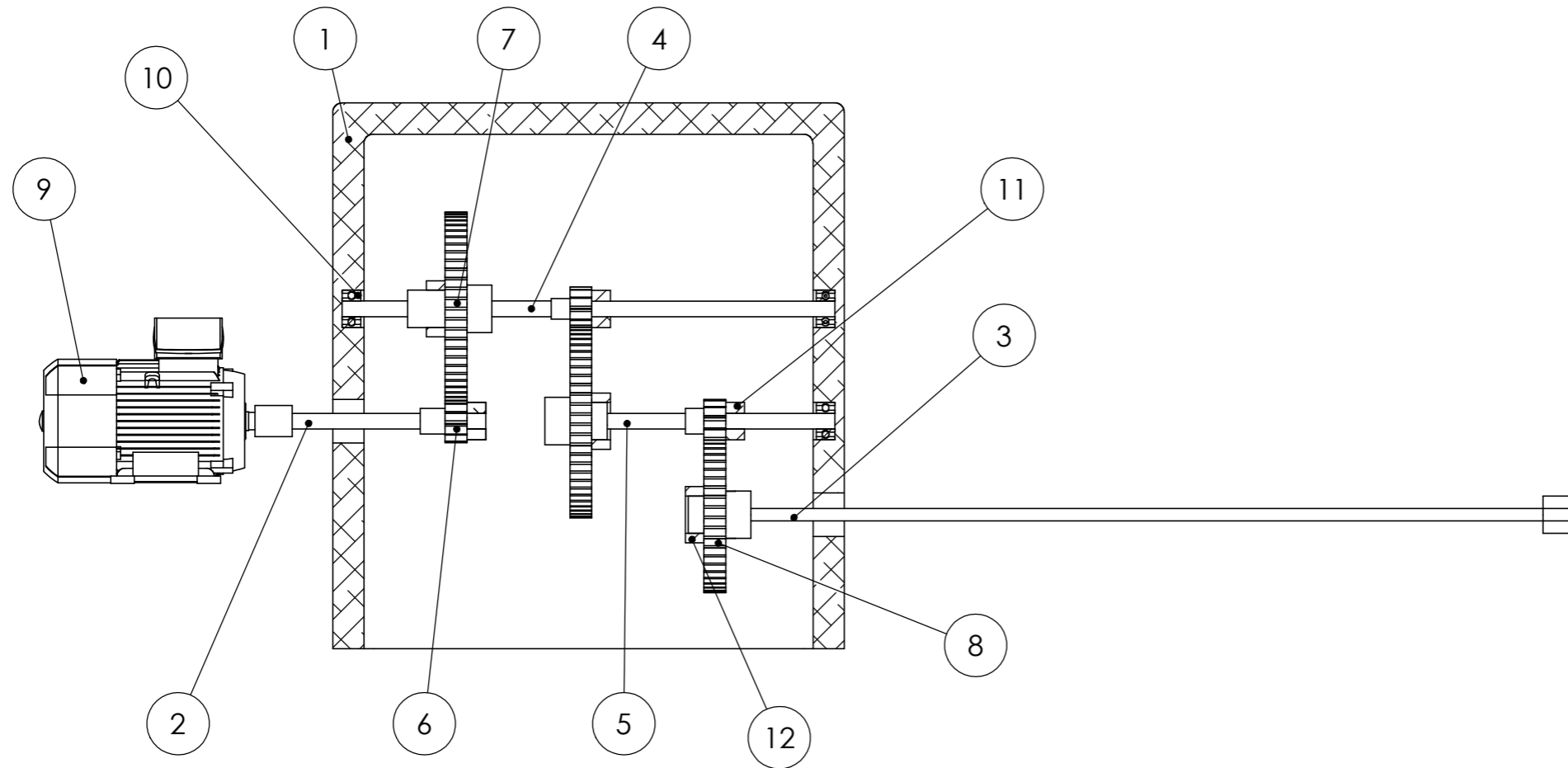


Nº DE ELEMENTO	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	242890 001 01 01	Cilindro de inyección	Acero inoxidable AISI 316L	1
2	242890 001 01 02	Tolva	ABS	1
3	242890 001 01 03	Husillo	Acero inoxidable AISI 316L	1
4	242890 001 01 04	Empujador	Aluminio 2014 O	2
5	242890 001 01 05	Pistón 2	Acero AISI 1020	2
6	242890 001 01 06	Cilindro actuador	Acero AISI 1020	2
7	242890 001 01 07	Pistón 1	Acero AISI 1020	2
8	242890 001 01 08	Cilindro de apoyo	Acero AISI 1020	2
9	242890 001 01 09	Pistón 3	Acero AISI 1020	2
10	242890 001 01 10	Banda calefactora 1	Acero AISI 1020	1
11	242890 001 01 11	Banda calefactora 2	Acero AISI 1020	1
Fecha: 13/05/2022	Proyctista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:15	
Referencia: 05/2022	Subensamblaje: Unidad de inyección	Firma:	Nº Subensamblaje: 1	
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.		Nº plano: 2	

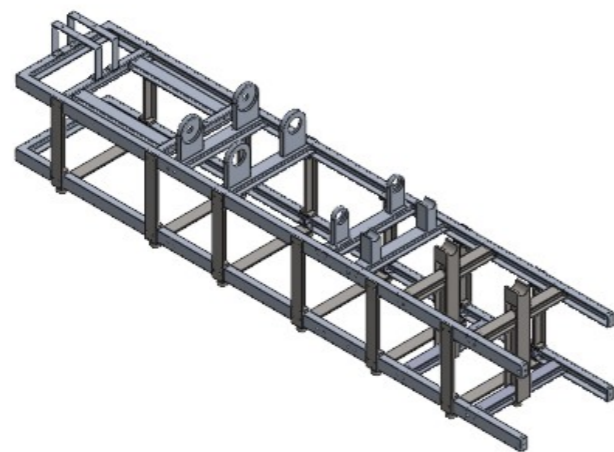
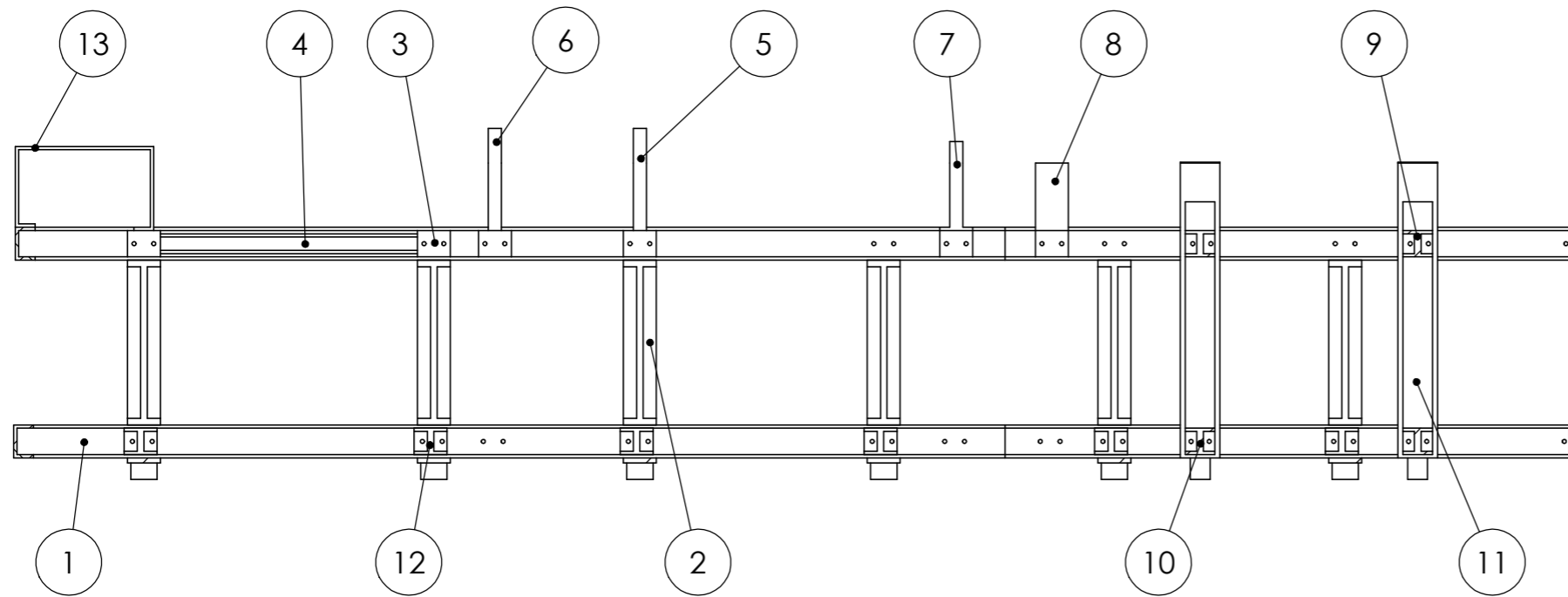




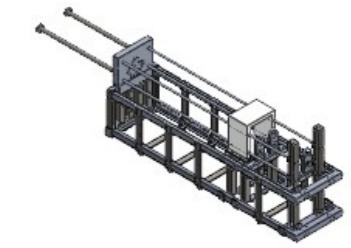
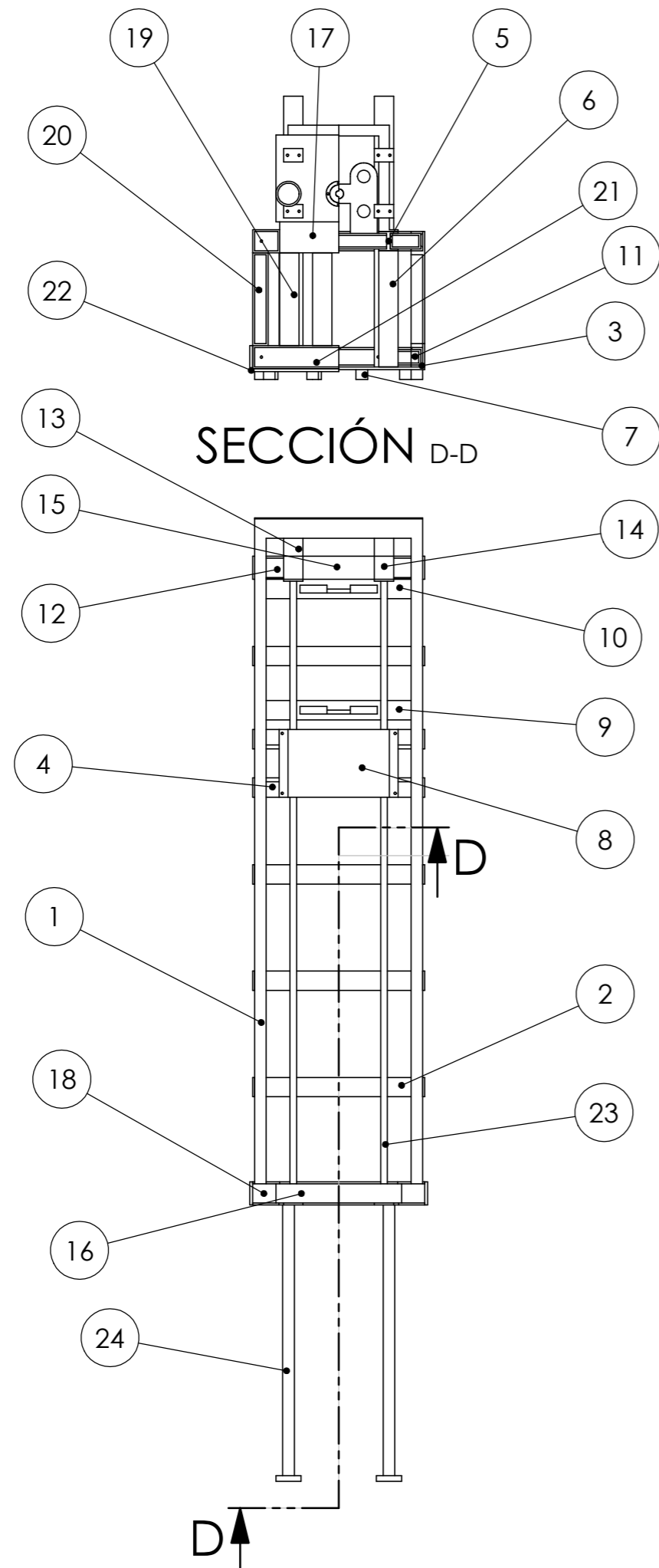
Nº DE ELEMENTO	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	242890 001 02 01	Placa fija molde	Acero inoxidable AISI 316L	1
2	242890 001 02 02	Molde	Acero inoxidable AISI 316L	1
3	242890 001 02 03	Placa soporte	Aluminio 2014 T4	1
4	242890 001 02 04	Placa expulsora	Acero inoxidable AISI 316L	1
5	242890 001 02 05	Caja eyectores	Aluminio 2014 T4	1
6	242890 001 02 06	Pistón de cierre	Acero AISI 1020	4
7	242890 001 02 07	Unión caja eyectores	Aluminio 2014 T4	2
8	242890 001 02 08	Cilindro de cierre	Acero AISI 1020	1
9	242890 001 02 09	Cilindro de expulsión	Acero AISI 1020	4
10	242890 001 02 10	Bebedero	Acero inoxidable AISI 316L	1
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:15	
Referencia: 05/2022	Subensamblaje: Unidad de cierre	Firma:	Nº Subensamblaje: 2	
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.		Nº plano: 3	



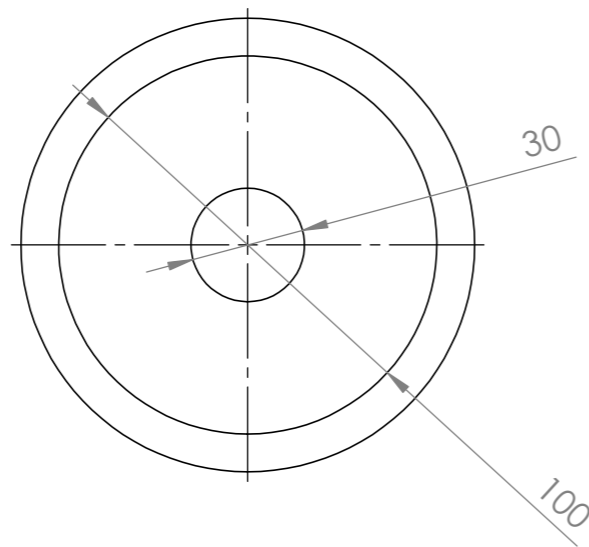
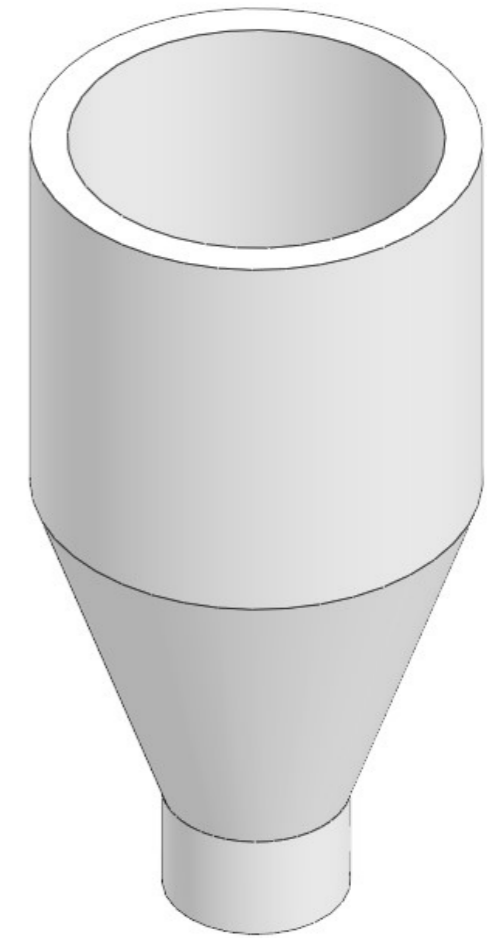
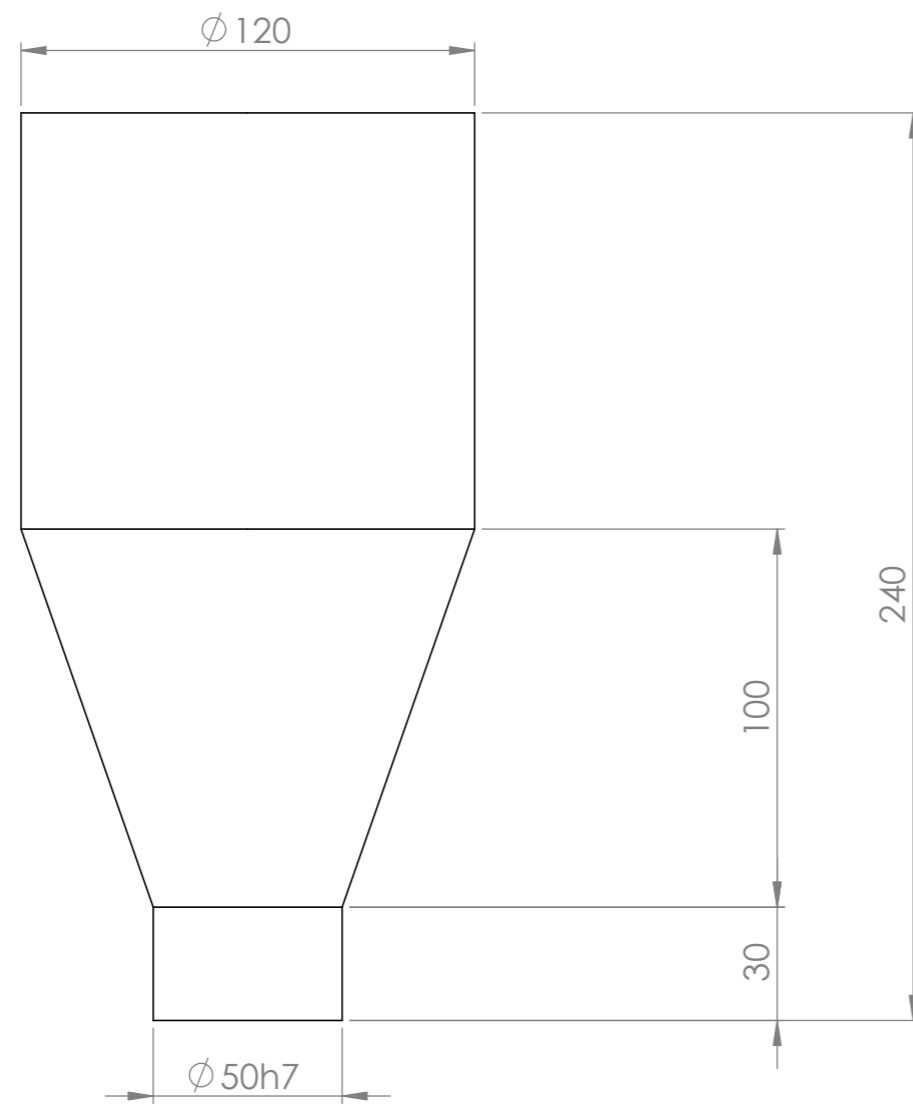
Nº DE ELEMENTO	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	242890 001 03 01	Caja reductora	Aluminio 2014 T6	1
2	242890 001 03 02	Eje 1	Acero AISI 1020	1
3	242890 001 03 03	Eje 4	Acero AISI 1020	1
4	242890 001 03 04	Eje 2	Acero AISI 1020	1
5	242890 001 03 05	Eje 3	Acero AISI 1020	1
6	242890 001 03 06	Engranaje Z=12	Aluminio 2014 T6	3
7	242890 001 03 07	Engranaje Z=60	Aluminio 2014 T6	2
8	242890 001 03 08	Engranaje Z=48	Aluminio 2014 T6	1
9	242890 001 03 09	Motor de inducción	Acero AISI 1020	1
10	242890 001 03 10	Rodamiento	Acero AISI 1020	3
11	242890 001 03 11	Anillo de retención 1	Aluminio 2014 T6	3
12	242890 001 03 12	Anillo de retención 2	Aluminio 2014 T6	3
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:10	
Referencia: 05/2022	Subensamblaje: Sistema de reducción de velocidad	Firma:	Nº Subensamblaje: 3	
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.		Nº plano: 4	




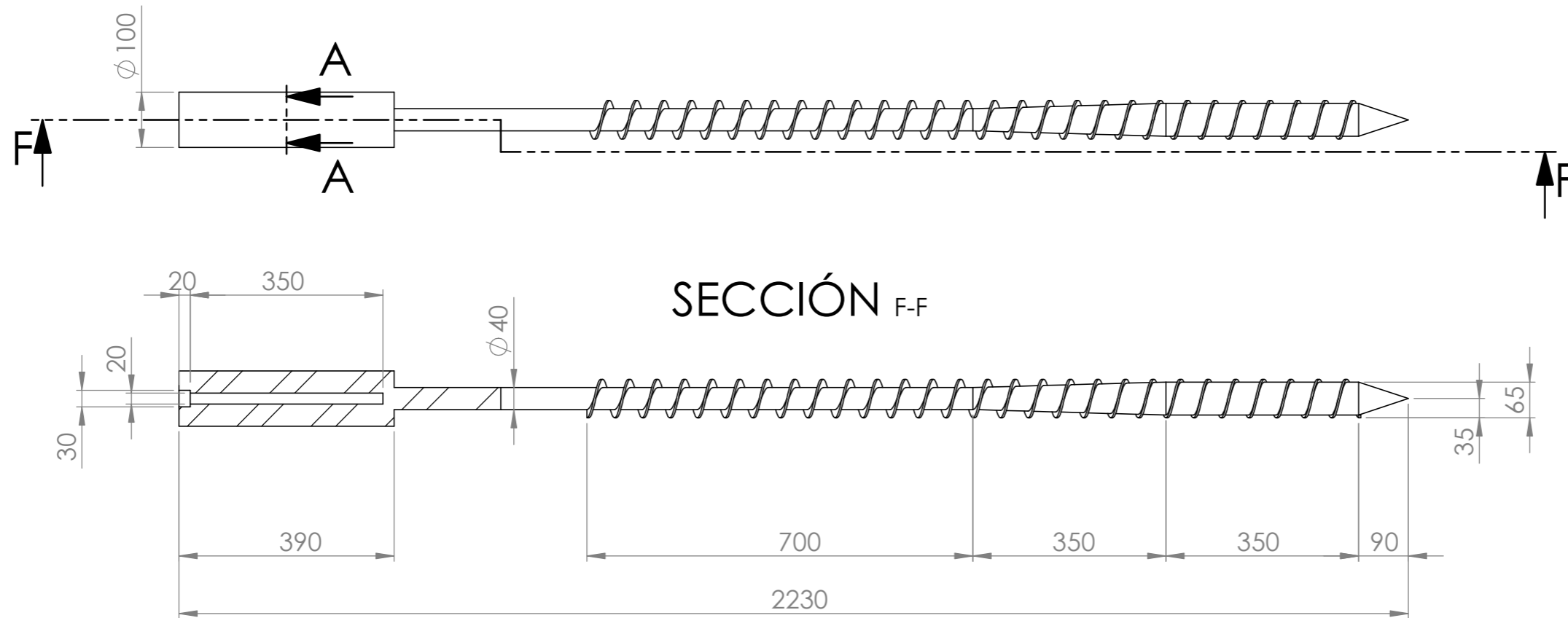
Nº DE ELEMENTO	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	242890 001 04 01	Cuadrante superior/inferior	Aluminio 1060	2
2	242890 001 04 02	Pilar de unión	Acero AISI 1020	6
3	242890 001 04 03	Viga reductora	Aluminio 2014 T6	2
4	242890 001 04 04	Apoyo reductora	Aluminio 2014 T6	2
5	242890 001 04 05	Apoyo cilindro actuador delantero	Aluminio 2014 T6	1
6	242890 001 04 06	Apoyo cilindro actuador trasero	Aluminio 2014 T6	1
7	242890 001 04 07	Apoyo cilindro apoyo delantero	Aluminio 2014 T6	1
8	242890 001 04 08	Apoyo cilindro apoyo trasero	Aluminio 2014 T6	1
9	242890 001 04 09	Viga superior cilindro de inyección	Aluminio 2014 T6	4
10	242890 001 04 10	Viga inferior cilindro de inyección	Aluminio 2014 T6	4
11	242890 001 04 11	Pilar cilindro de inyección	Acero AISI 1020	2
12	242890 001 04 12	Rigidizador	Acero AISI 1020	12
13	242890 001 04 13	Apoyo motor	Aluminio 2014 T6	2
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:20	
Referencia: 05/2022	Subensamblaje: Estructura unidad de inyección	Firma:	Nº Subensamblaje: 4	
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.		Nº plano: 5	



Nº DE ELEMENTO	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	242890 001 05 01	Cuadrante superior	Aluminio 1060	1
2	242890 001 05 02	Pilar unión	Acero AISI 1020	4
3	242890 001 05 03	Cuadrante inferior	Aluminio 1060	1
4	242890 001 05 04	Viga unión pilar intermedio	Aluminio 2014 T6	4
5	242890 001 05 05	Viga de apoyo soporte intermedio	Aluminio 2014 T6	2
6	242890 001 05 06	Pilar intermedio	Acero AISI 1020	4
7	242890 001 05 07	Apoyo pilar intermedio	Aluminio 2014 T6	2
8	242890 001 05 08	Soporte barras longitudinales	PVC rígido	1
9	242890 001 05 09	Apoyo delantero cilindro de cierre	Aluminio 2014 T6	1
10	242890 001 05 10	Apoyo trasero cilindro de cierre	Aluminio 2014 T6	1
11	242890 001 05 11	Rigidizador	Acero AISI 1020	8
12	242890 001 05 12	Viga de unión pilar trasero 1	Aluminio 2014 T6	4
13	242890 001 05 13	Viga unión pilar trasero 2	Aluminio 2014 T6	4
14	242890 001 05 14	Pilar trasero	Acero Normalizado	2
15	242890 001 05 15	Apoyo pilar trasero	Aluminio 2014 T6	1
16	242890 001 05 16	Placa central	Aluminio 2014 T6	1
17	242890 001 05 17	Soporte placa central	Aluminio 2014 T6	1
18	242890 001 05 18	Empalme	Aluminio 1060	2
19	242890 001 05 19	Pilar central	Acero AISI 1020	4
20	242890 001 05 20	Pilar lateral	Acero AISI 1020	2
21	242890 001 05 21	Viga inferior	Aluminio 2014 T6	1
22	242890 001 05 22	Apoyo viga inferior	Aluminio 2014 T6	1
23	242890 001 05 23	Barras longitudinales	Acero AISI 1020	4
24	242890 001 05 24	Barras cilindros de apoyo	Acero AISI 1020	2
Fecha: 13/05/2022	Proyctista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:30	
Referencia: 05/2022	Subensamblaje: Estructura unidad de cierre	Firma:	Nº Subensamblaje: 5	
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.		Nº plano: 6	

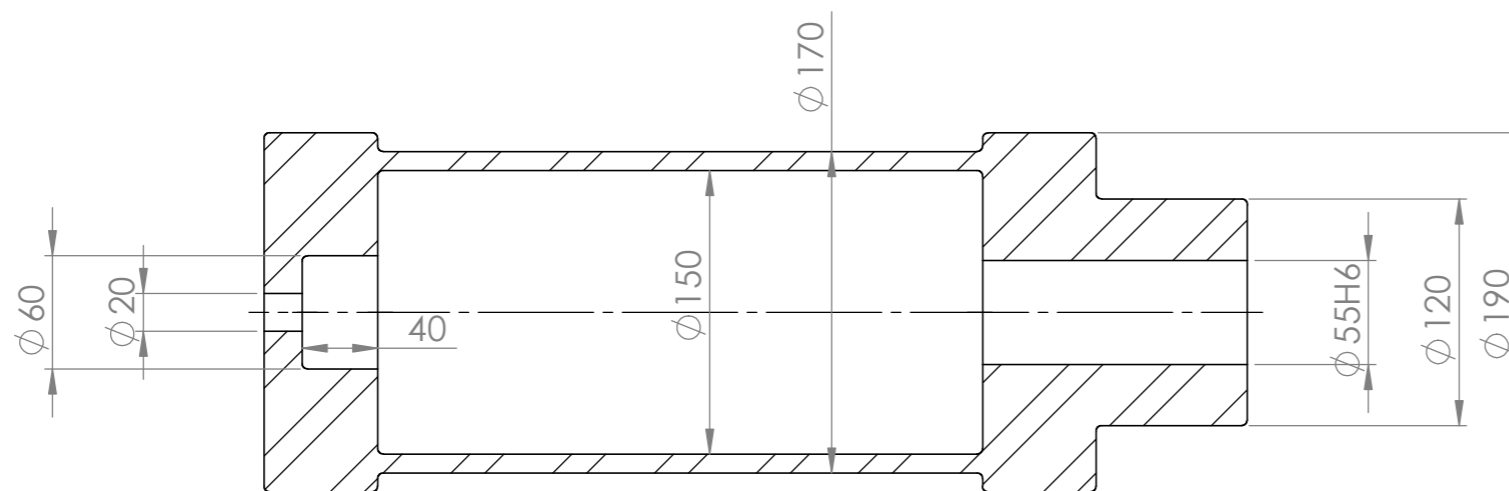
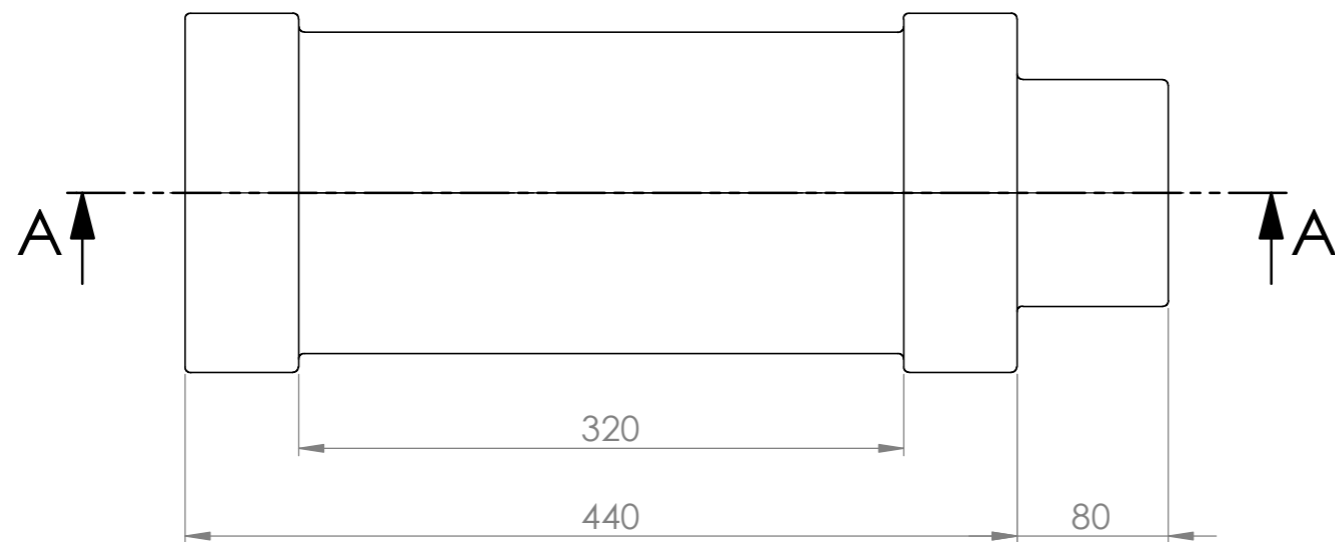


Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:2
Referencia: 05/2022	Componente: Tolva	Material: ABS	Nº Subensamblaje: 1
	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 2	Nº plano: 7



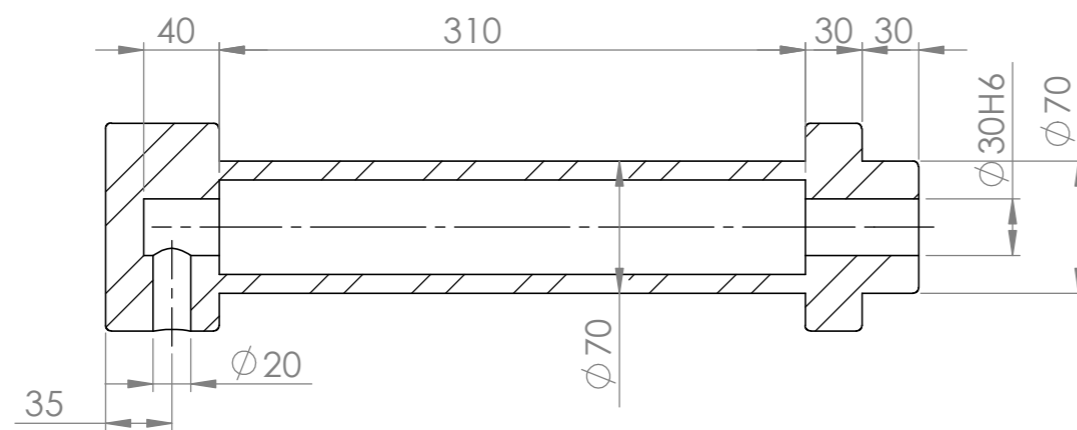
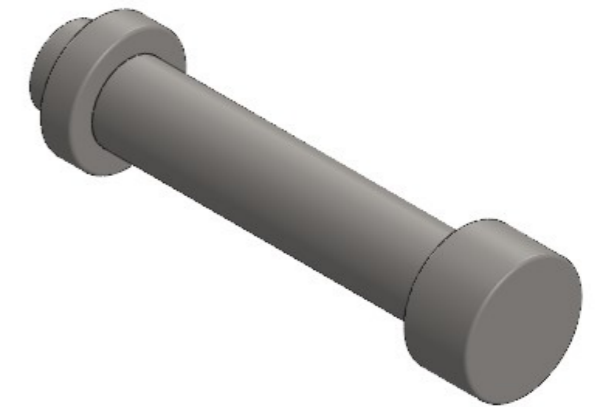
SECCIÓN A-A

Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:10
Referencia: 05/2022	Componente: Husillo	Material: Acero inoxidable AISI 316L	Nº Subensamblaje: 1
upna	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 3	Nº plano: 8

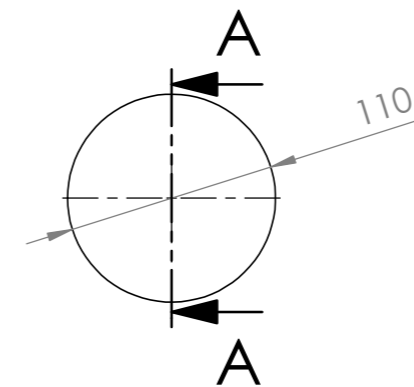


SECCIÓN A-A

Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Cilindro Actuador	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 1 Nº pieza: 6
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 9	

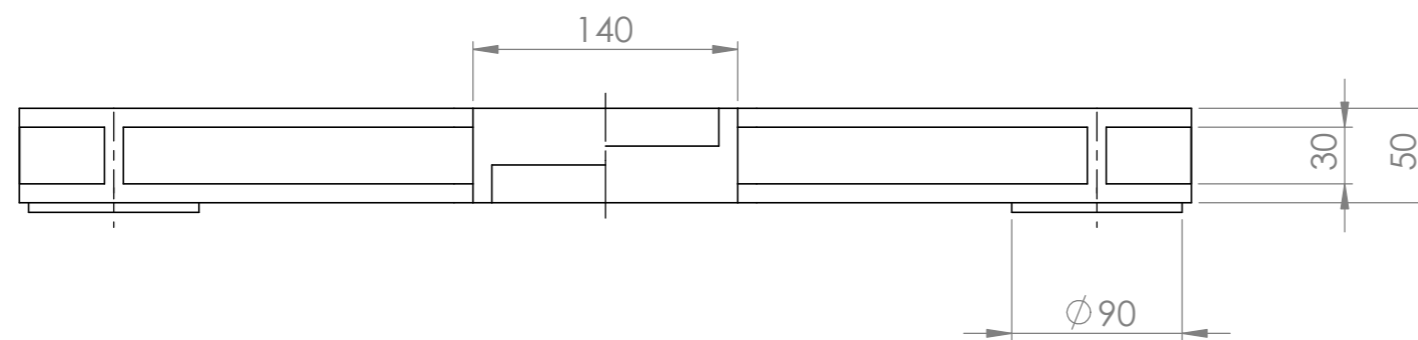
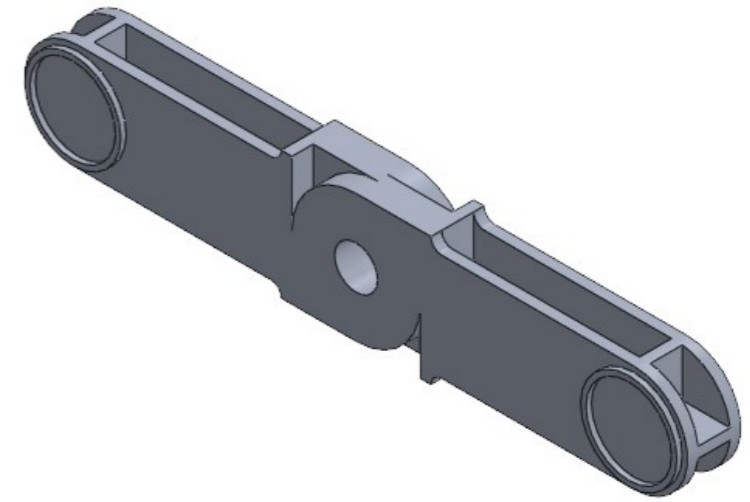
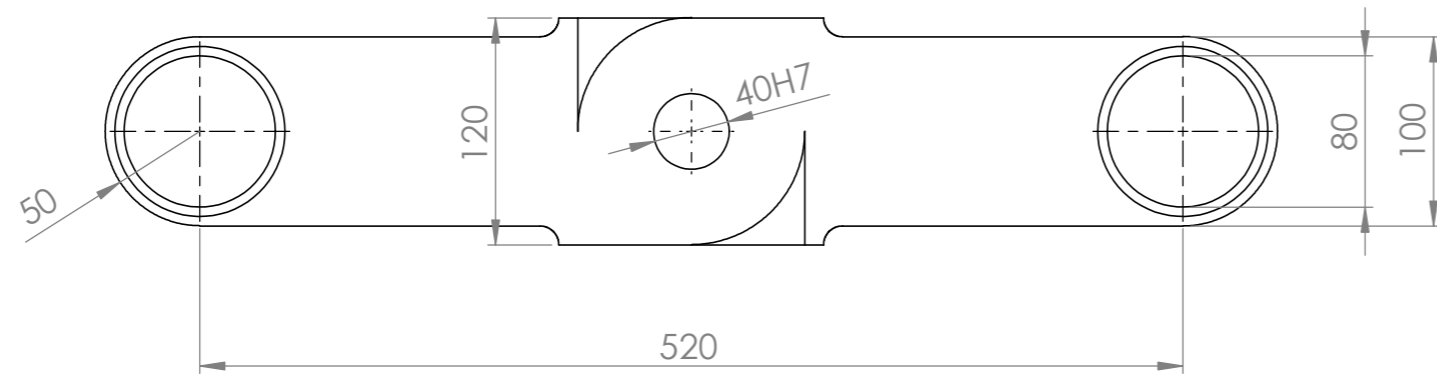


SECCIÓN A-A

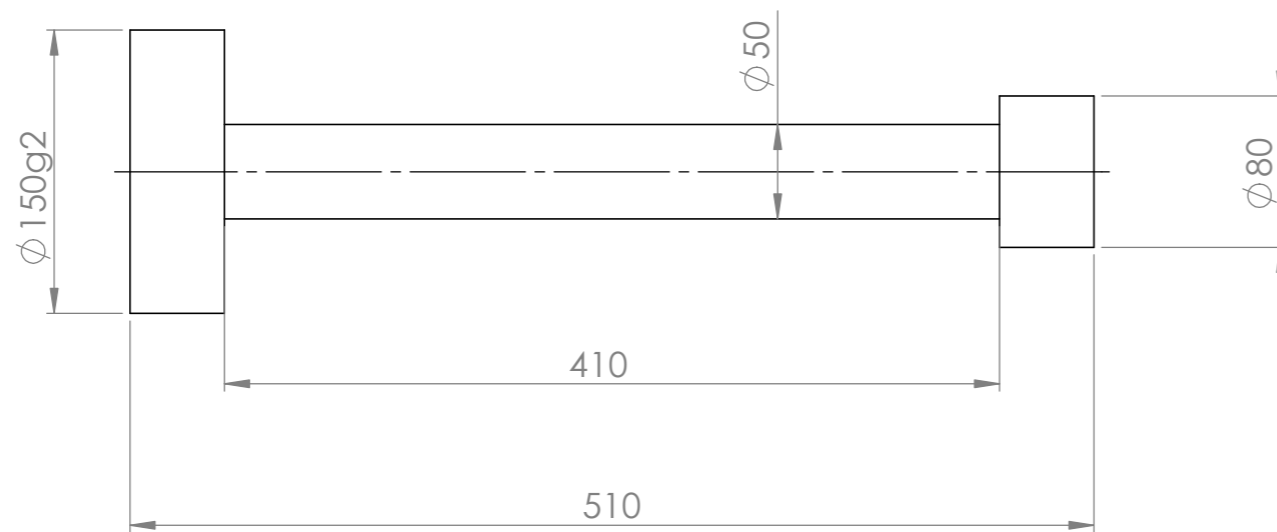
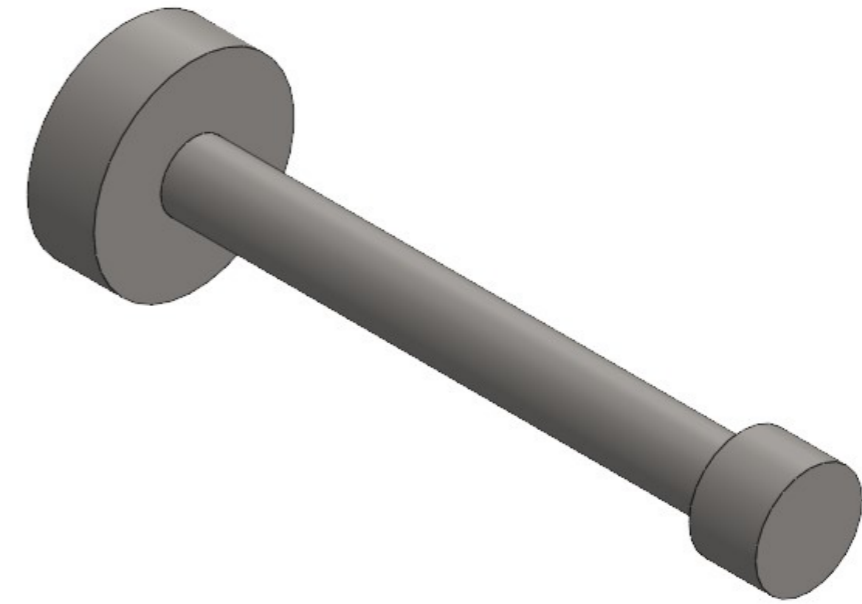


Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Cilindro de apoyo	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 1 Nº pieza: 8
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 10	

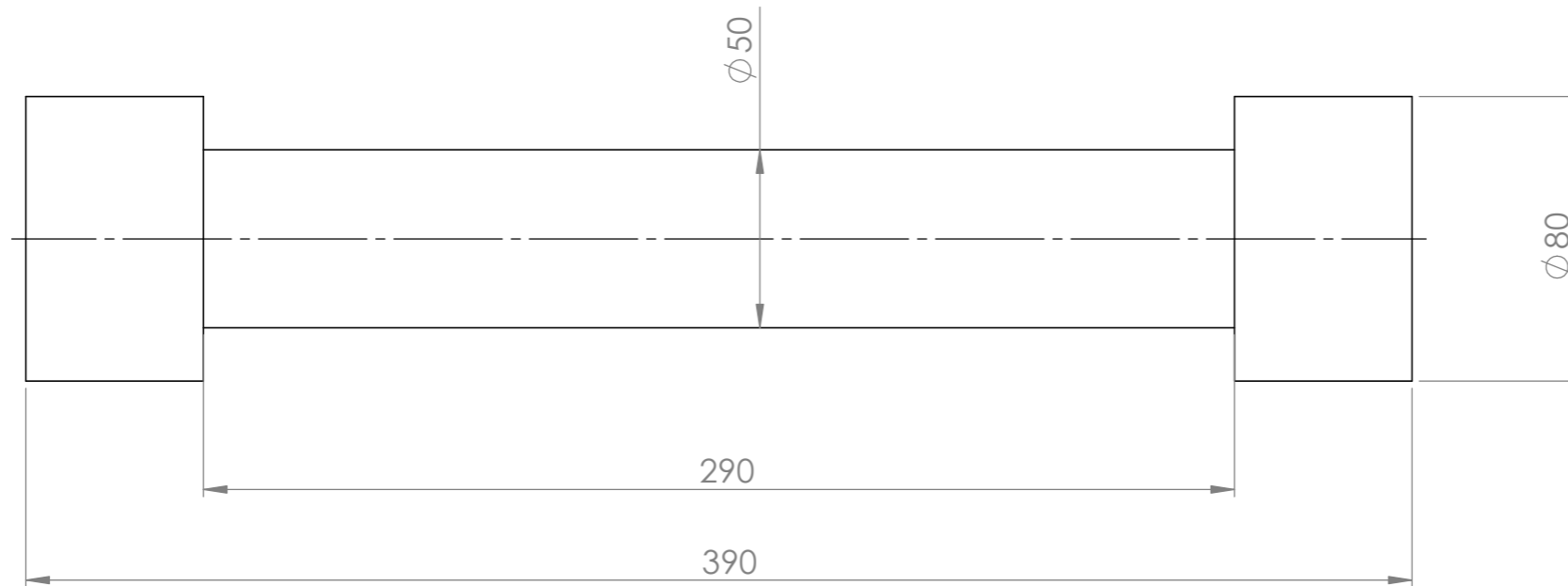
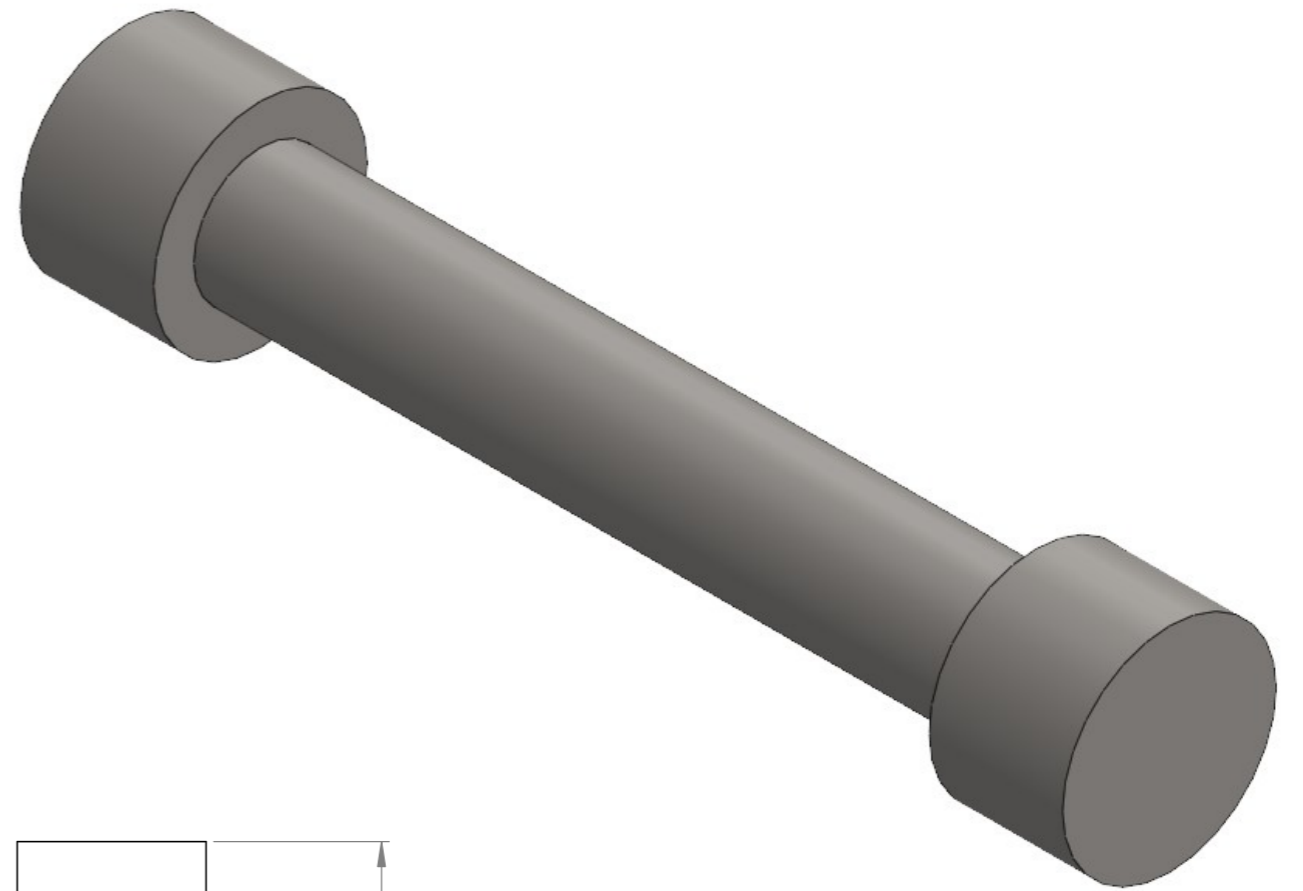




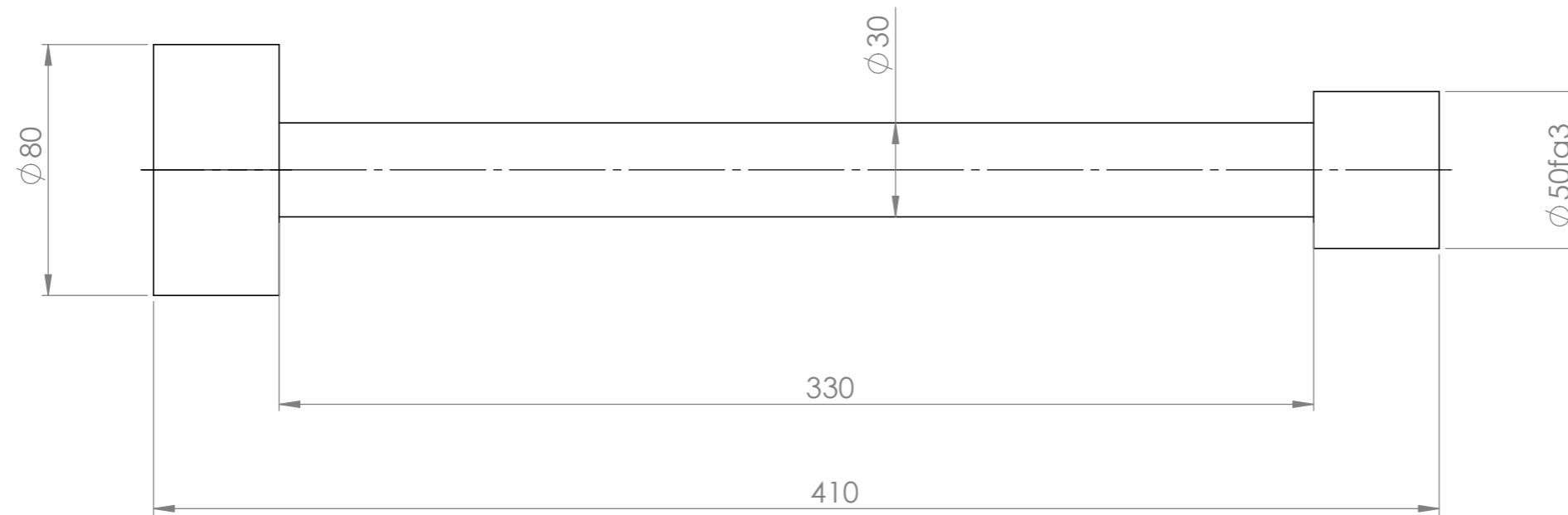
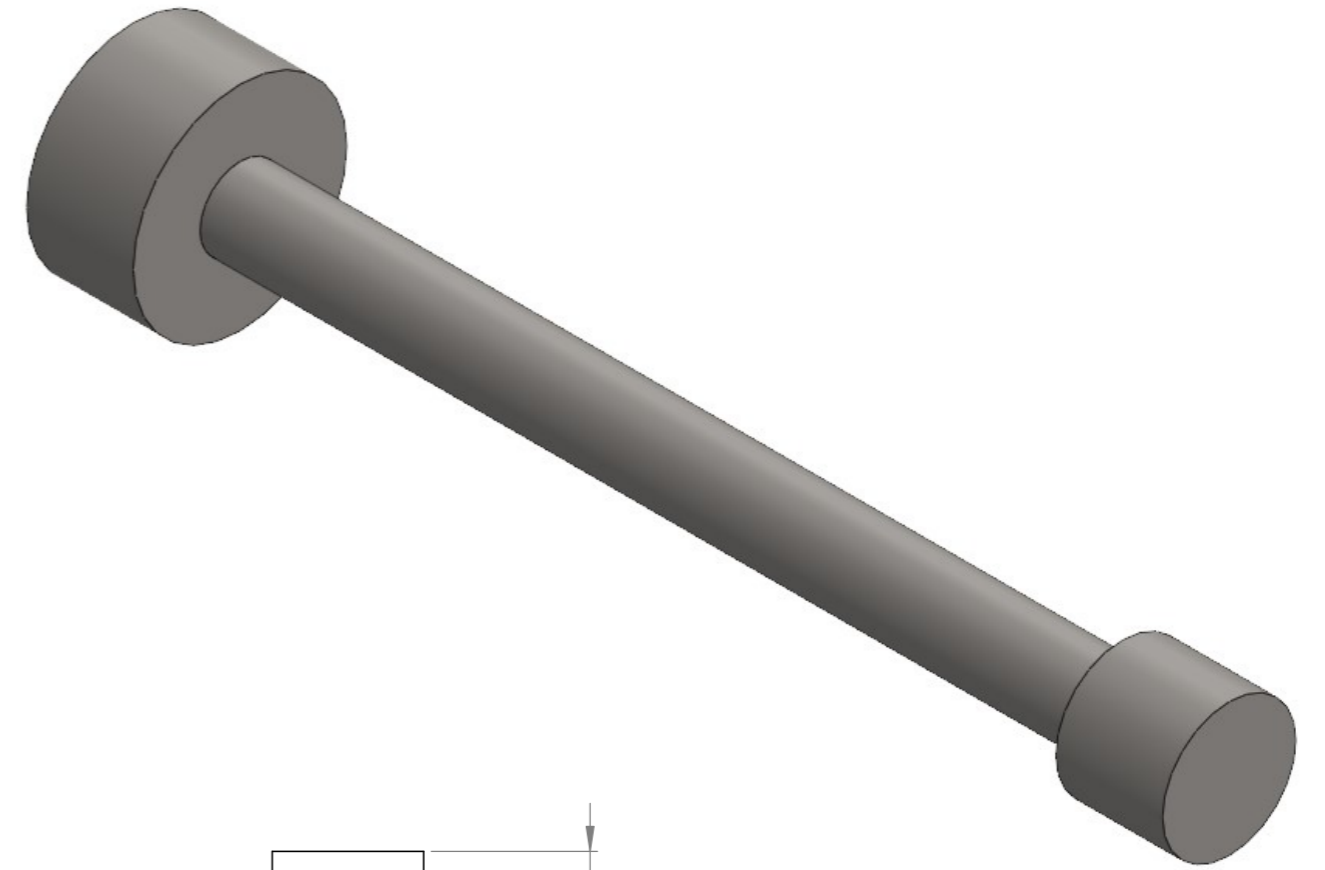
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Empujador	Material: Aluminio 2014 O	Nº Subensamblaje: 1 Nº pieza: 4
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 11	



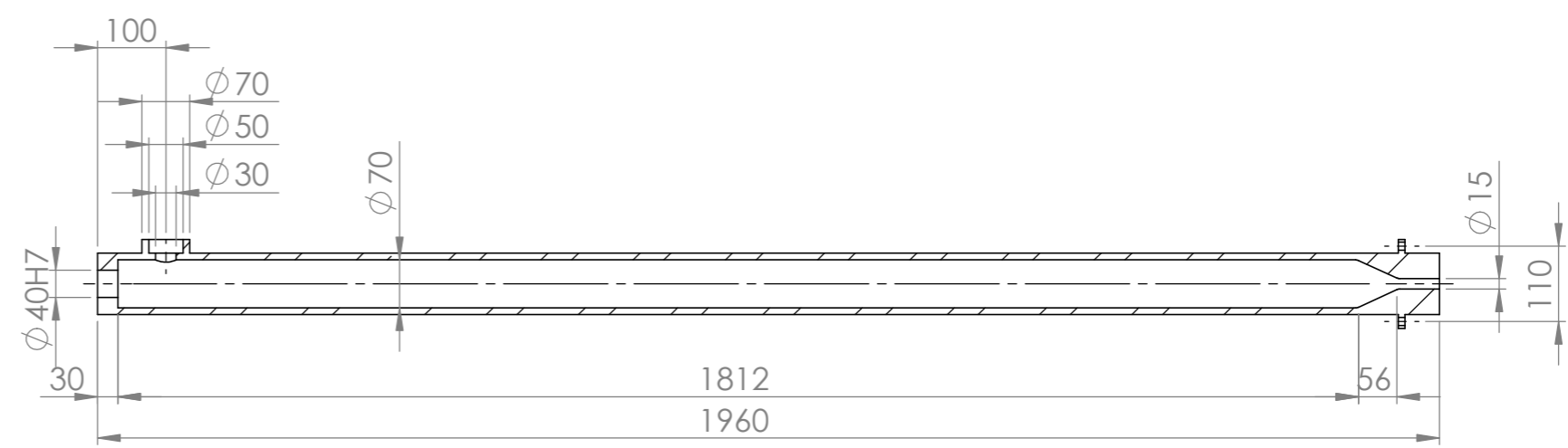
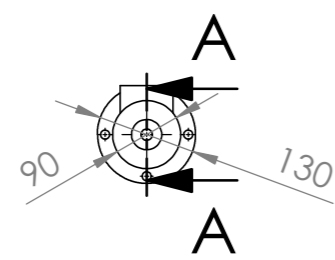
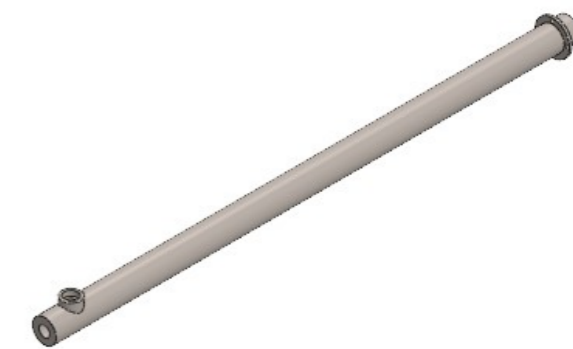
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Piston 1	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 1 Nº pieza: 7
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 12	



Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:2
Referencia: 05/2022	Componente: Piston 2	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 1
upna	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 5	Nº plano: 13

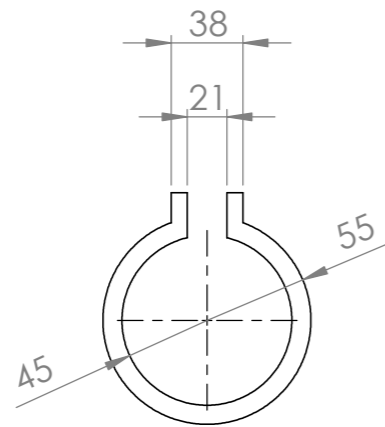
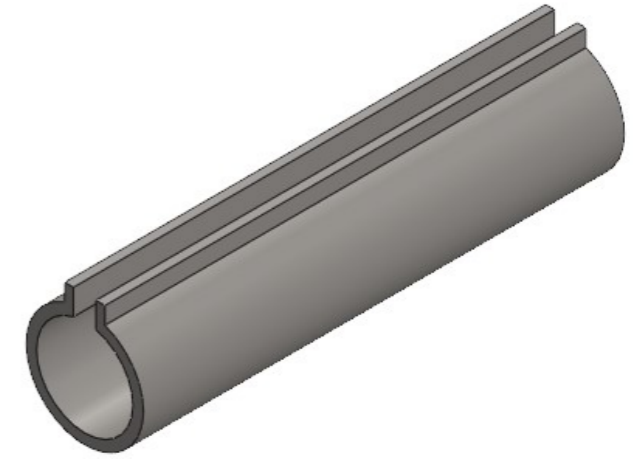


Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:2
Referencia: 05/2022	Componente: Piston 3	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 1 Nº pieza: 9
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 14	

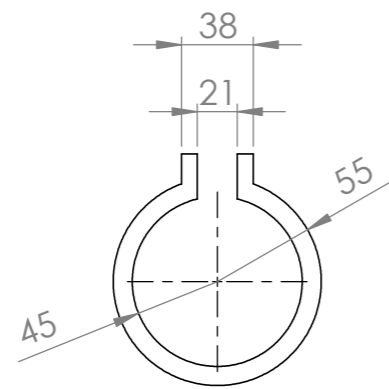
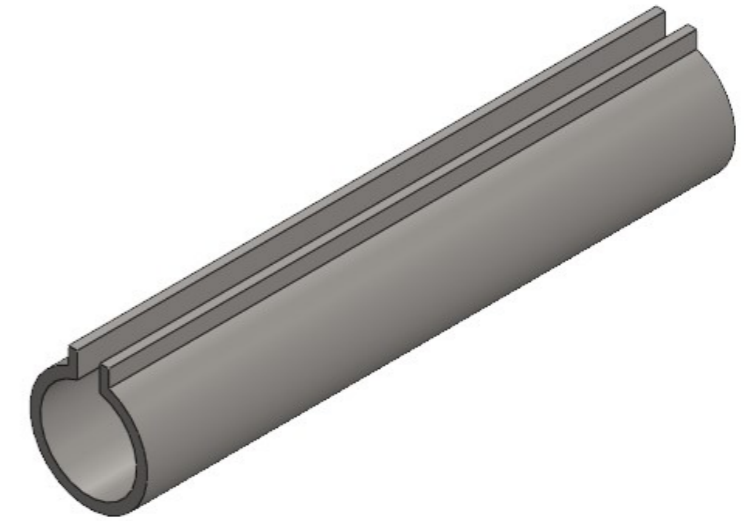


SECCIÓN A-A

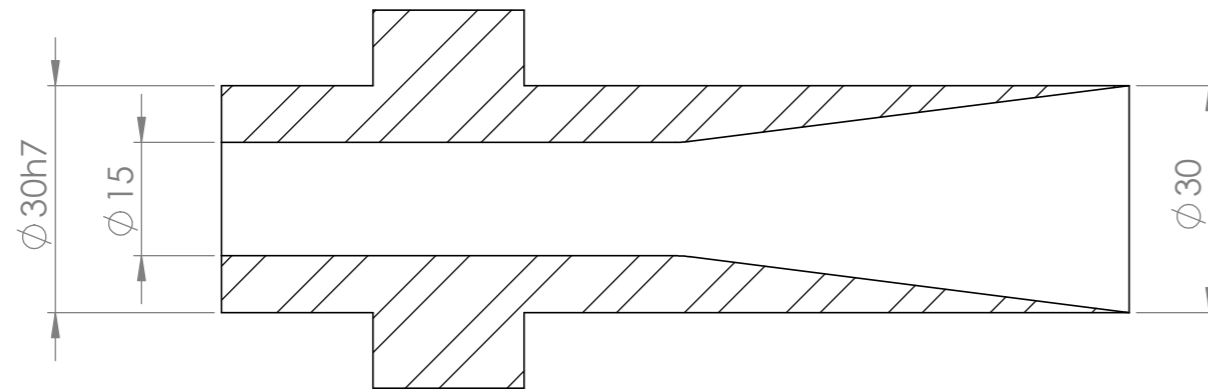
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:10
Referencia: 05/2022	Componente: Cilindro de inyección	Material: Acero inoxidable AISI 316L	Nº Subensamblaje: 1
upna	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 1	Nº plano: 15



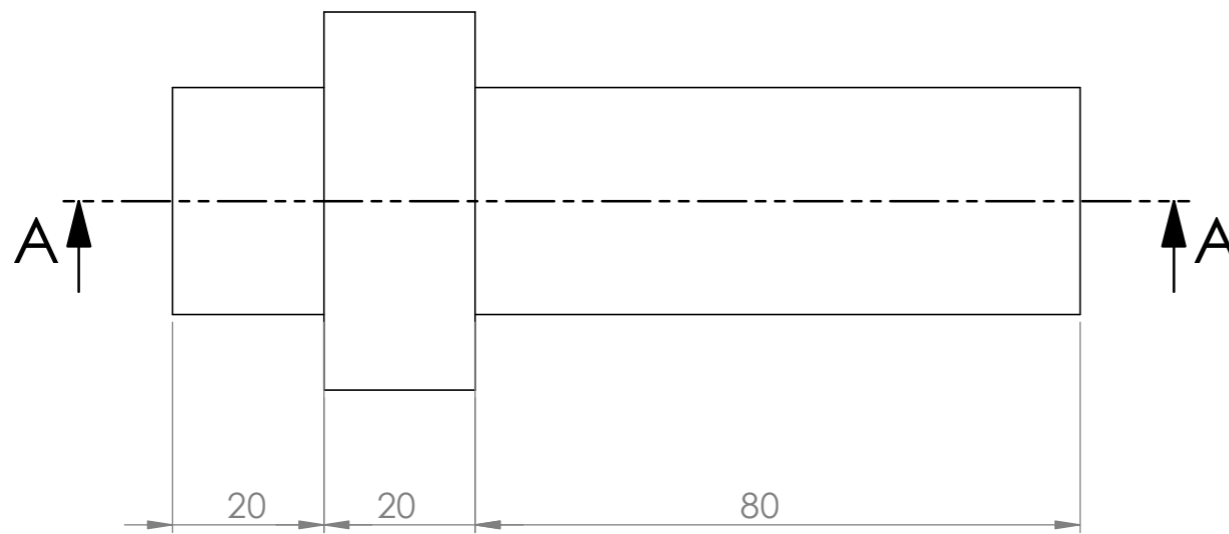
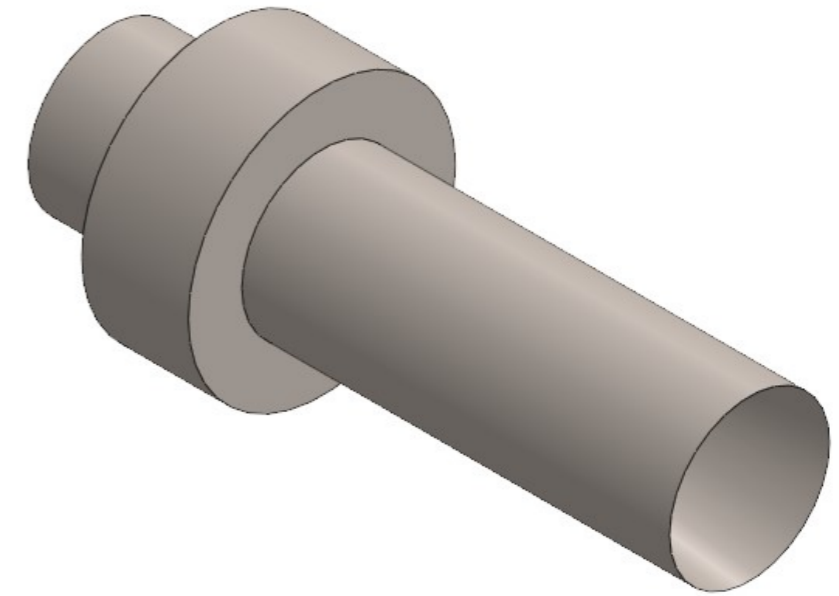
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Banda calefactora 2	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 1 Nº pieza: 11
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 16	



Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Banda calefactora 1	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 1 Nº pieza: 10
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 17	

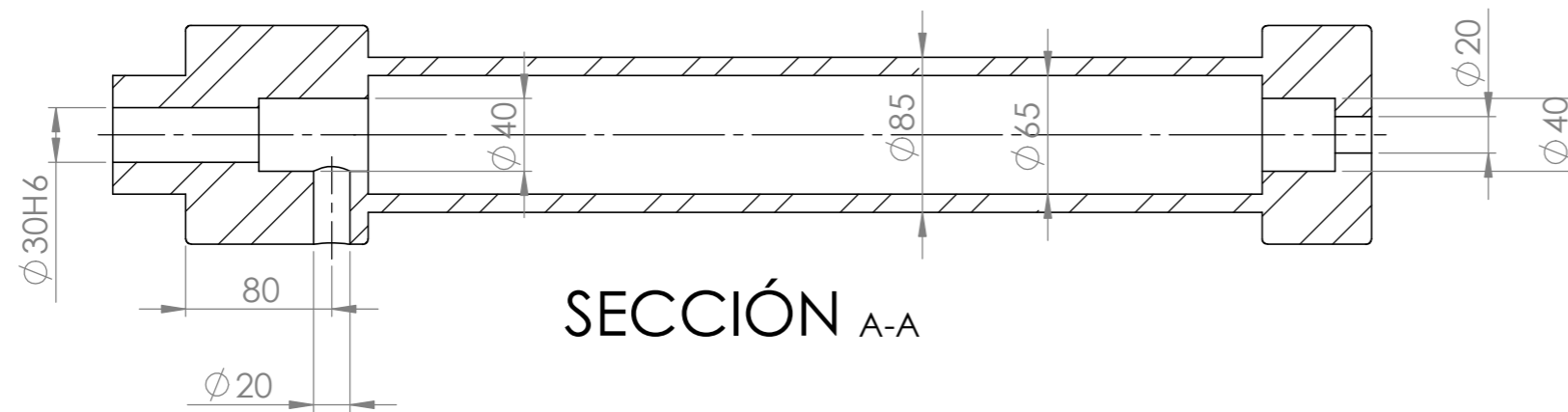
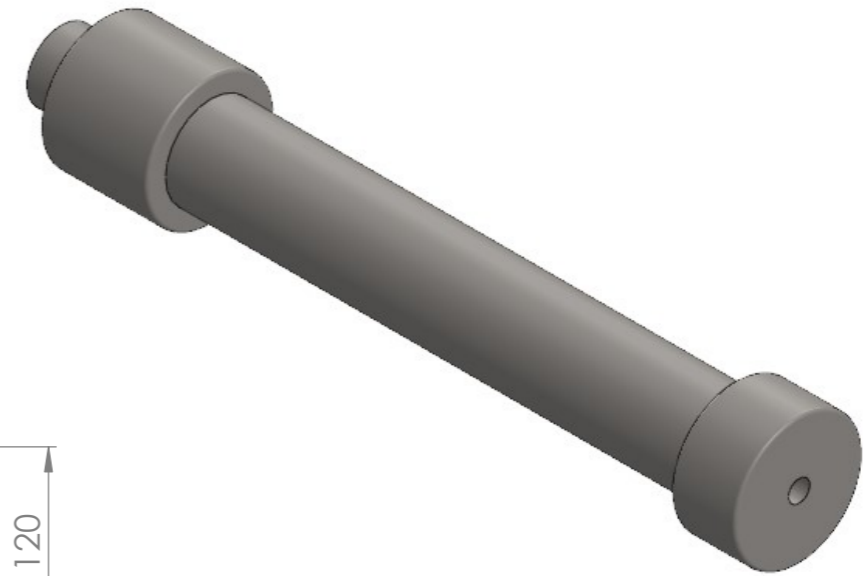
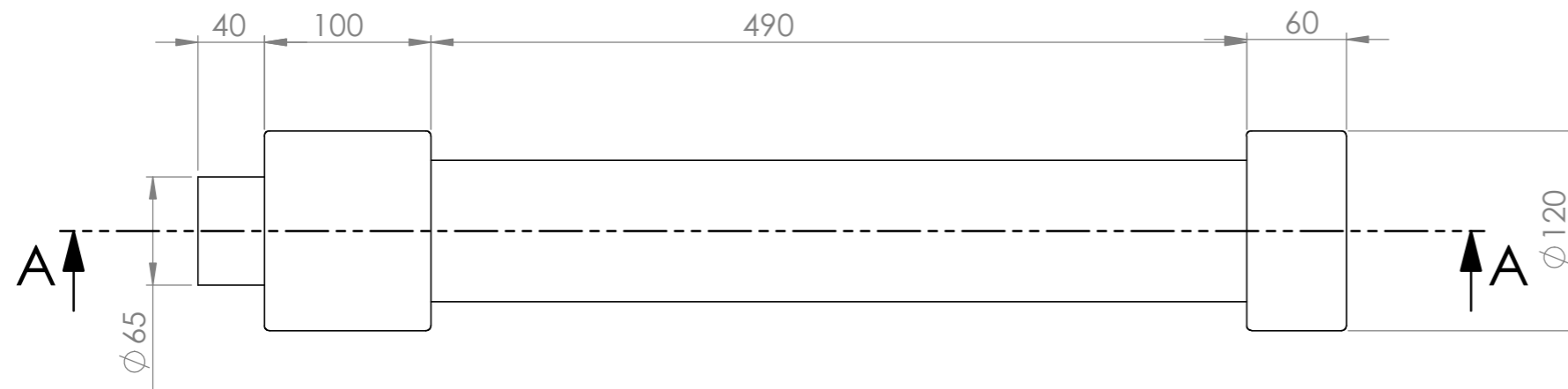


SECCIÓN A-A

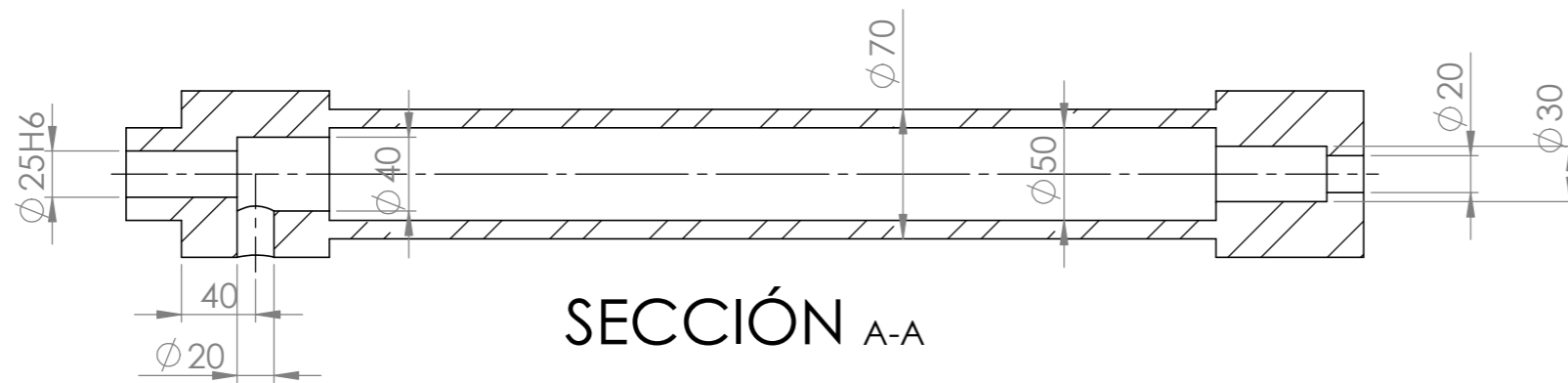
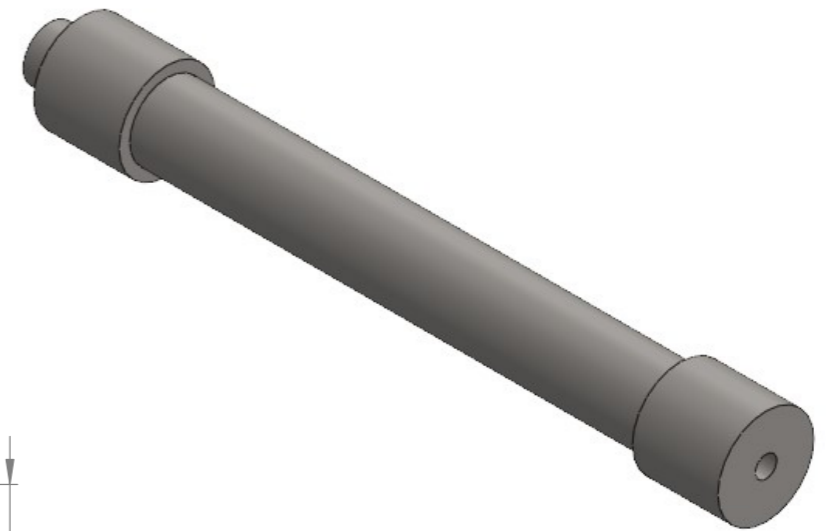
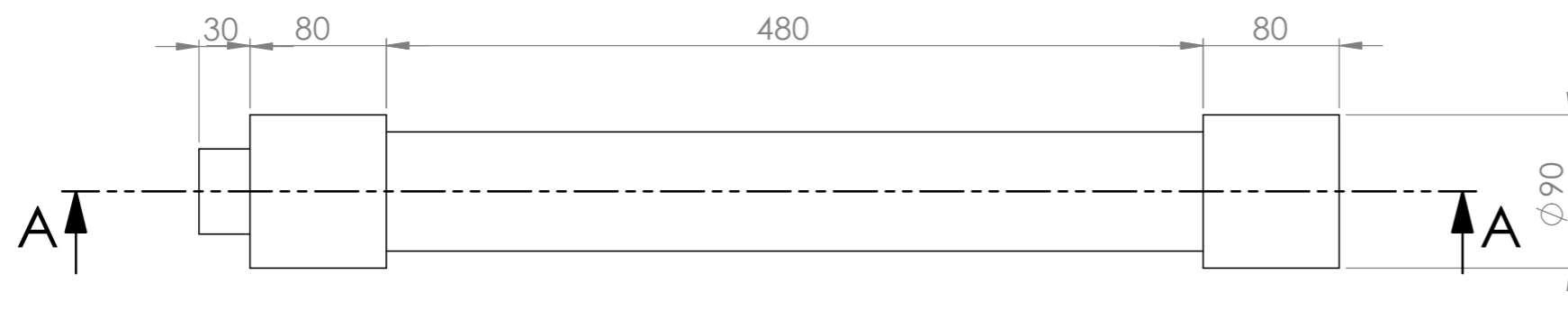



Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:1
Referencia: 05/2022	Componente:	Material: Acero inoxidable AISI 316L	Nº Subensamblaje: 2 Nº pieza: 10
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 18	

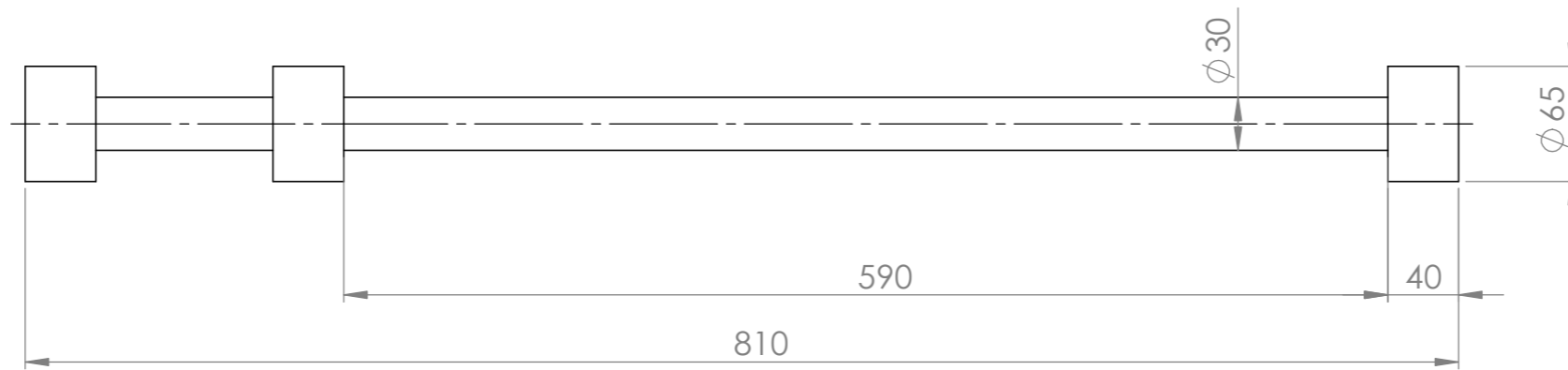




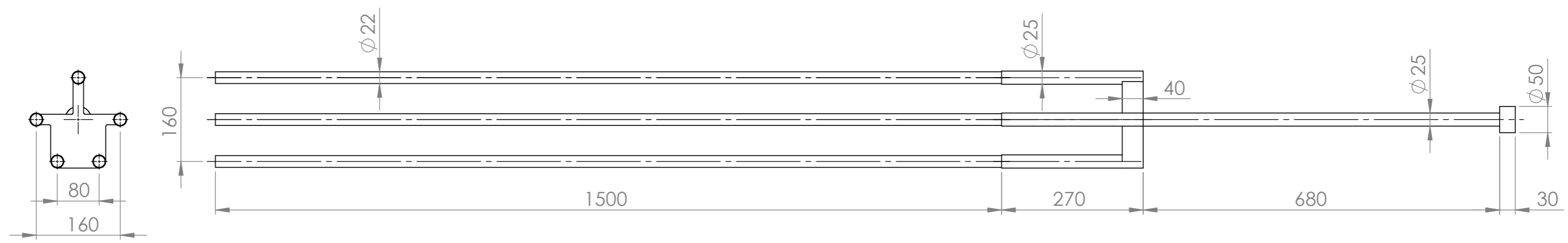
Fecha: 13/05/2022	Proyctista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Cilindro de cierre	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 2 Nº pieza: 8
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 19	




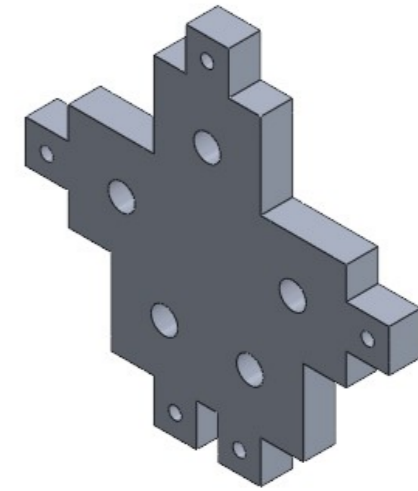
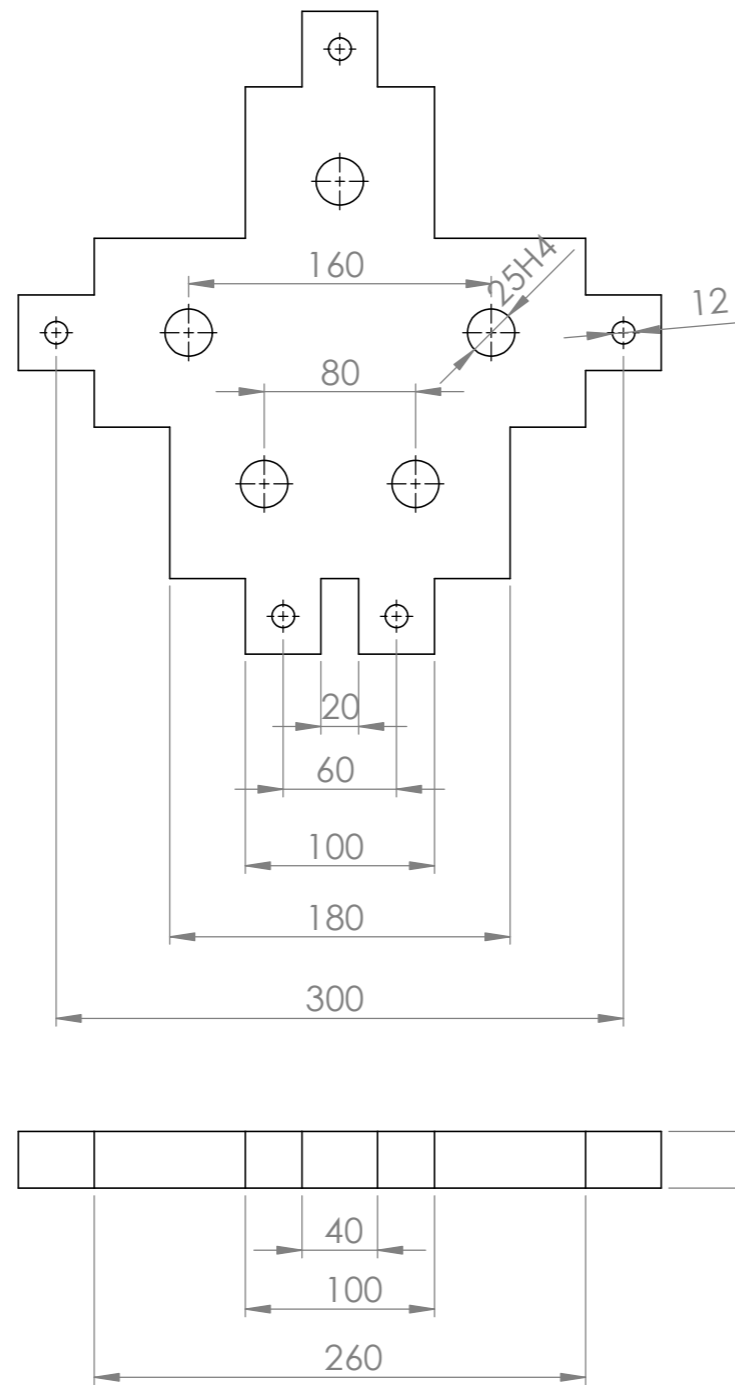
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Cilindro de expulsión	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 2
	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 9	Nº plano: 20



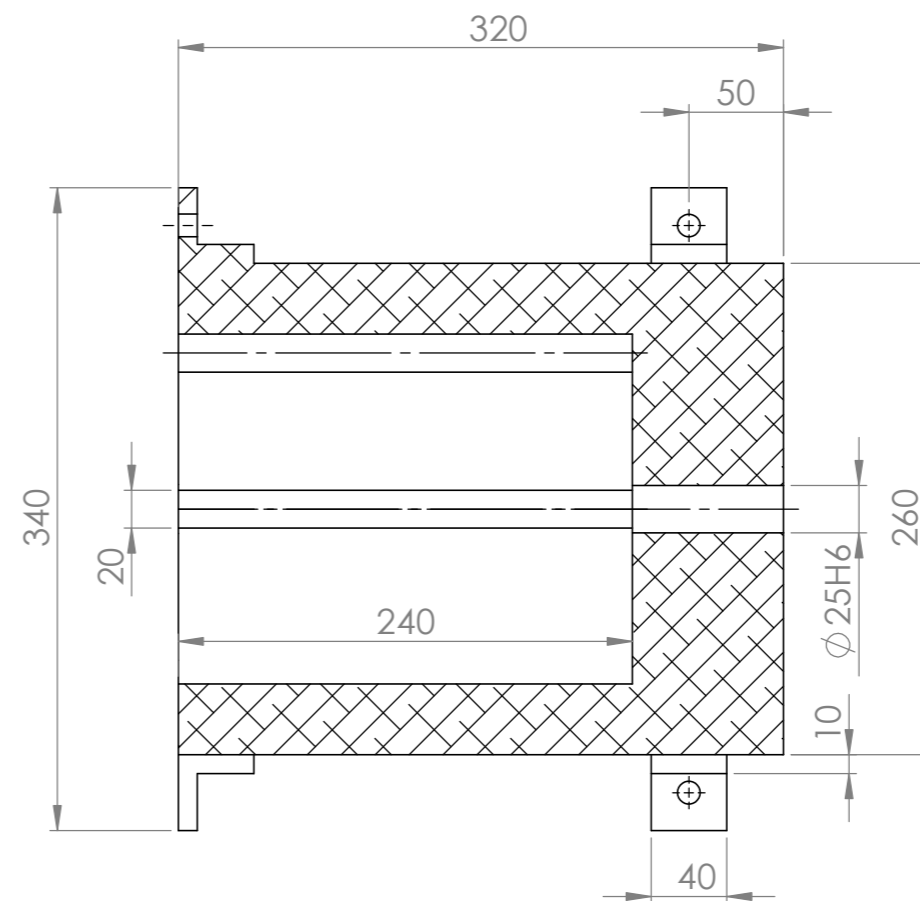
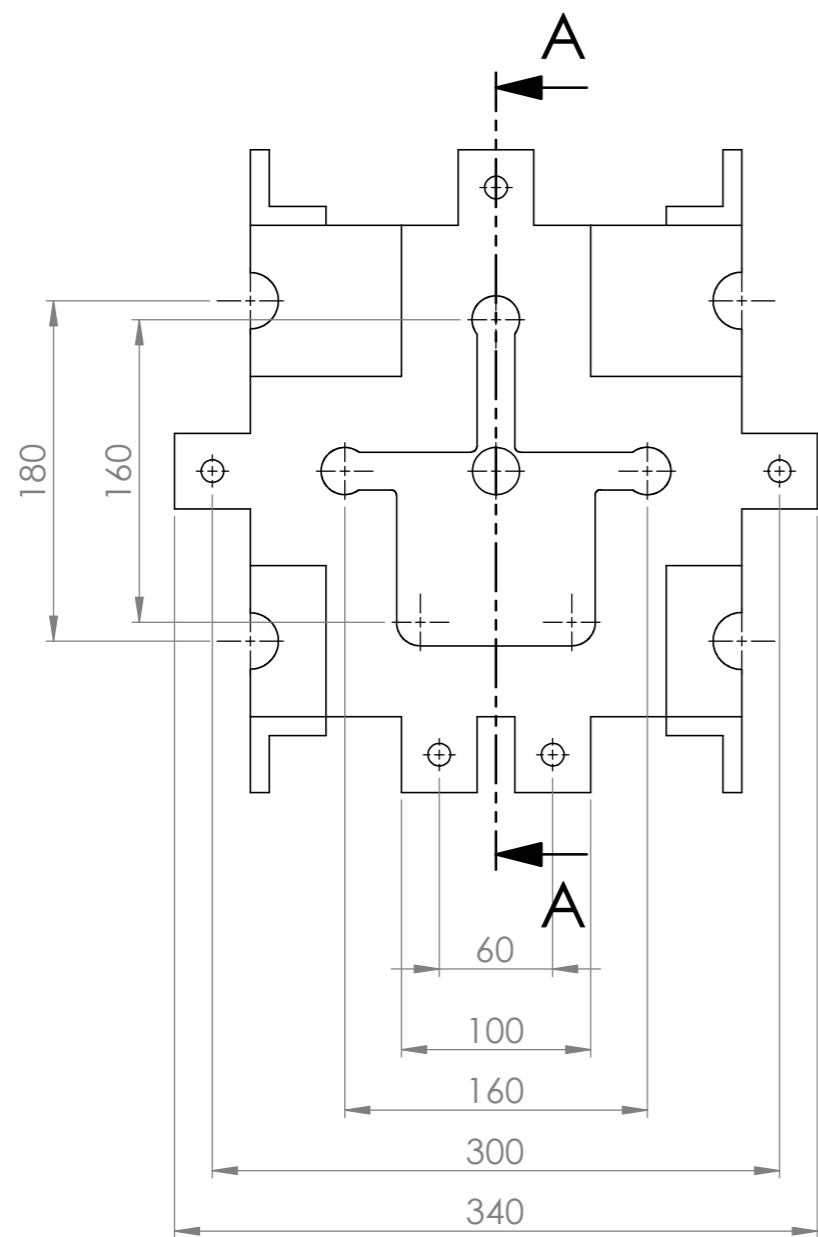
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Piston de cierre	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 2 Nº pieza: 6
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 21	



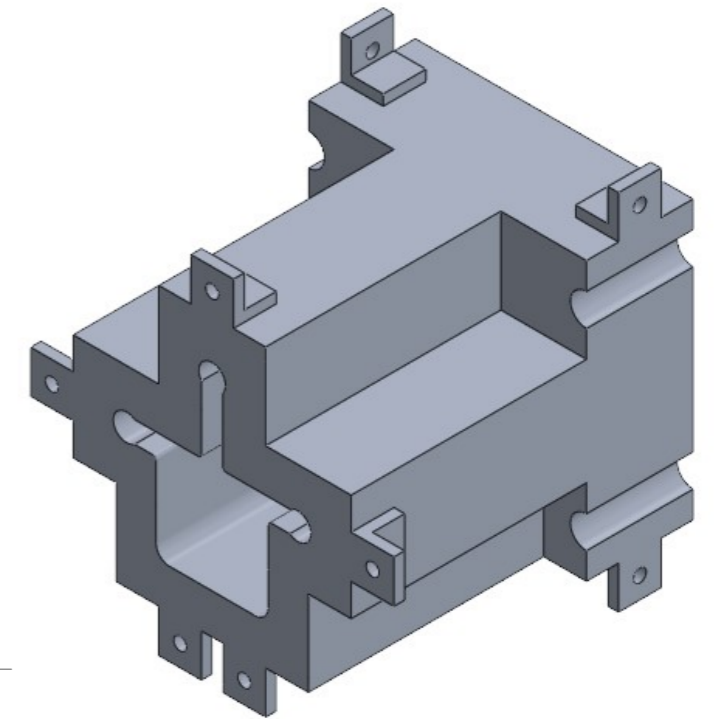
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:8
Referencia: 05/2022	Componente: Placa expulsora	Material: Acero inoxidable AISI 316L	Nº Subensamblaje: 2
	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 4	Nº plano: 22



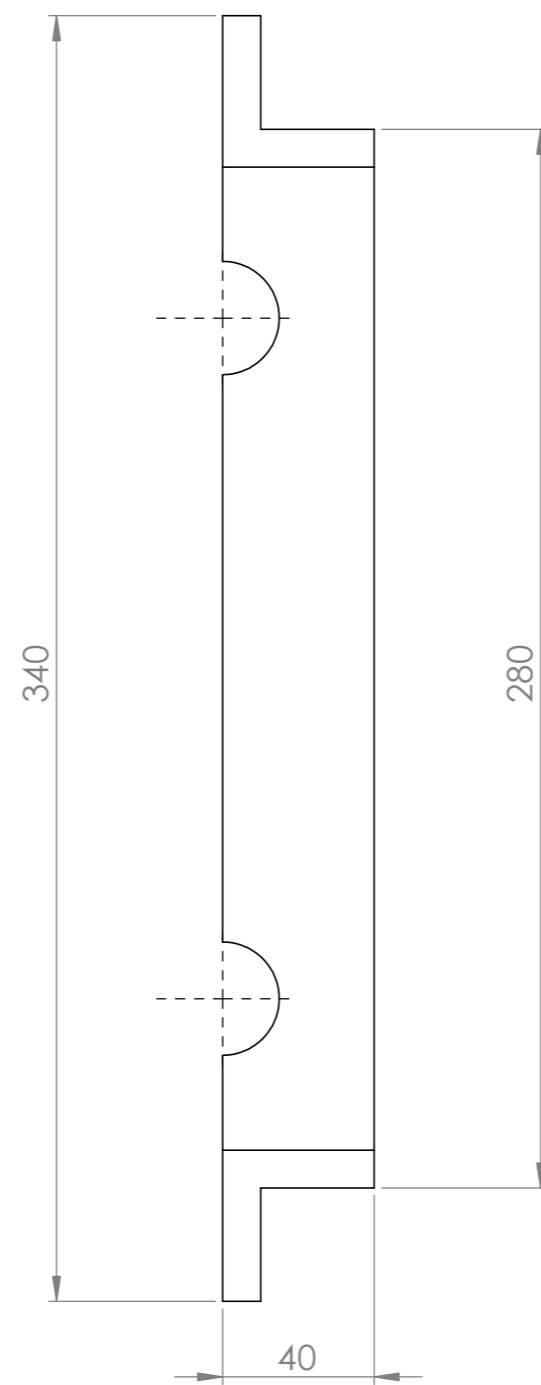
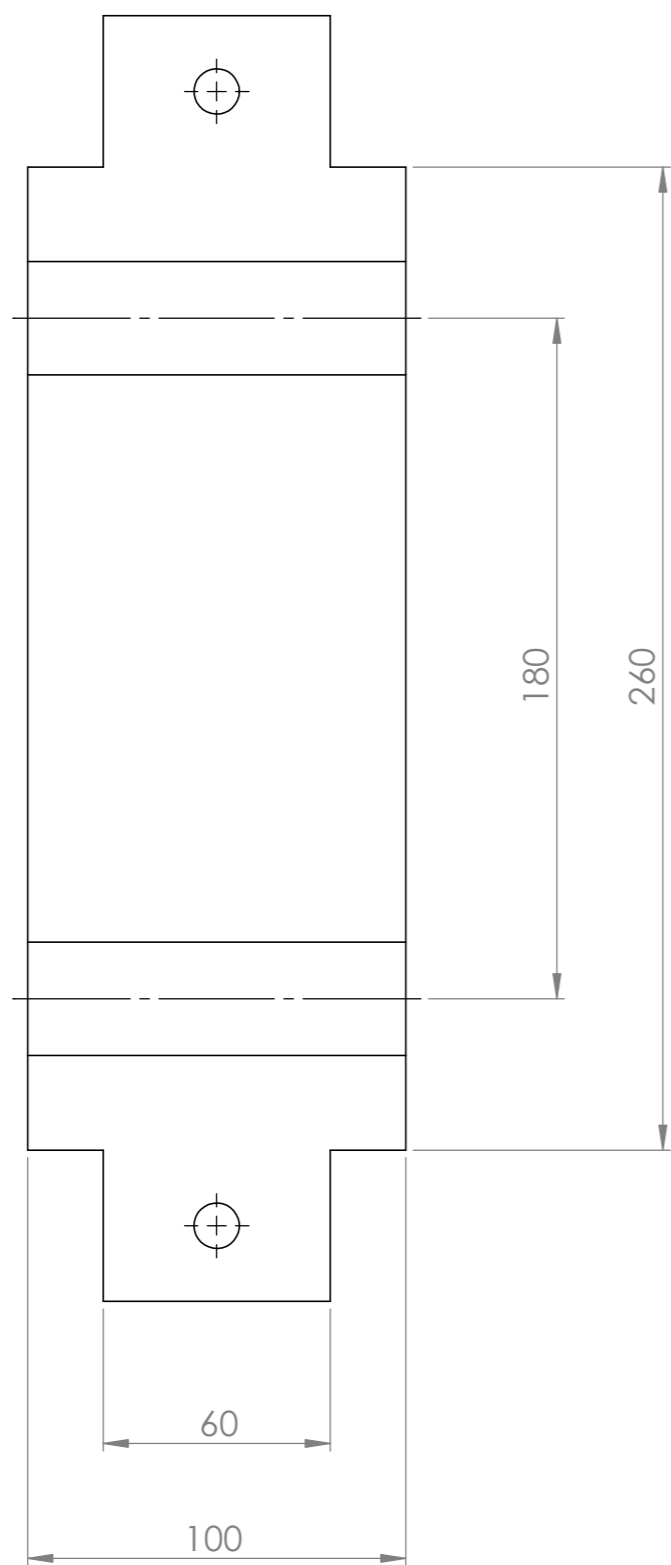
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Placa soporte	Material: Aluminio 2014 T4	Nº Subensamblaje: 2 Nº pieza: 3
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 23	



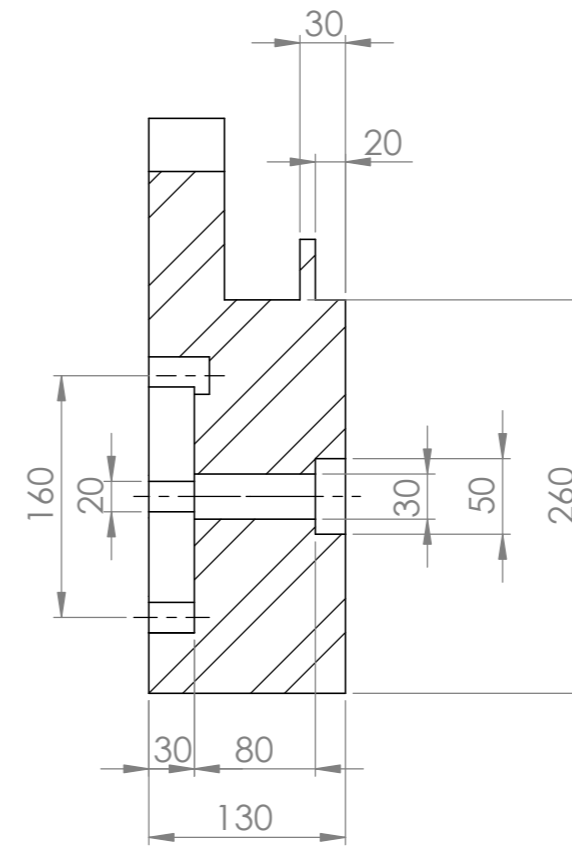
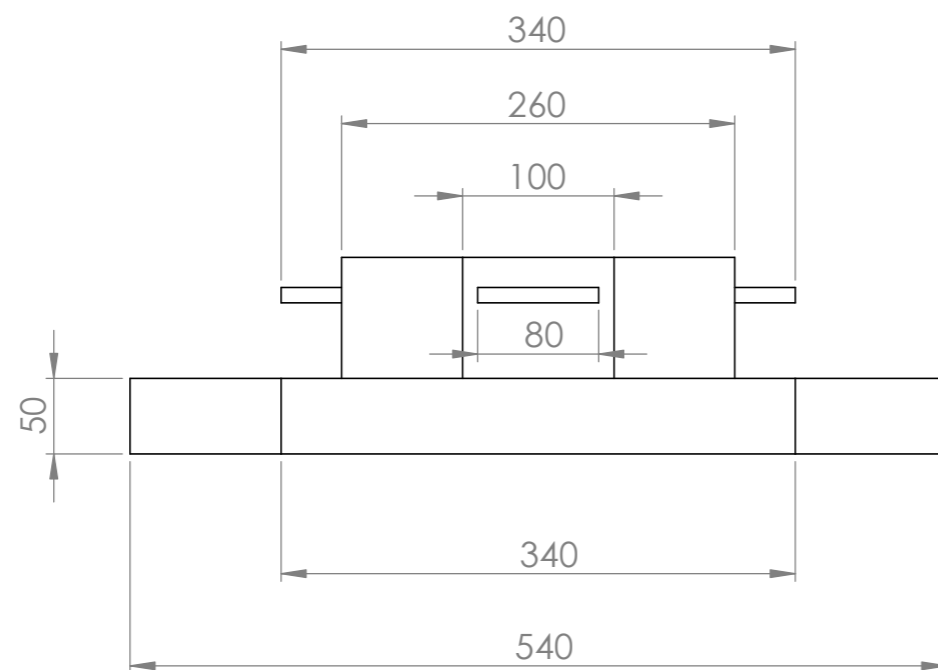
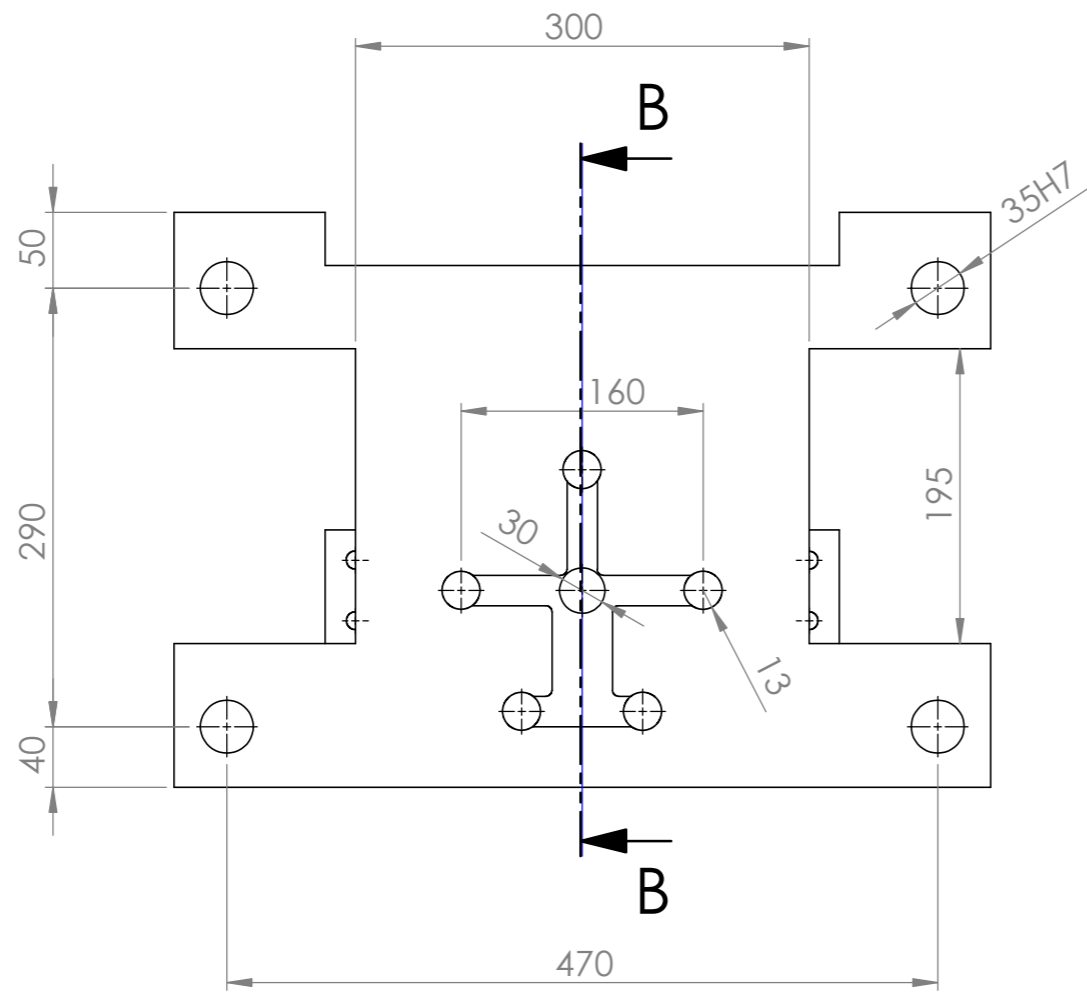
SECCIÓN A-A



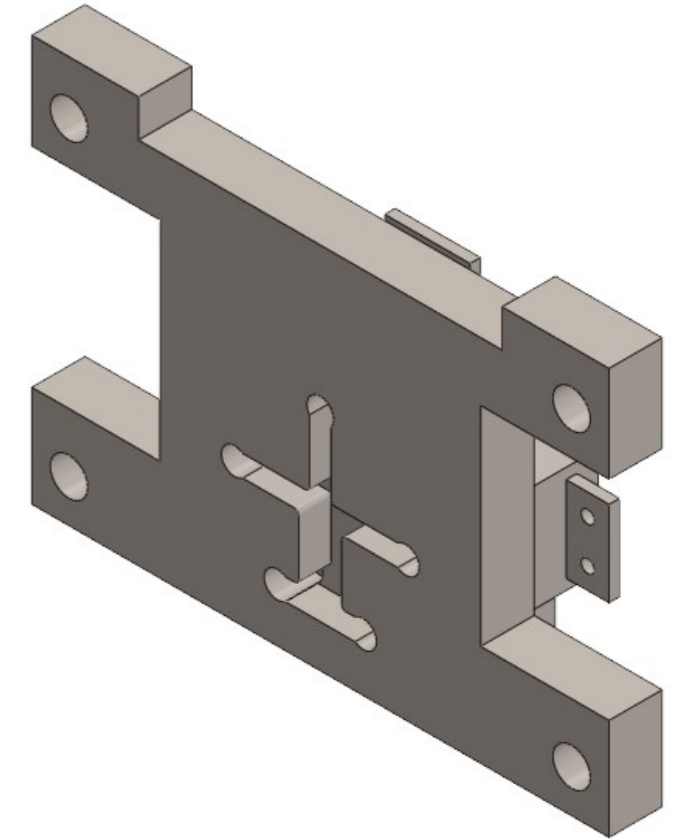
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Caja placa expulsora	Material: Aluminio 2014 T4	Nº Subensamblaje: 2
upna	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 5	Nº plano: 24



Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:2
Referencia: 05/2022	Componente: Uniones Caja placa expulsora	Material: Aluminio 2014 T4	Nº Subensamblaje: 2 Nº pieza: 7
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 25	

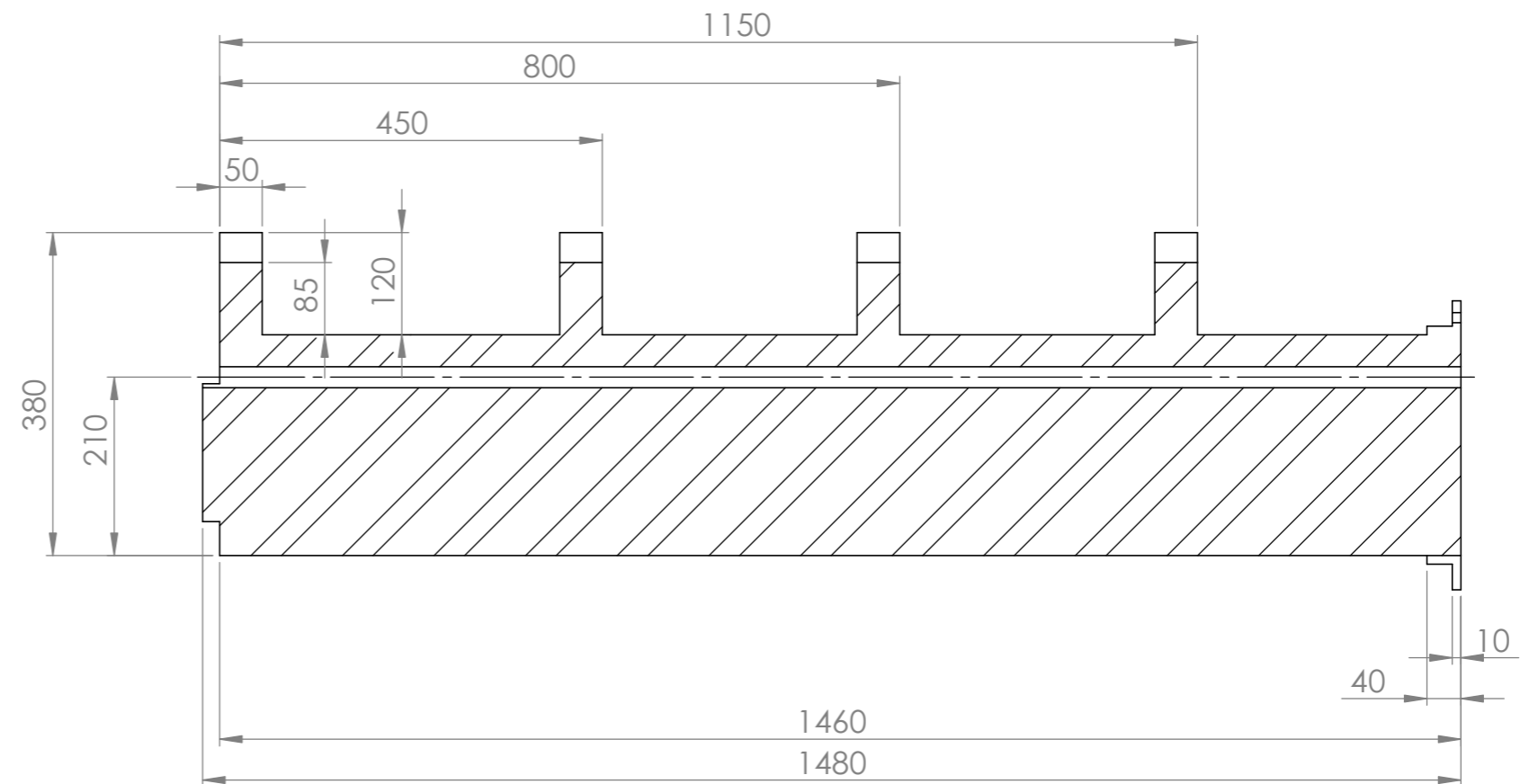
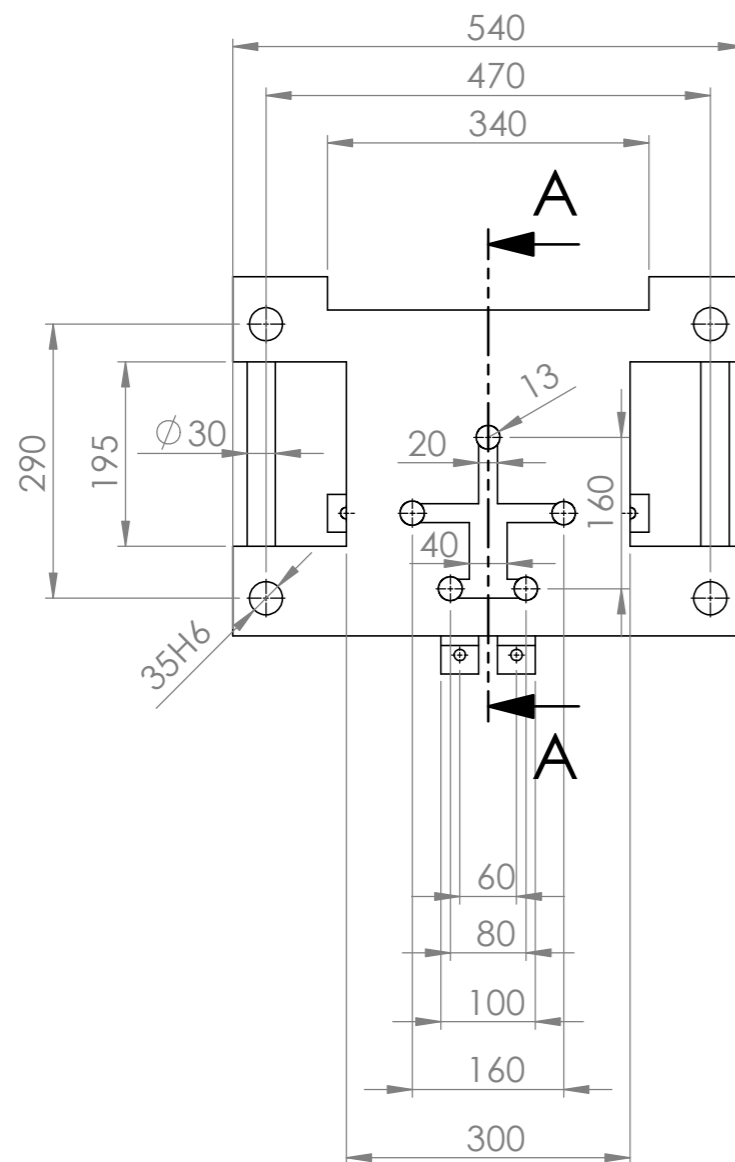
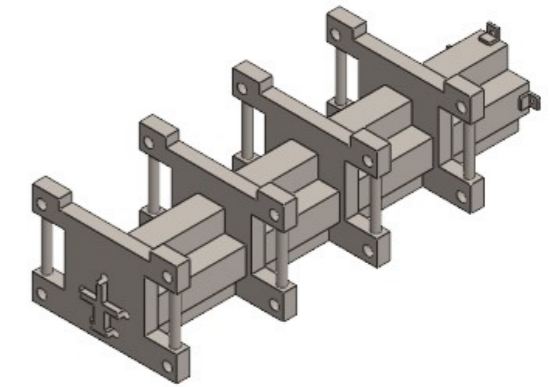


SECCIÓN B-B



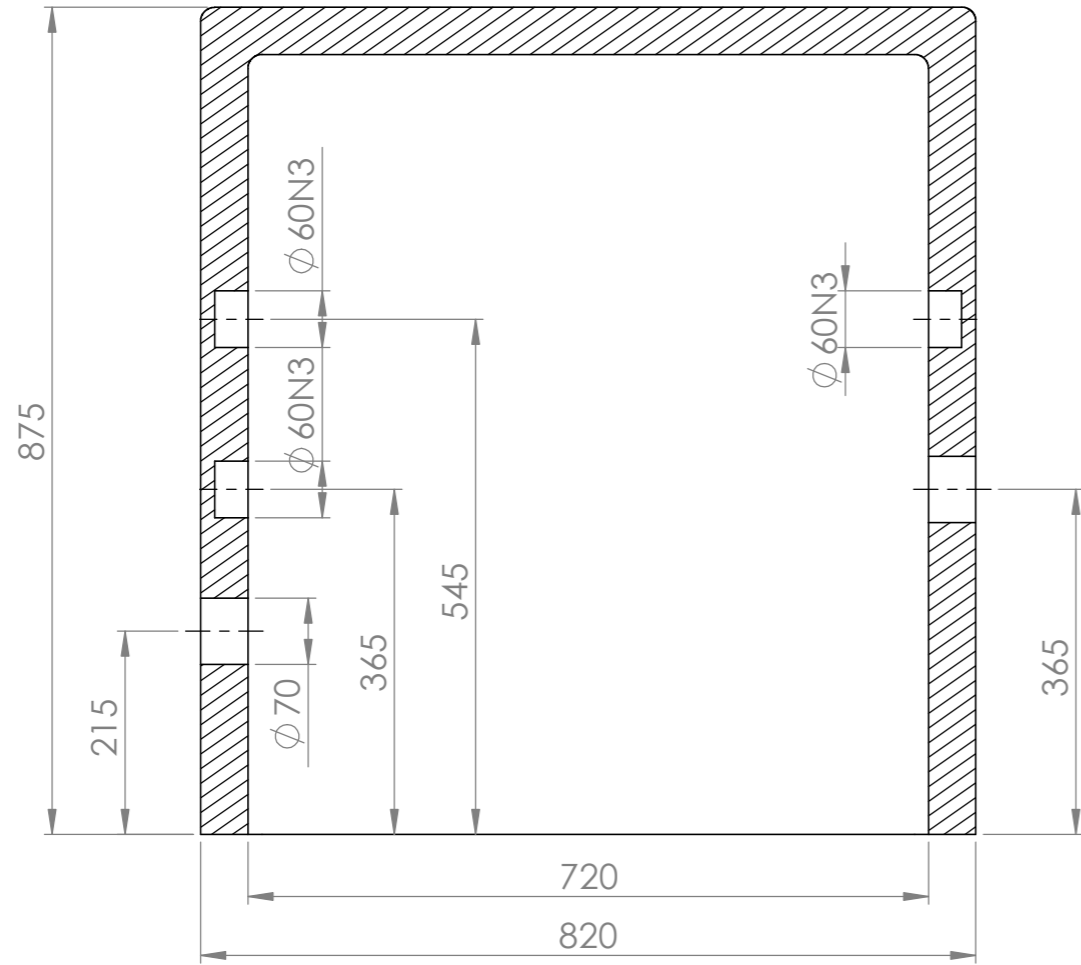
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Placa fija molde	Material: Acero inoxidable AISI 316L	Nº Subensamblaje: 2 Nº pieza: 1
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 26	



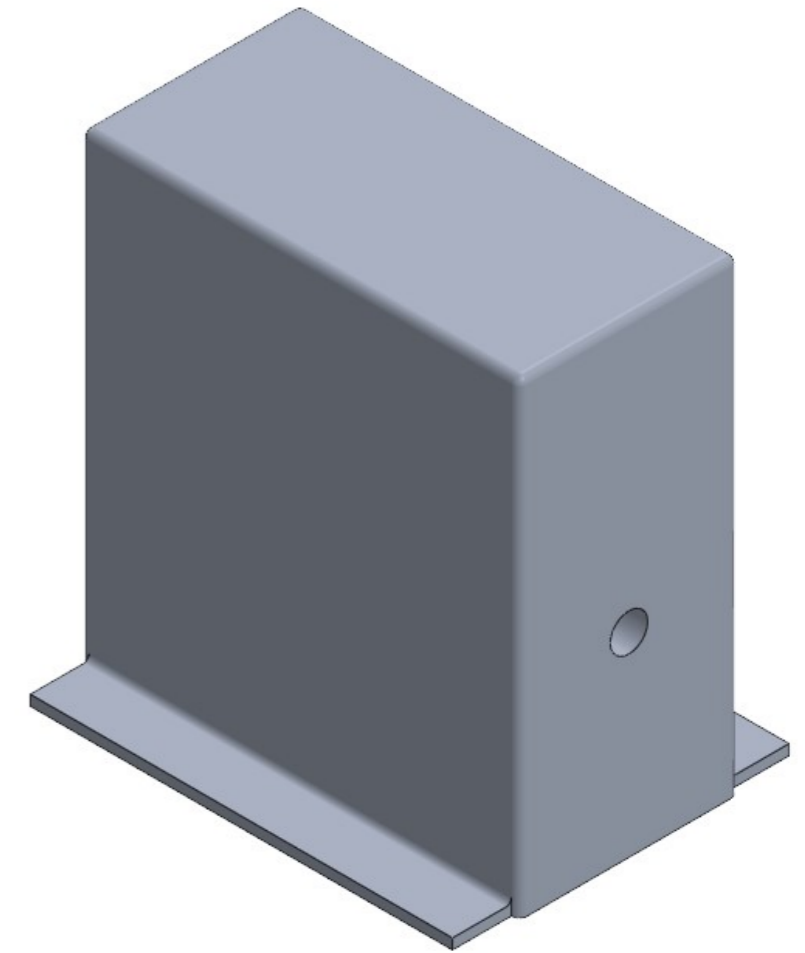
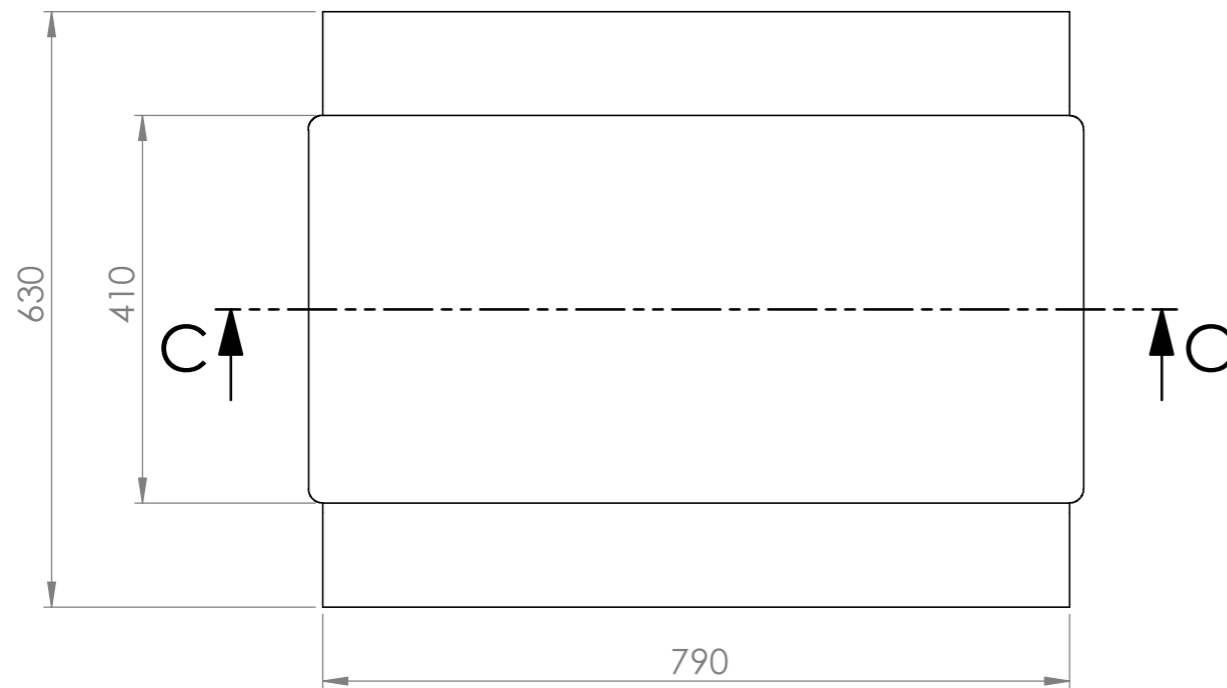



SECCIÓN A-A

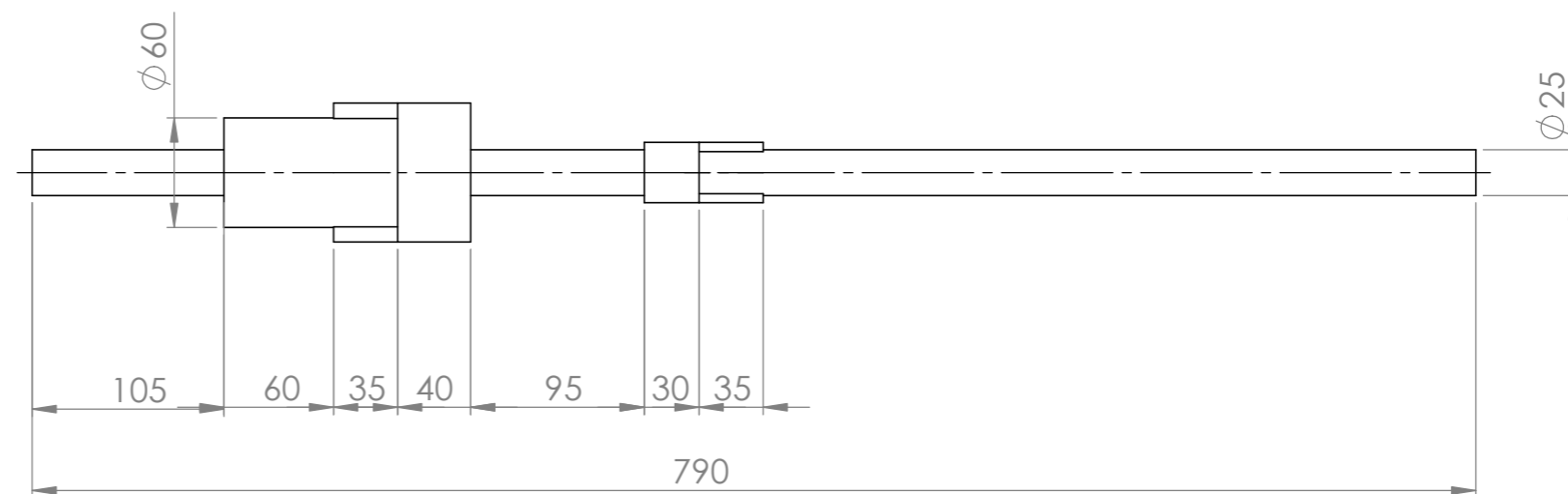
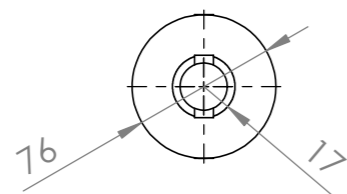
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:8
Referencia: 05/2022	Componente: Molde	Material: Acero inoxidable AISI 316L	Nº Subensamblaje: 2 Nº pieza: 2
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 27	




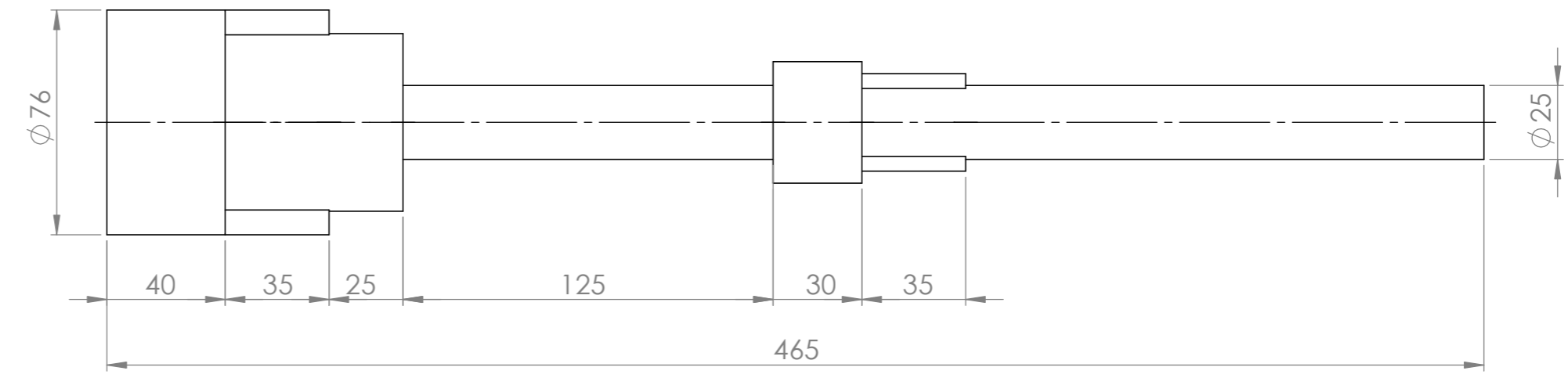
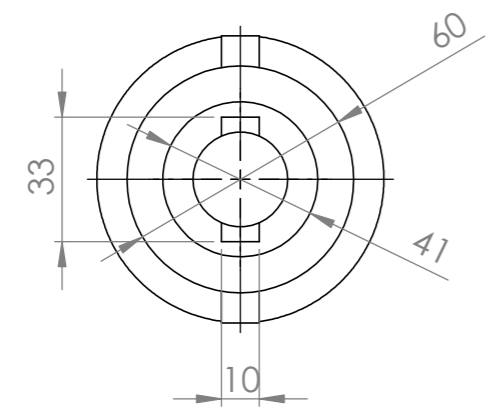
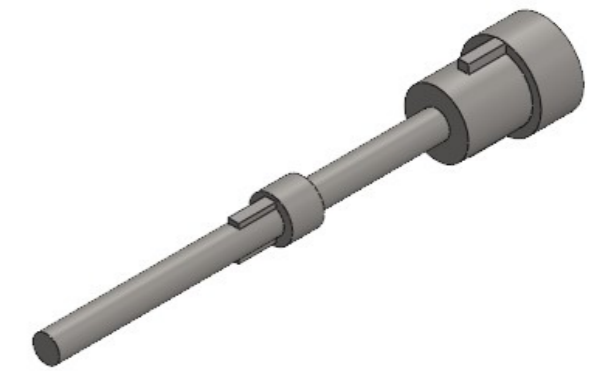
SECCIÓN C-C




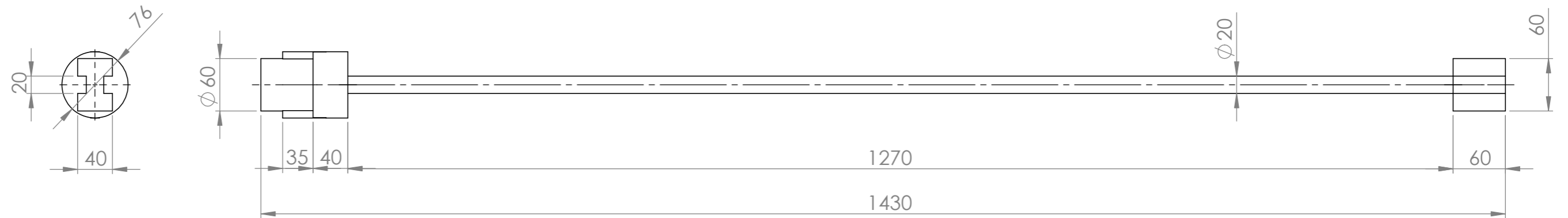
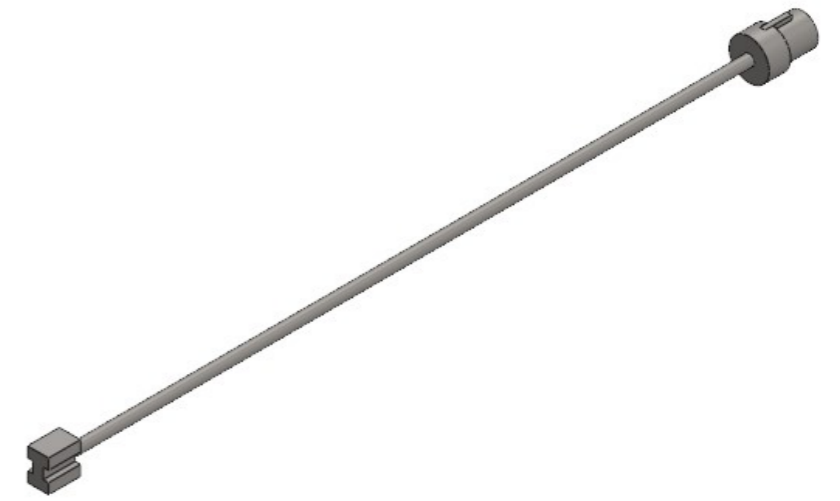
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:8
Referencia: 05/2022	Componente: Caja reductora	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 3
 Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.			Nº pieza: 1
			Nº plano: 28



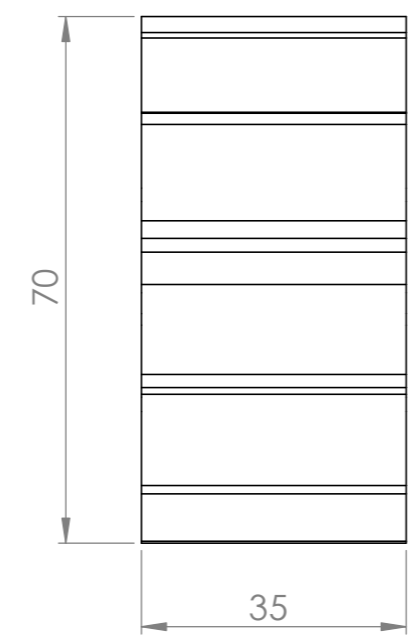
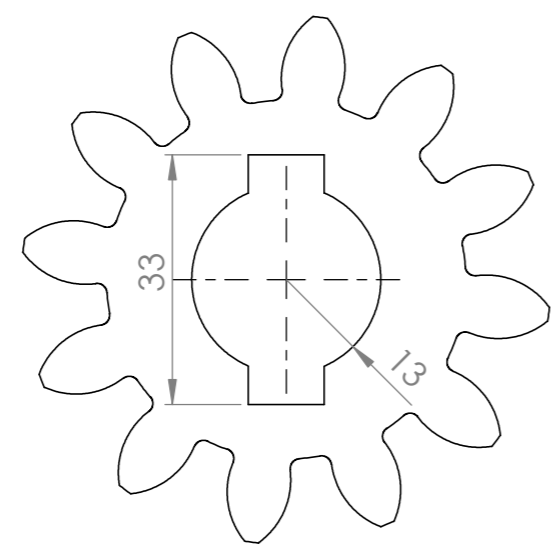
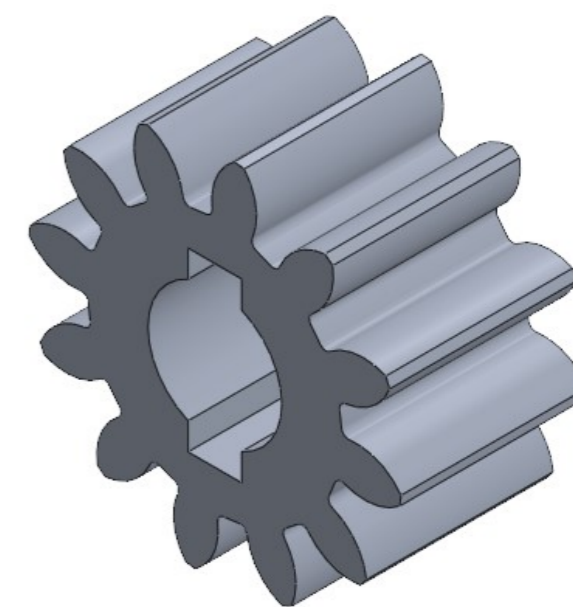
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Eje 2	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 3
	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 4	Nº plano: 29



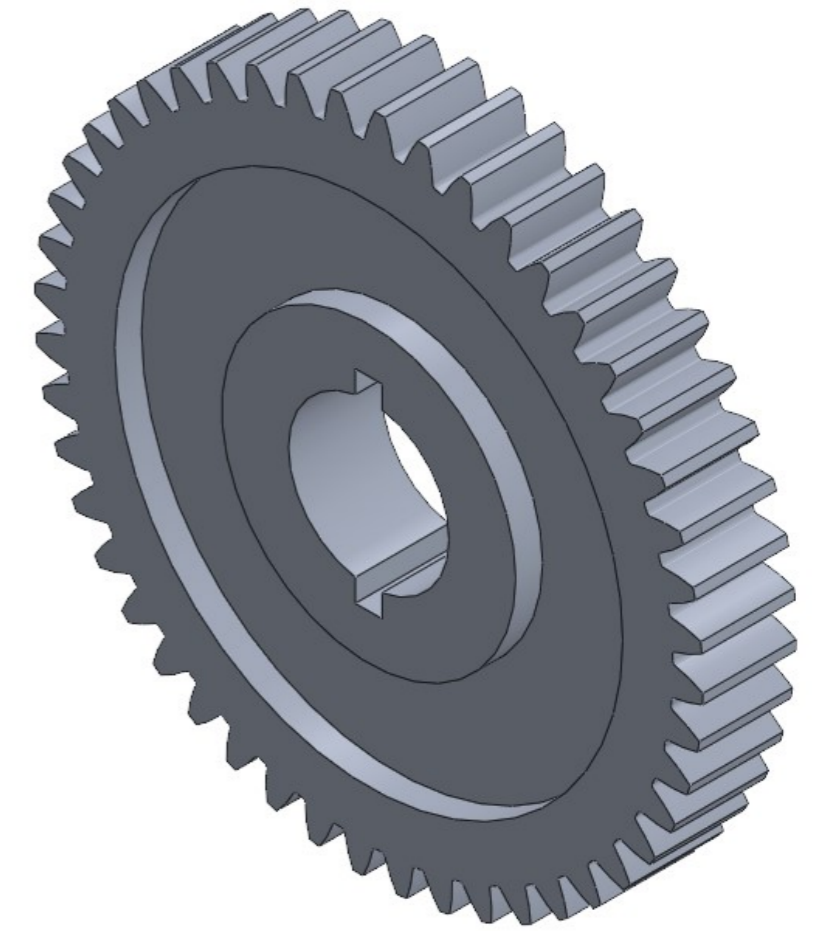
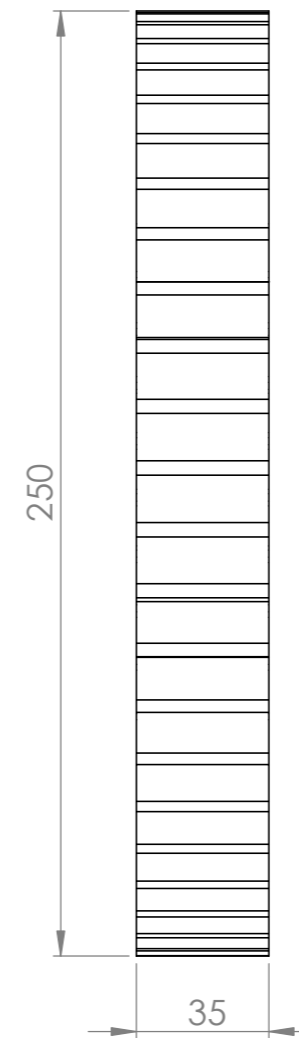
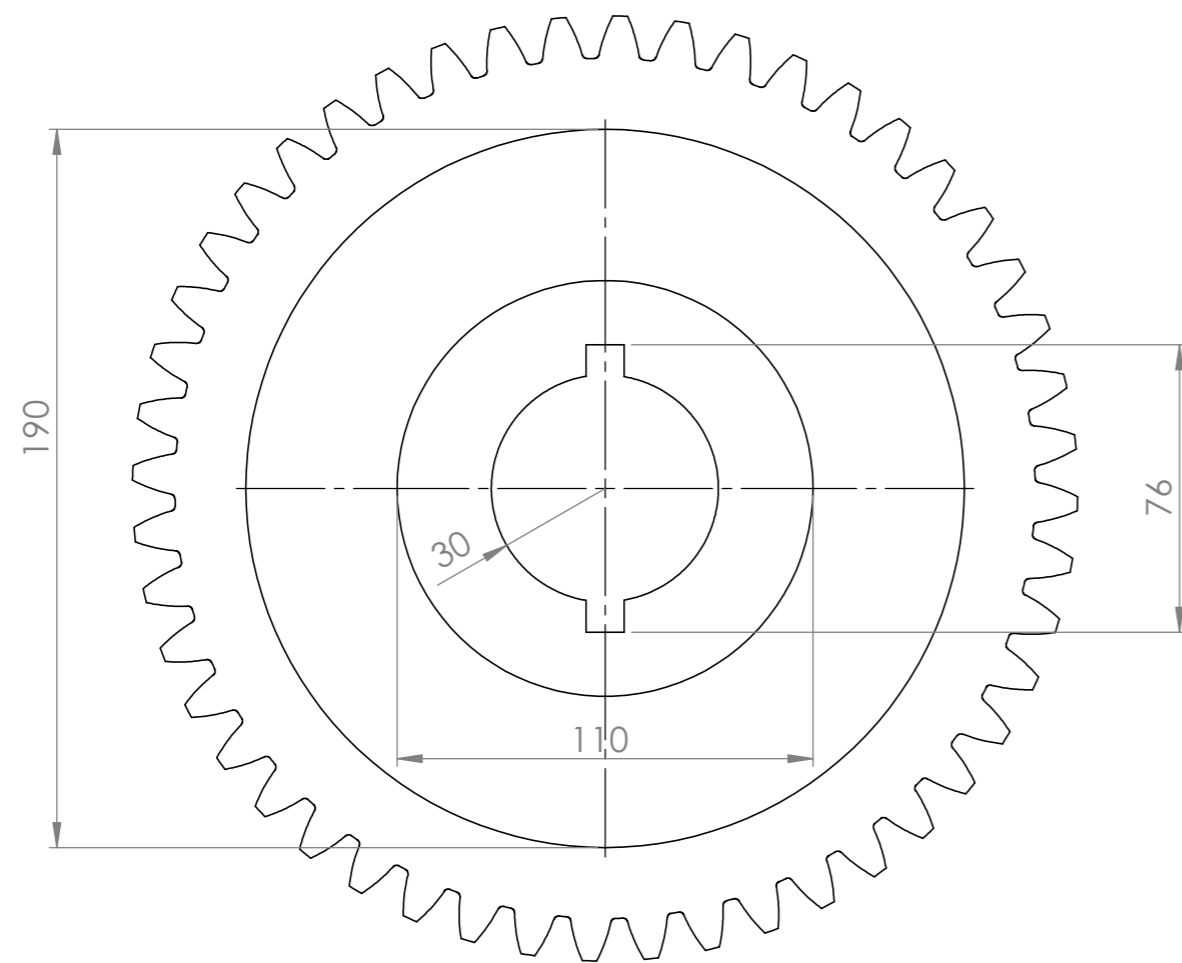
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:2
Referencia: 05/2022	Componente: Eje 3	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 3
	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 5	Nº plano: 30



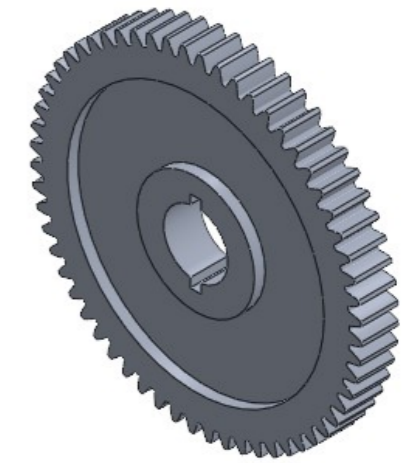
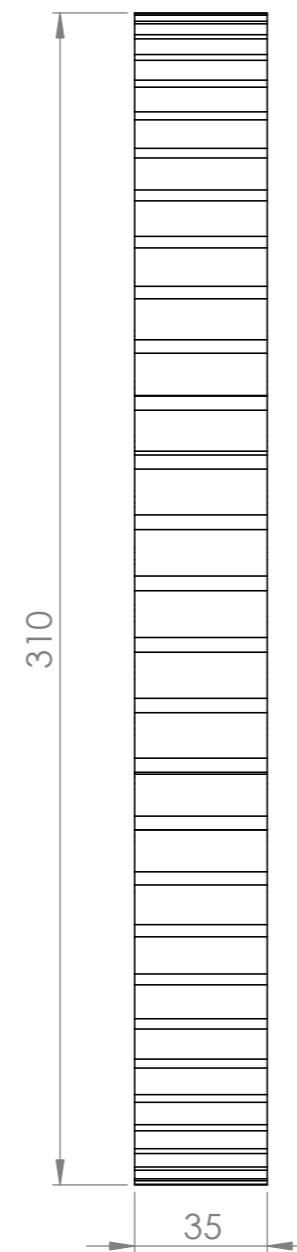
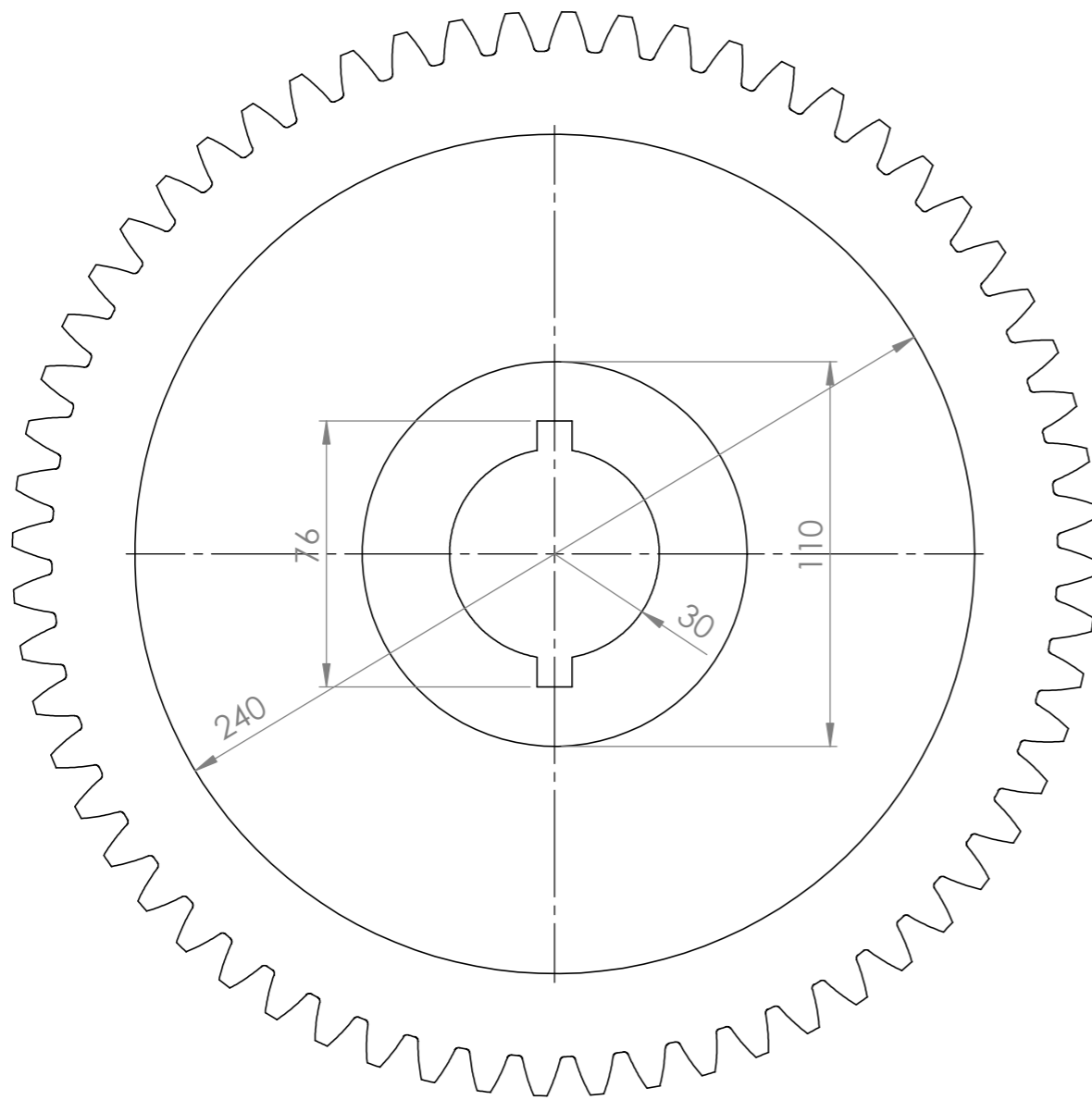
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Eje 4	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 3
upna	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 3	Nº plano: 31



Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:1
Referencia: 05/2022	Componente: Engranaje Z=12	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 3 Nº pieza: 6
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 32	

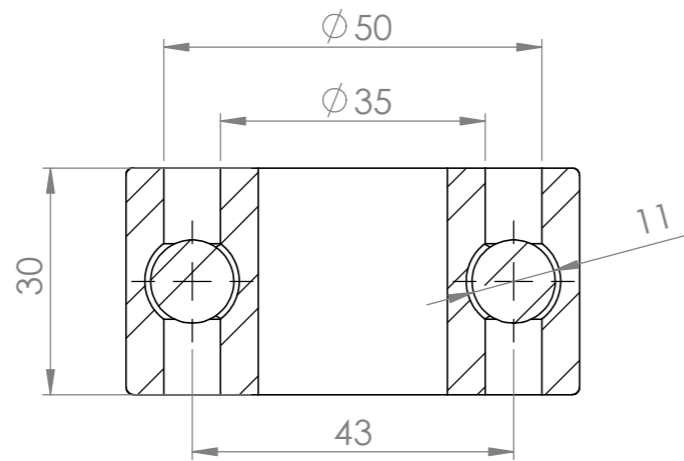


Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:2
Referencia: 05/2022	Componente: Engranaje Z=48	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 3 Nº pieza: 8
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 33	

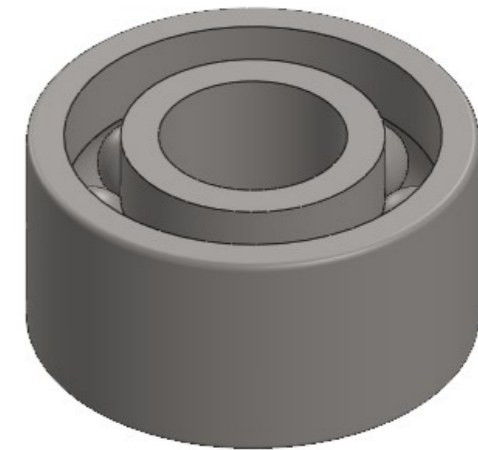
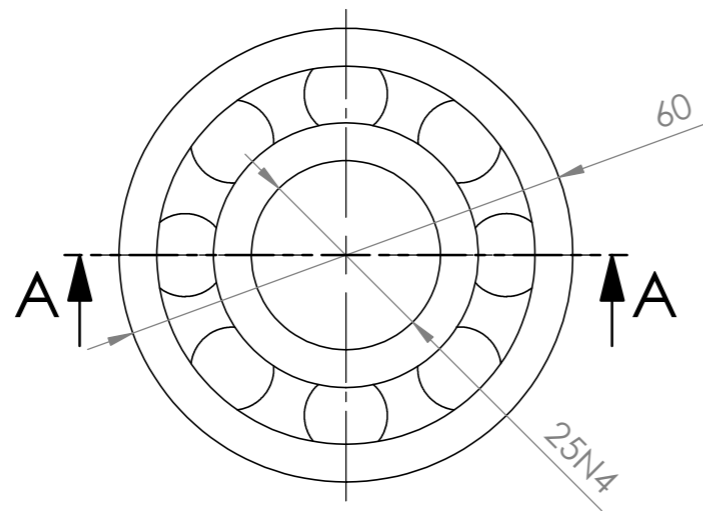


Fecha: 13/05/2022	Proyctista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:2
Referencia: 05/2022	Componente: Engranaje Z=60	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 3
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 7	Nº plano: 34

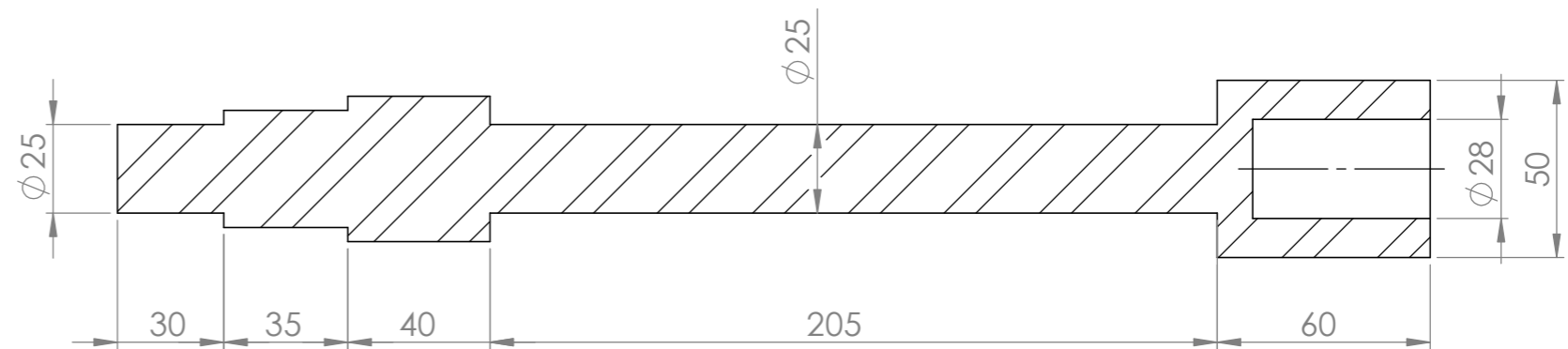
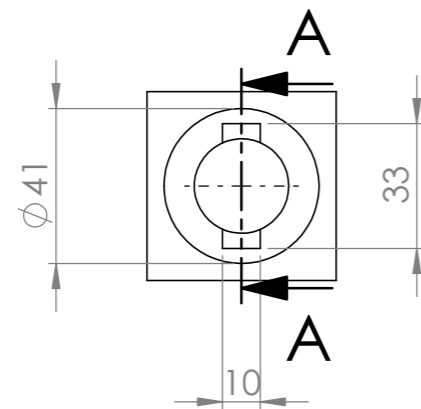
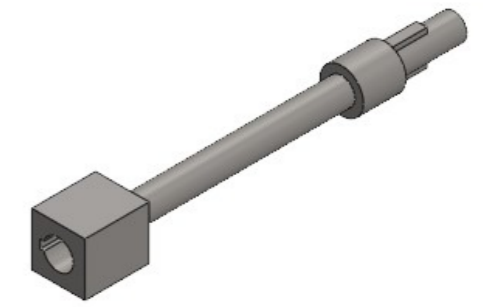





SECCIÓN A-A

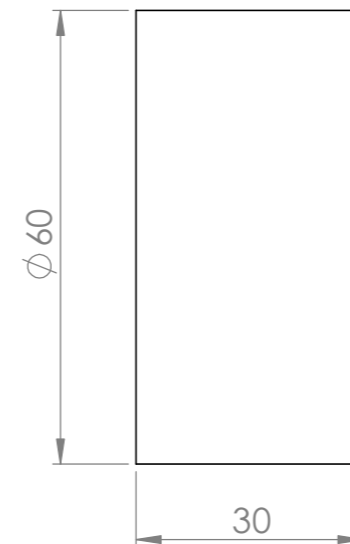
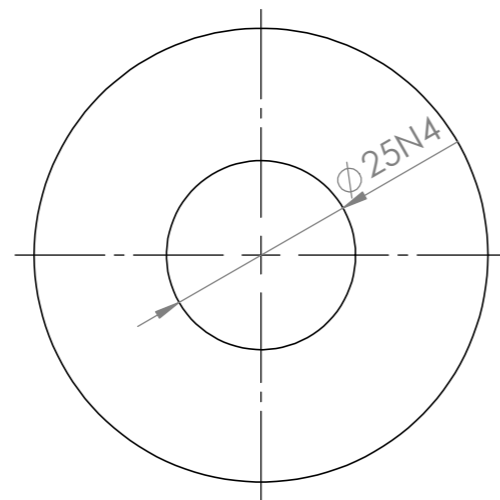
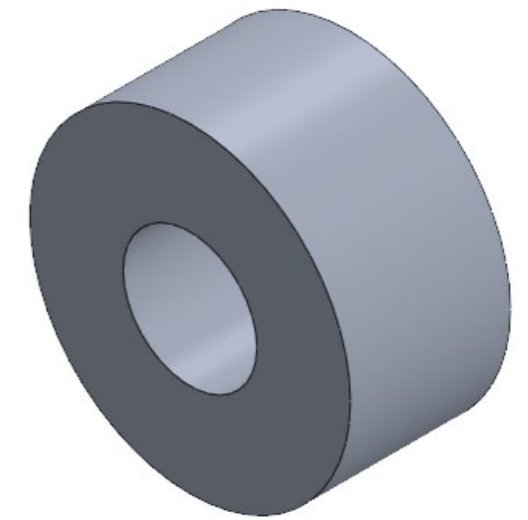


Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:1
Referencia: 05/2022	Componente: Rodamiento	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 3 Nº pieza: 10
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 35	

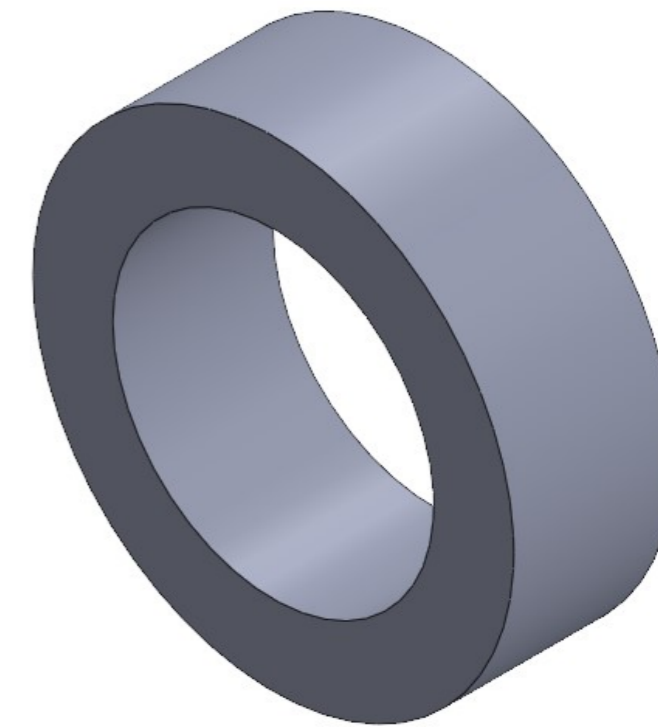
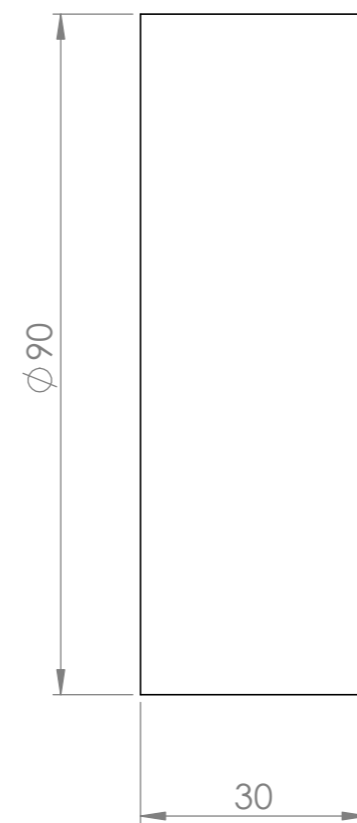
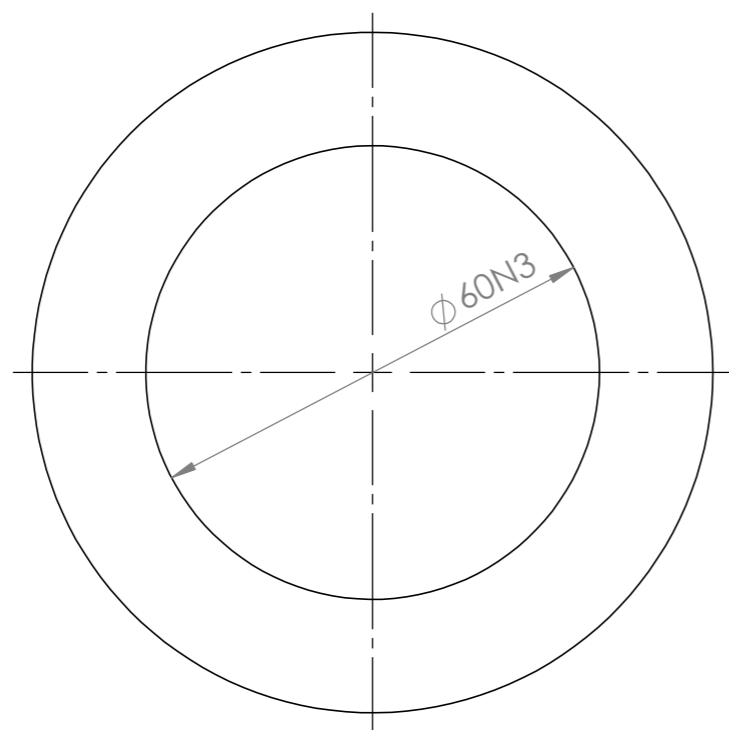


SECCIÓN A-A

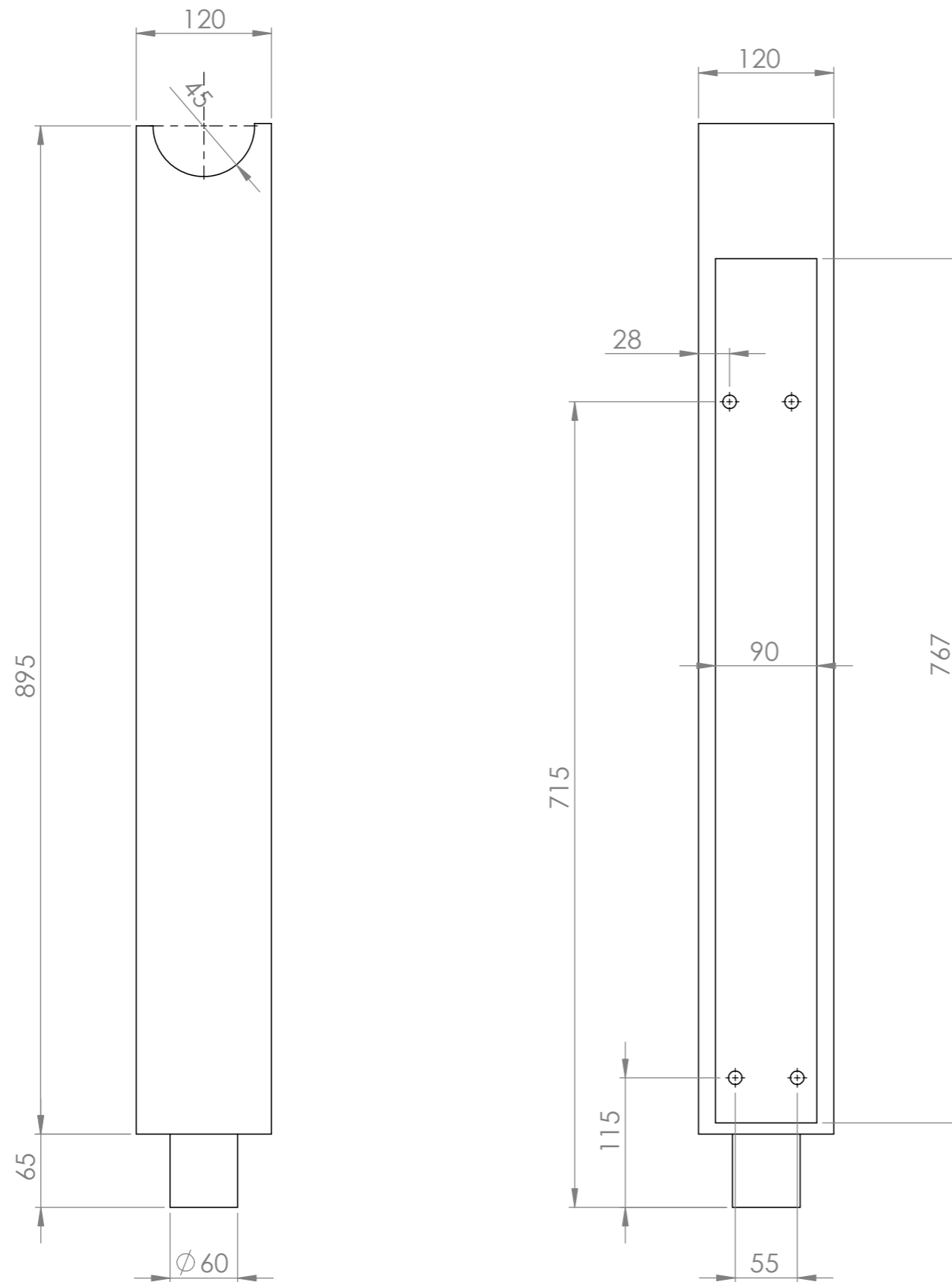
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:2
Referencia: 05/2022	Componente: Eje 1	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 3
	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 2	Nº plano: 36



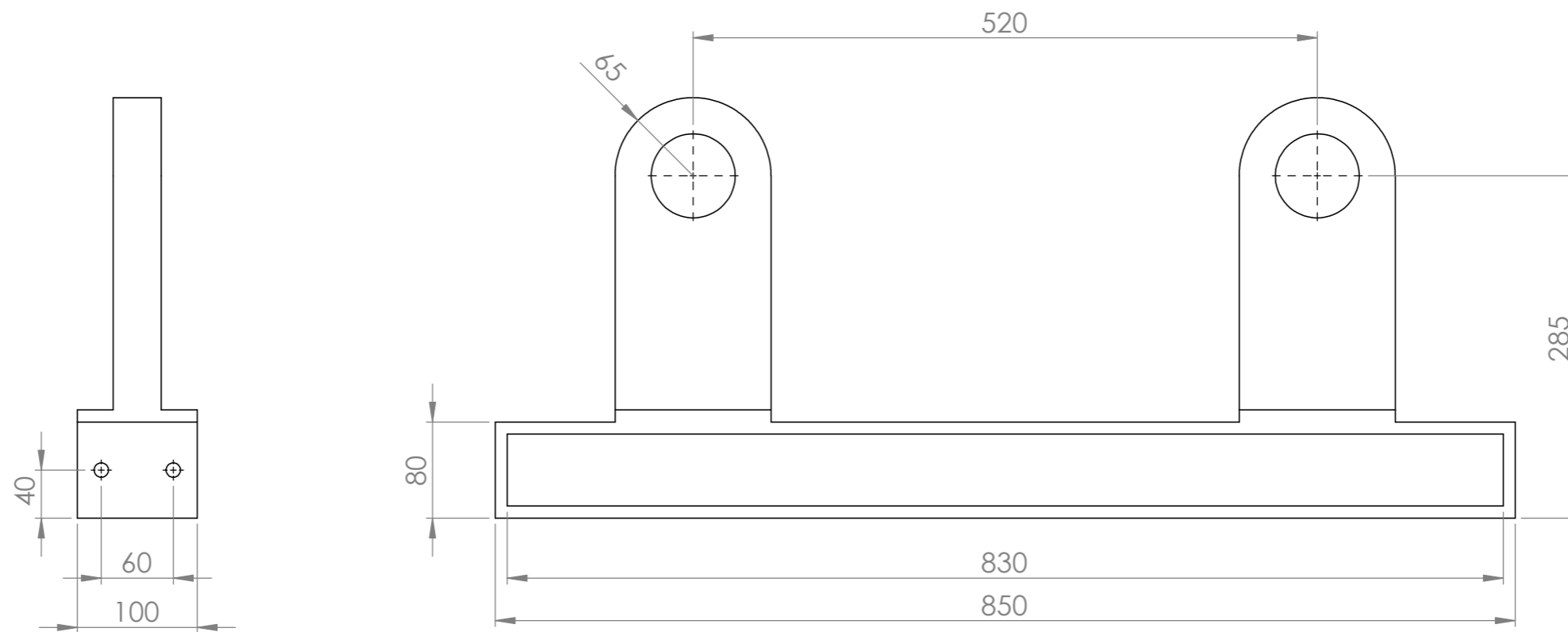
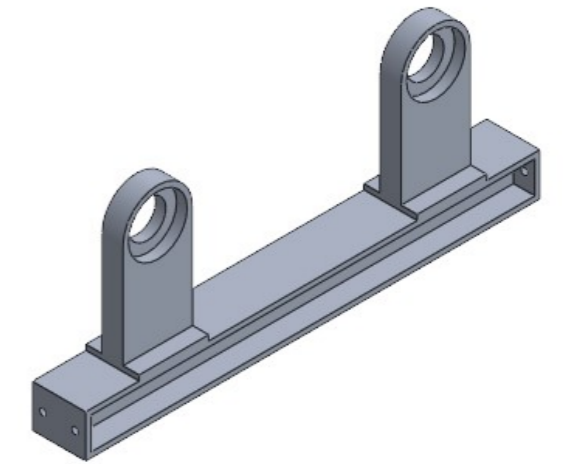
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:1
Referencia: 05/2022	Componente: Anillo de retención 1	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 3 Nº pieza: 11
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 37	



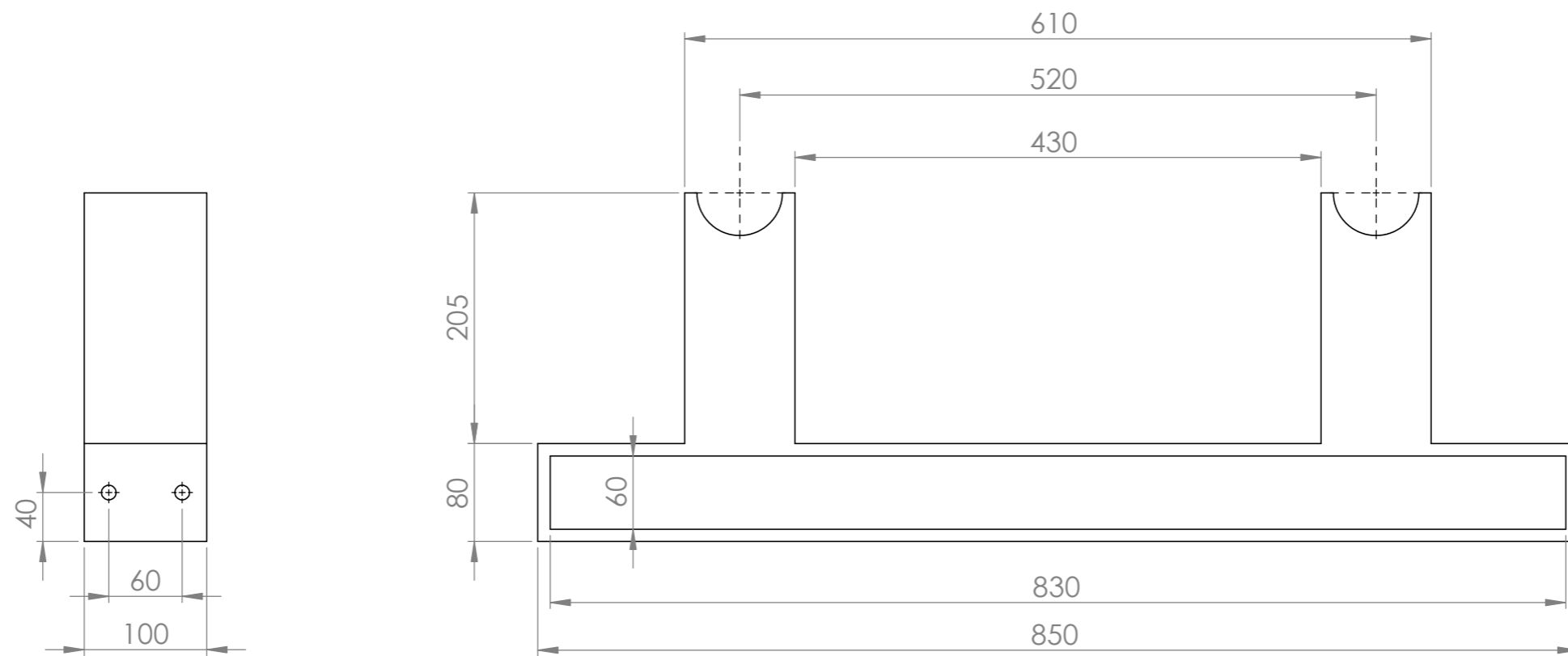
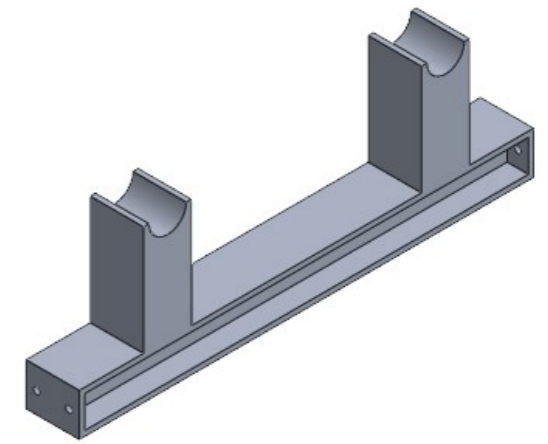
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:1
Referencia: 05/2022	Componente: Anillo de retención 2	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 3 Nº pieza: 12
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 38	



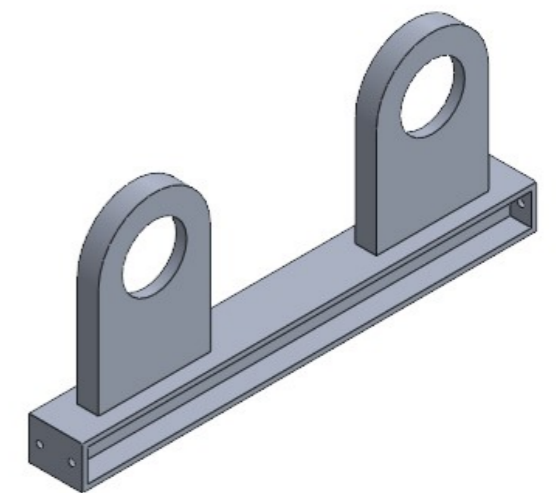
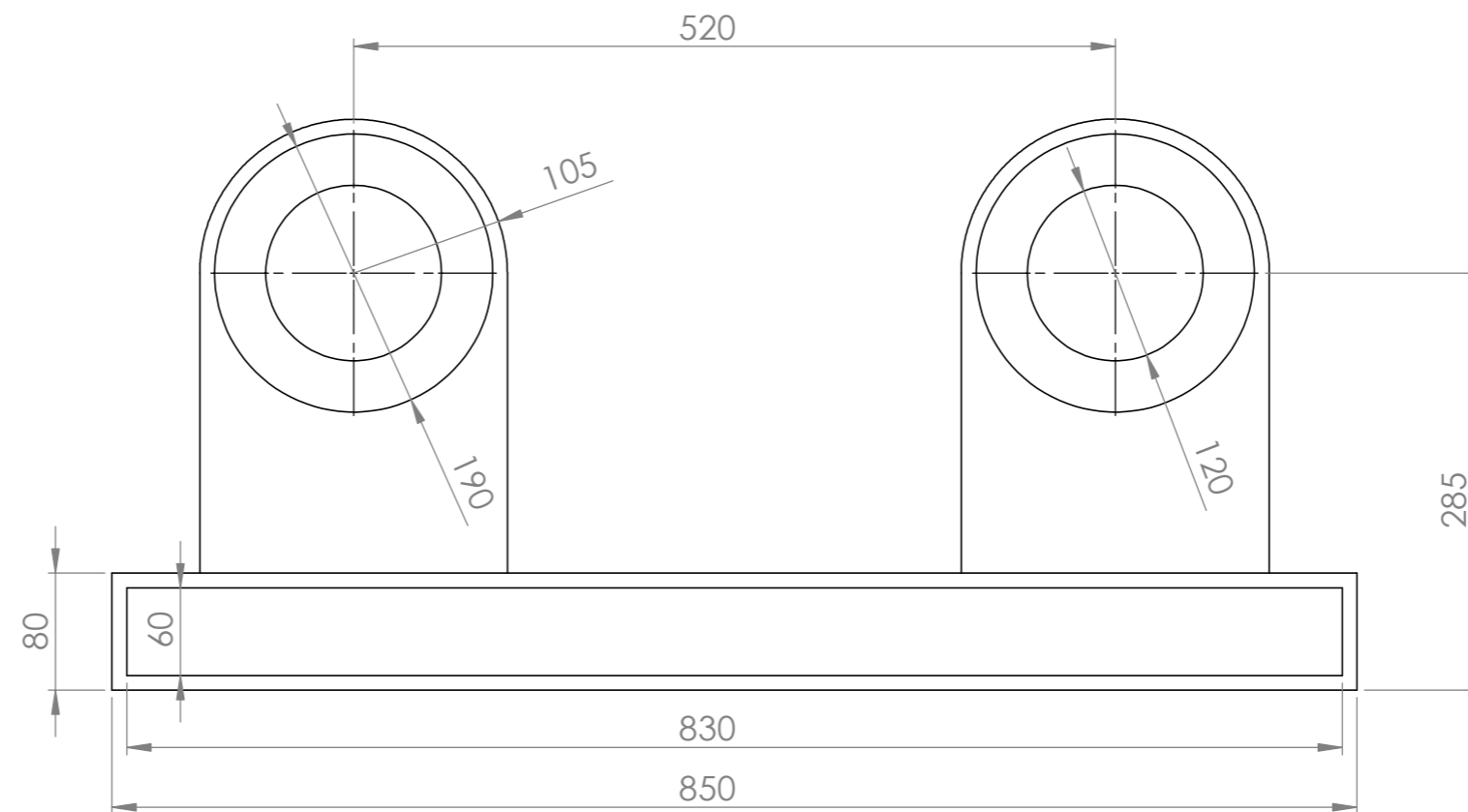
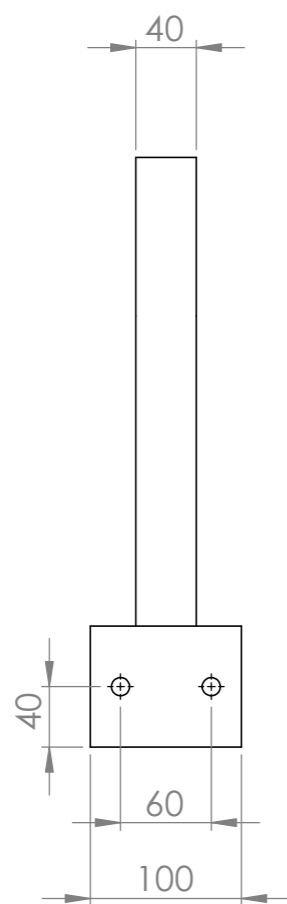
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Pilar cilindro de inyección	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 4 Nº pieza: 11
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 39	



Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Apoyo cilindro de apoyo delantero	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 4
upna	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 7	
			Nº plano: 40

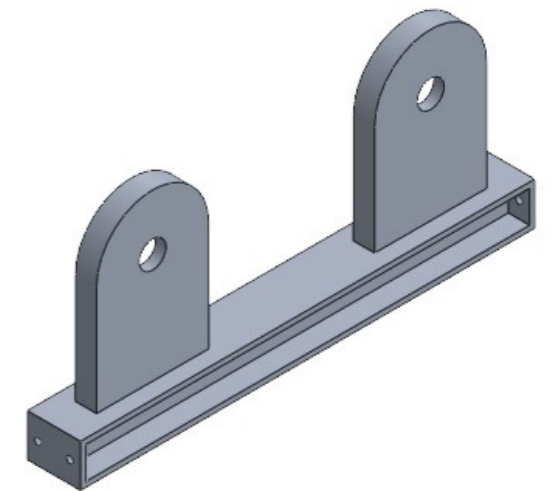
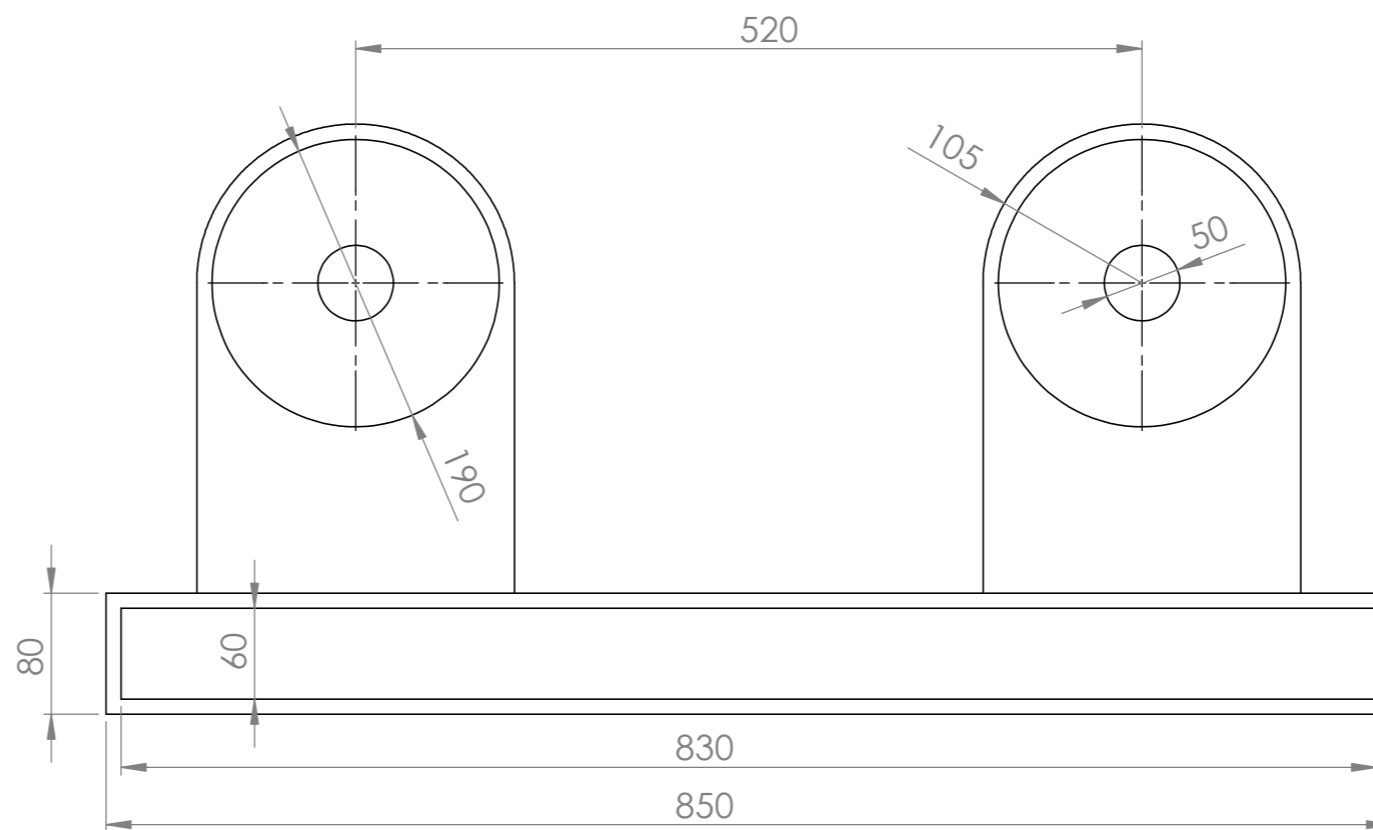
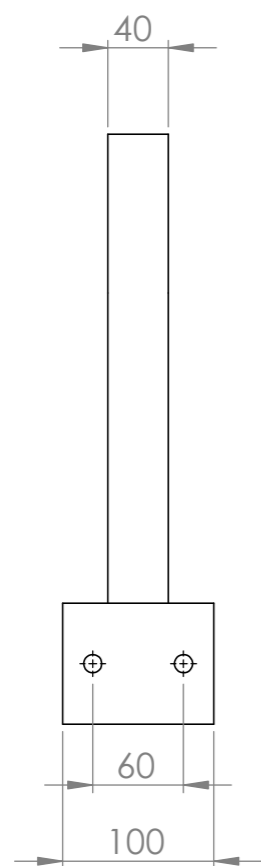


Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Apoyo cilindro de apoyo trasero	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 4 Nº pieza: 8
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.		Nº plano: 41

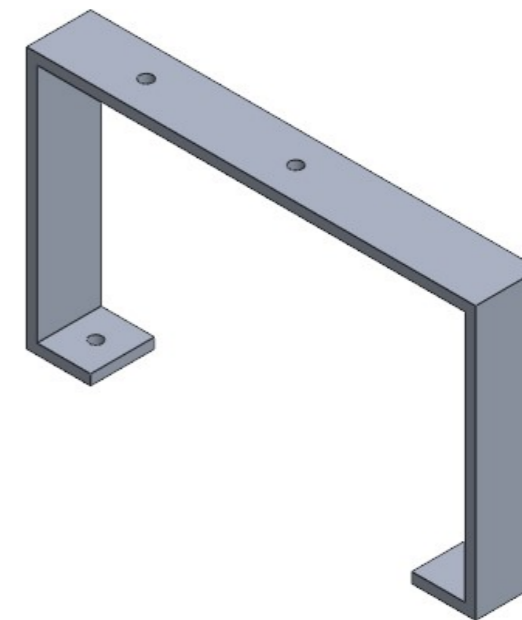
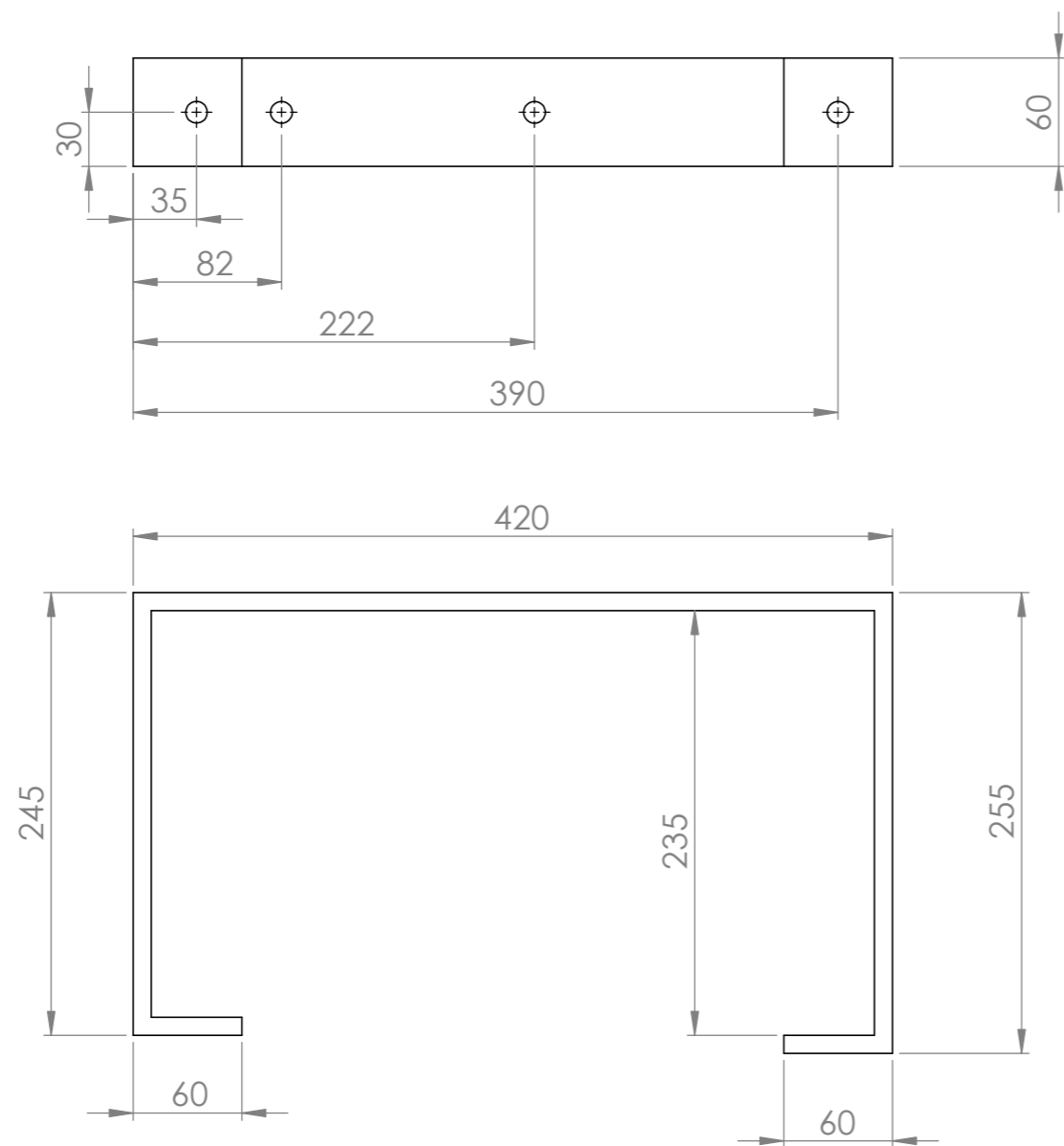


Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Apoyo delantero cilindro actuador	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 4
upna	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 5	Nº plano: 42

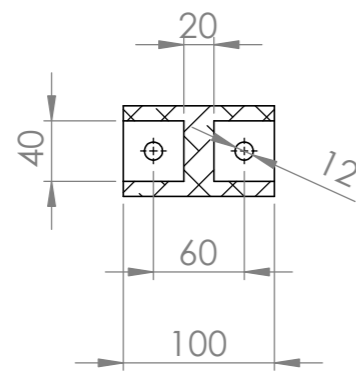
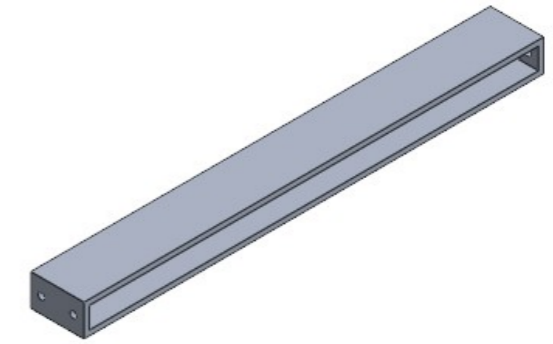




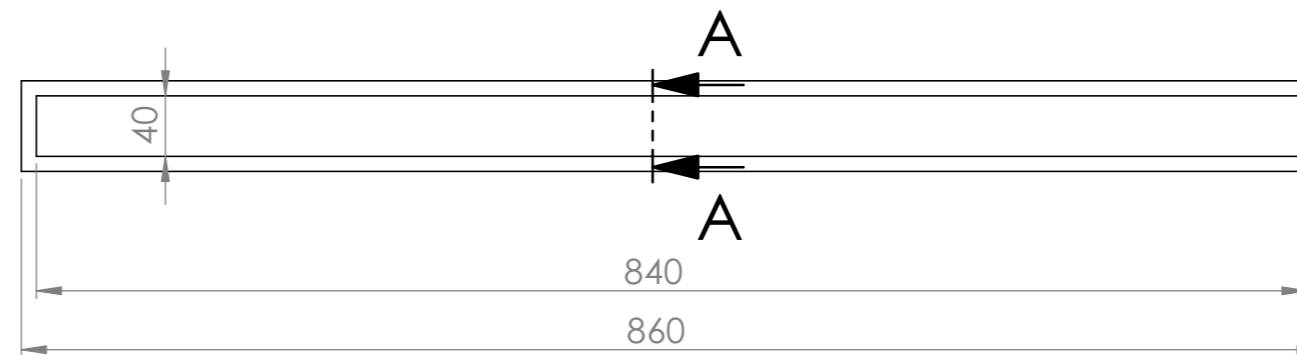
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Apoyo trasero cilindro actuador	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 4 Nº pieza: 6
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 43	



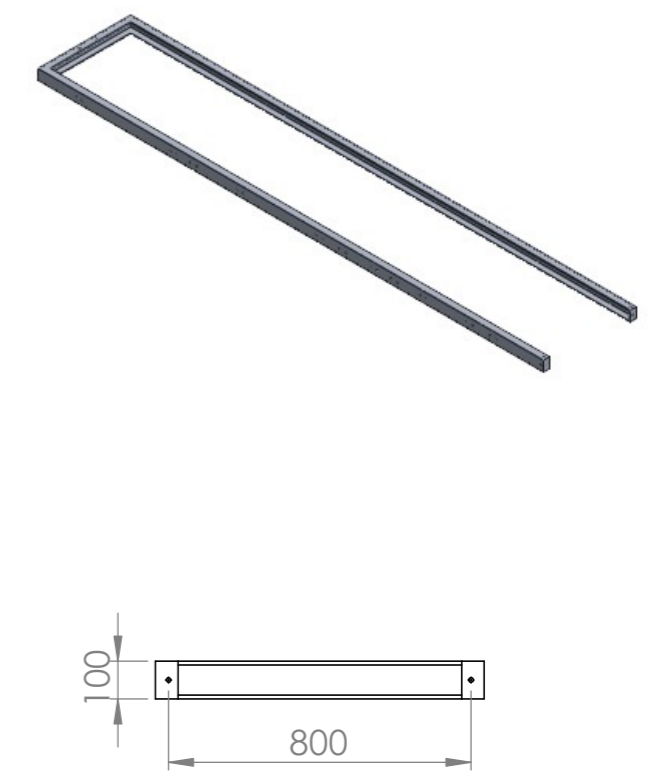
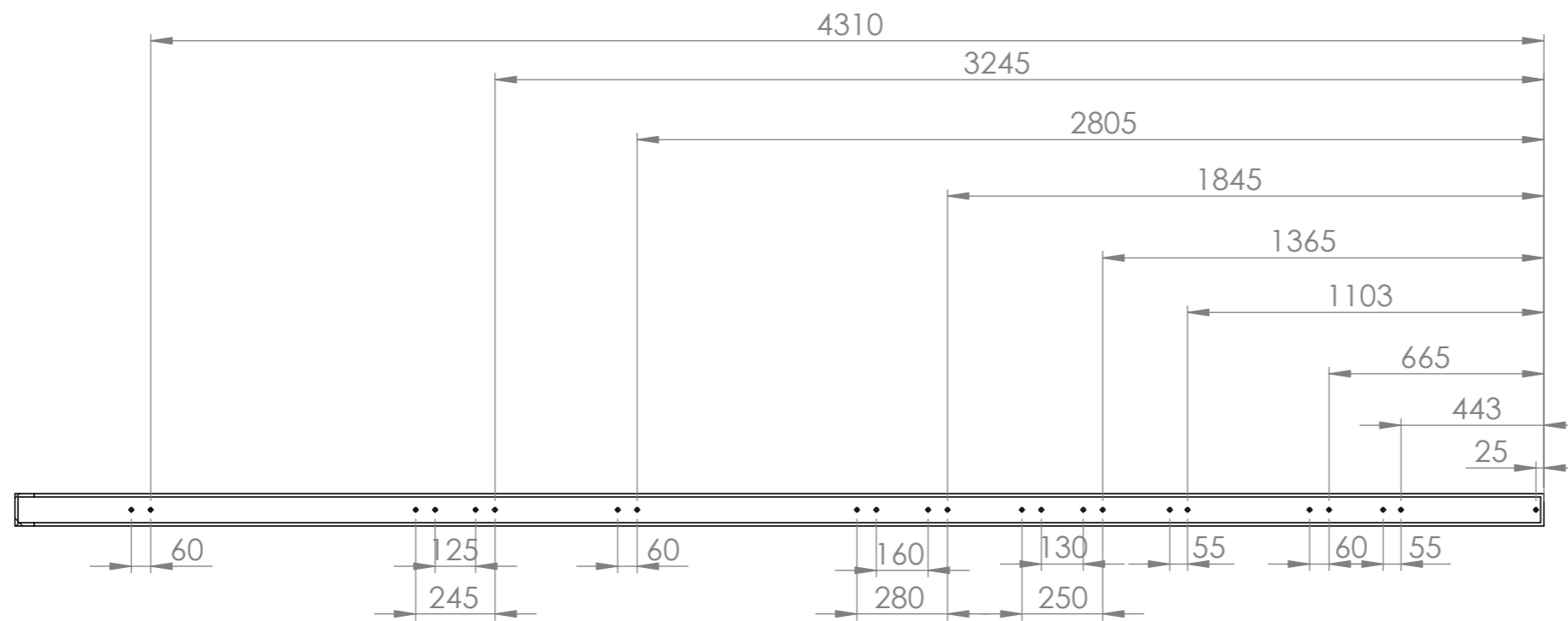
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Apoyo motor	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 4 Nº pieza: 13
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 44	



SECCIÓN A-A



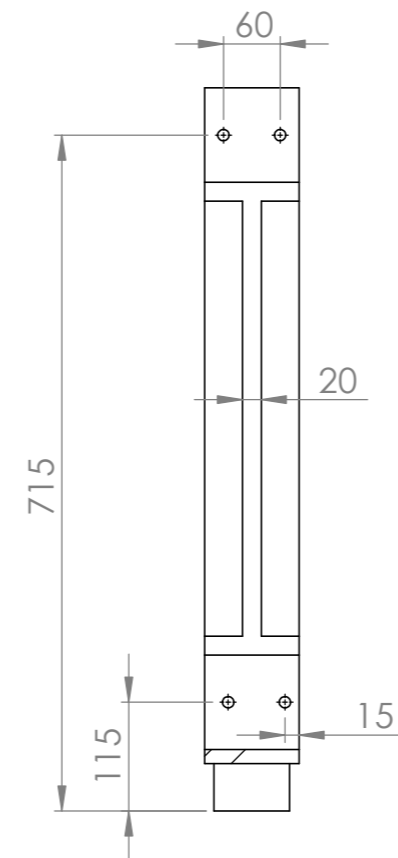
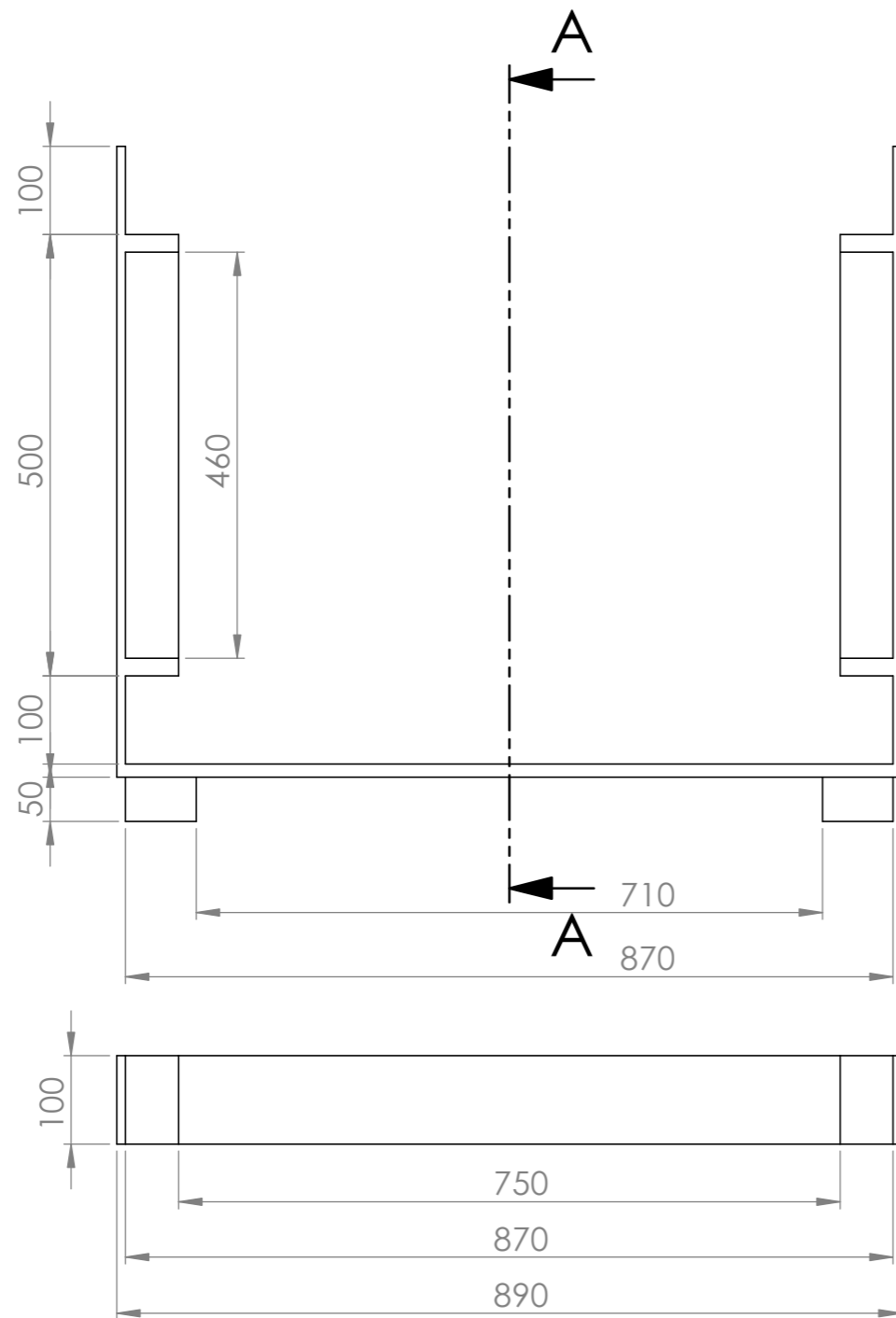
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Apoyos reductora	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 4
upna	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 4	
		Nº plano: 45	



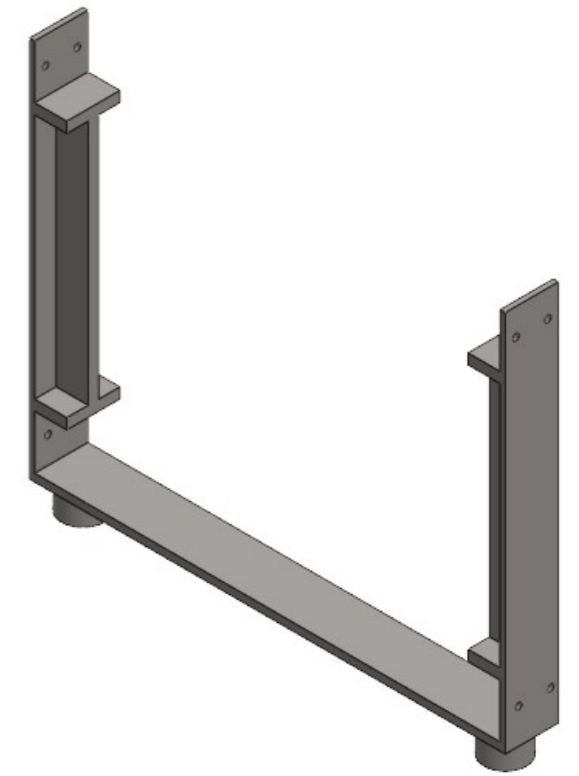
SECCIÓN A-A



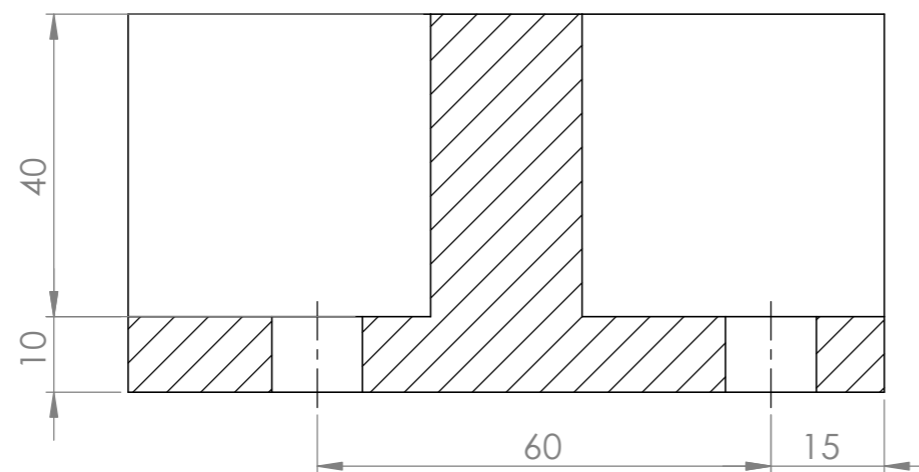
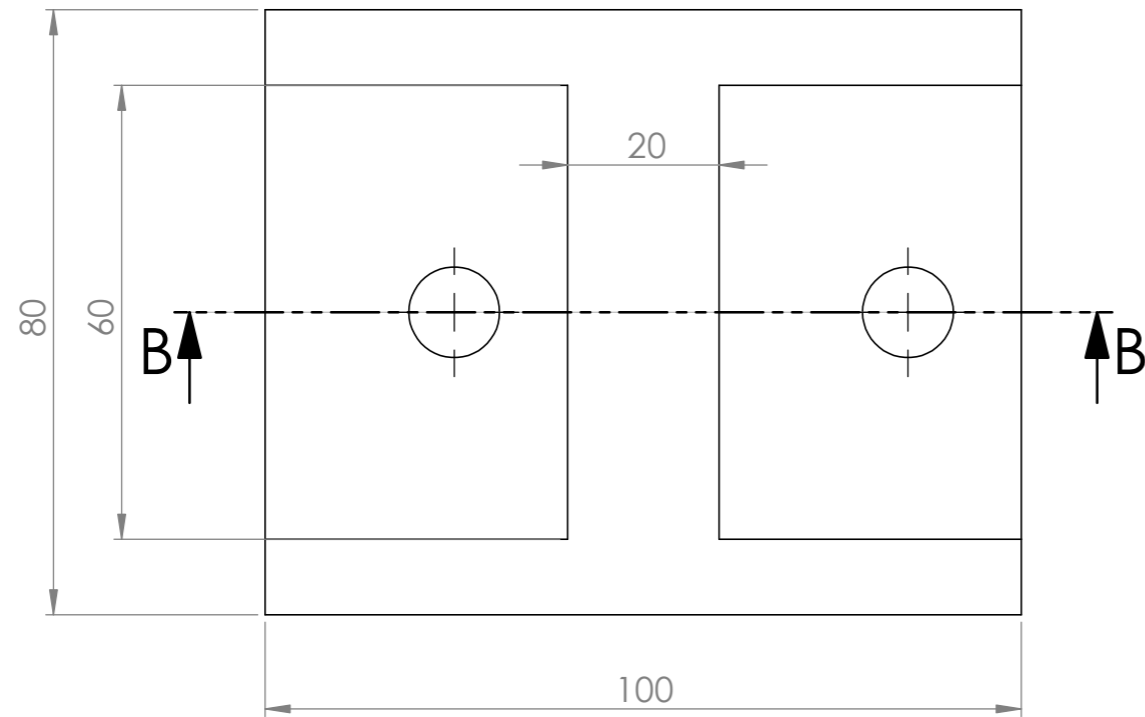
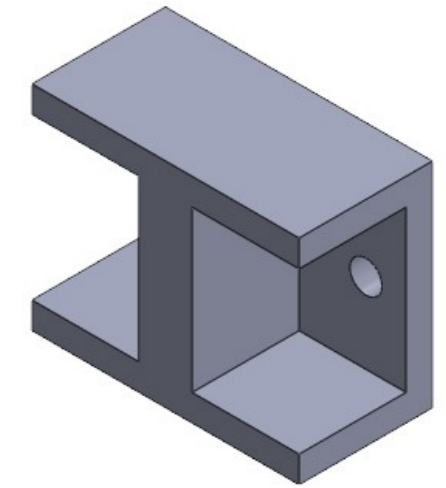
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:20
Referencia: 05/2022	Componente: Cuadrante superior/inferior unidad de inyección	Material: Aluminio 1060	Nº Subensamblaje: 4
upna	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 1	
			Nº plano: 46



SECCIÓN A-A

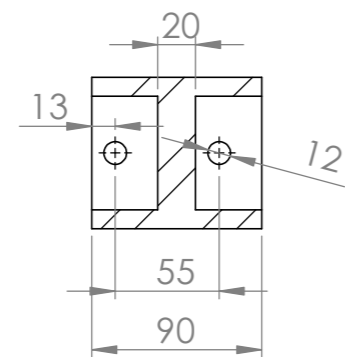
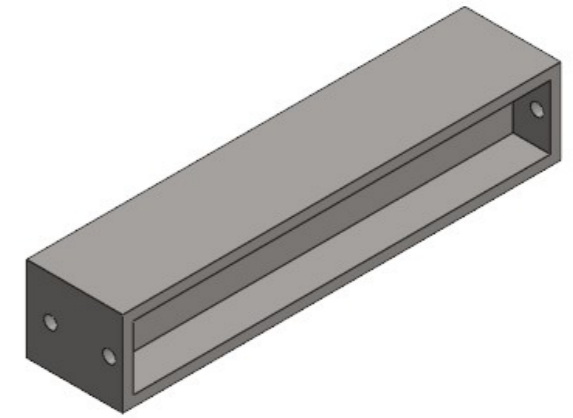


Fecha: 13/05/2022	Proyctista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:8
Referencia: 05/2022	Componente: Pilares de unión	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 4/5 Nº pieza: 2/2
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 47	

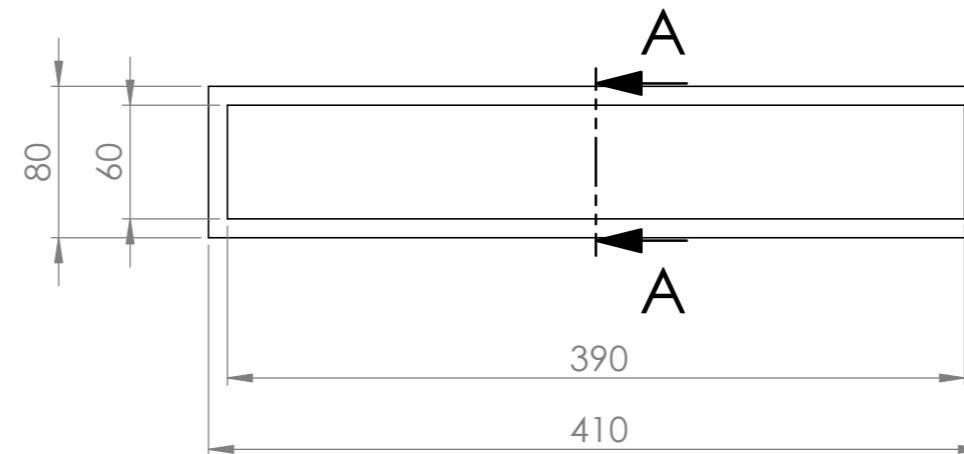



SECCIÓN B-B

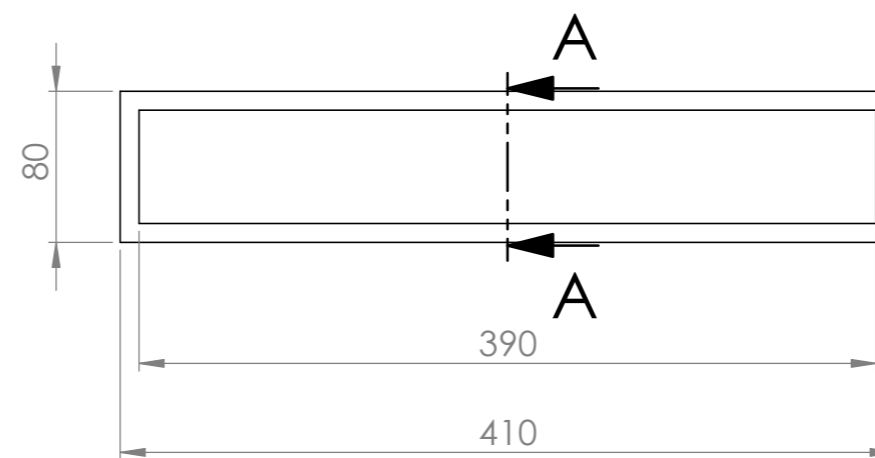
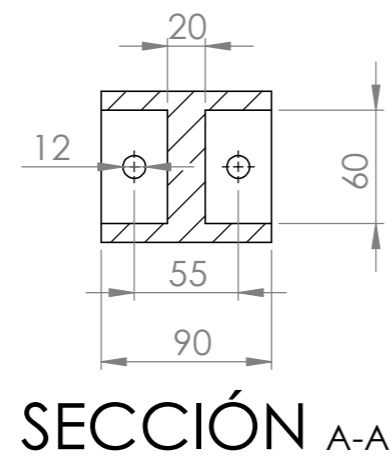
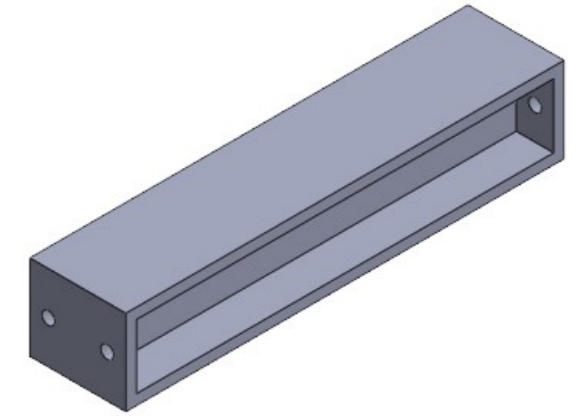
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:1
Referencia: 05/2022	Componente: Rigidizador	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 4/5 Nº pieza: 12/11
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 48	



SECCIÓN A-A

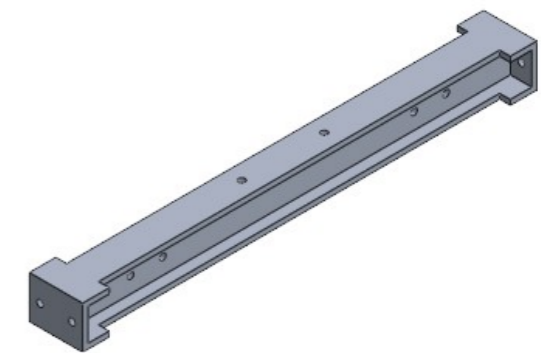
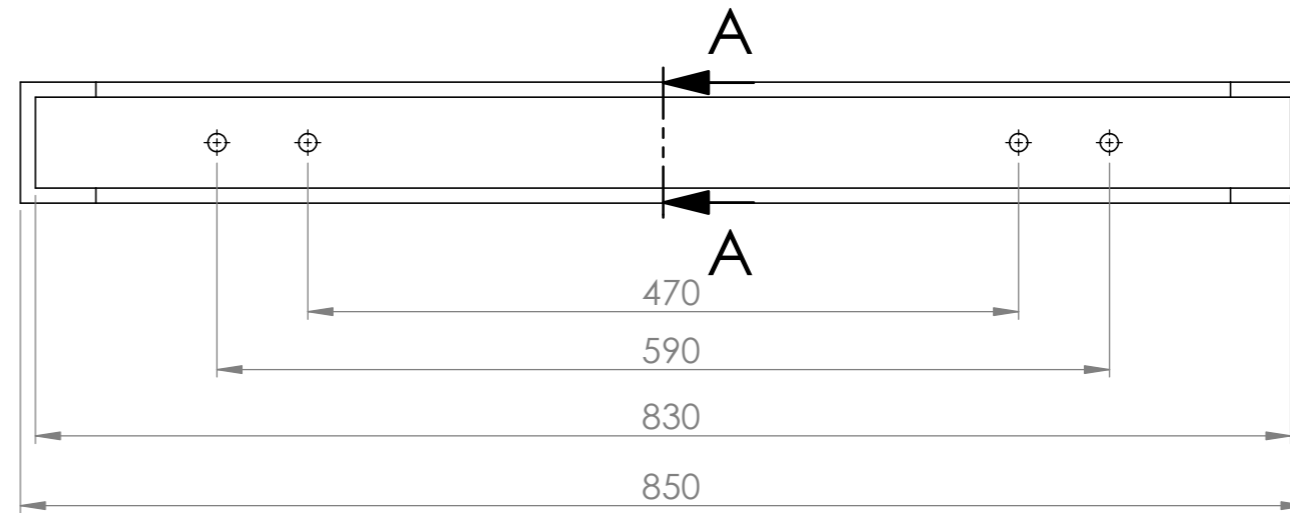
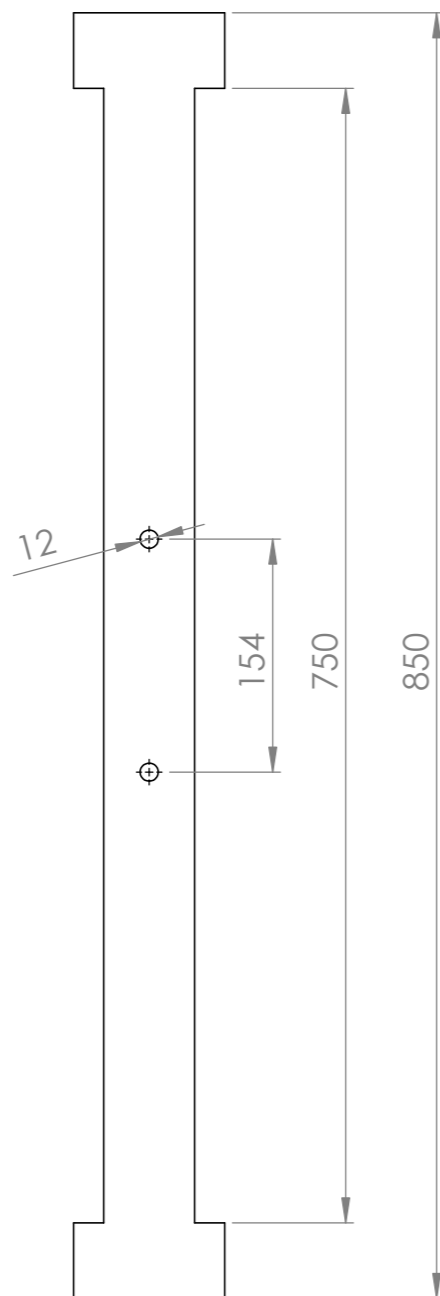
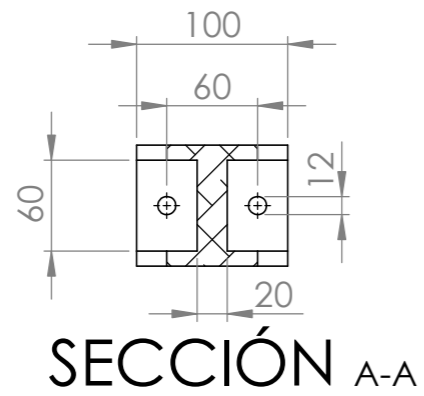


Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Viga superior cilindro de inyección	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 4
	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 9	Nº plano: 49

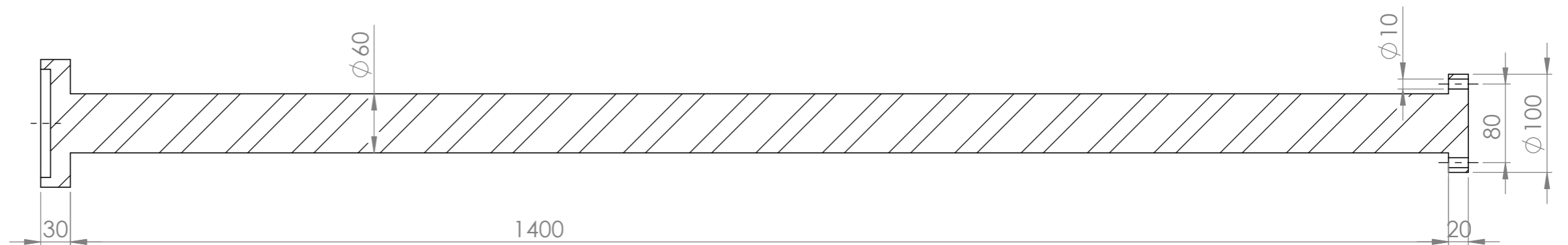
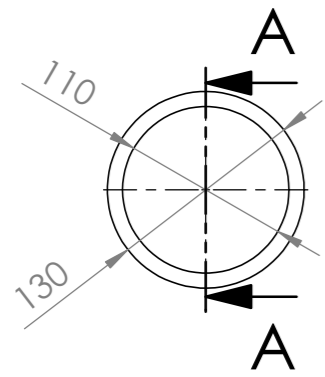
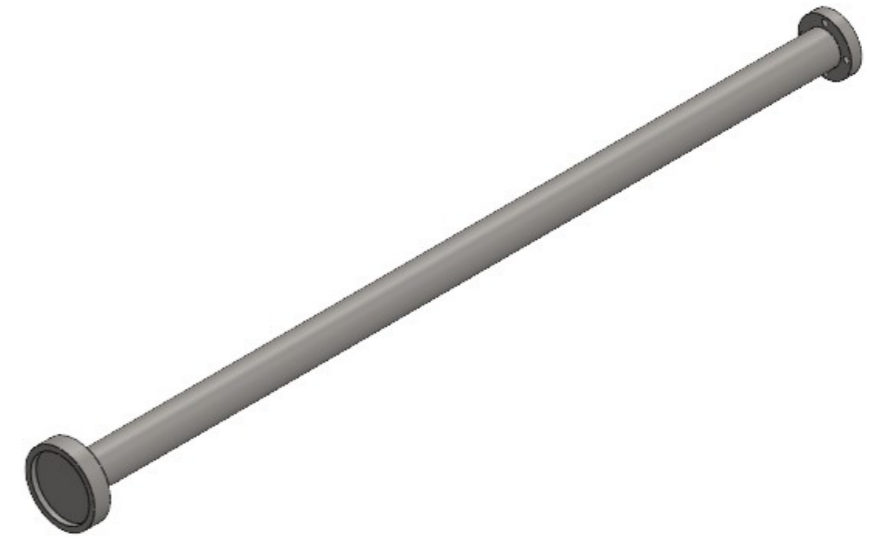


Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Viga inferior cilindro de inyección	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 10
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 50	



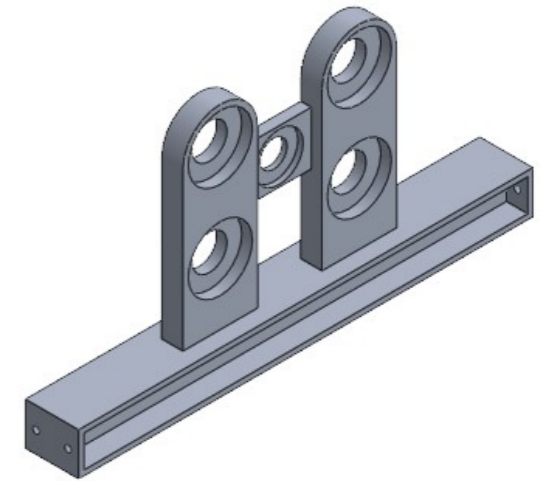
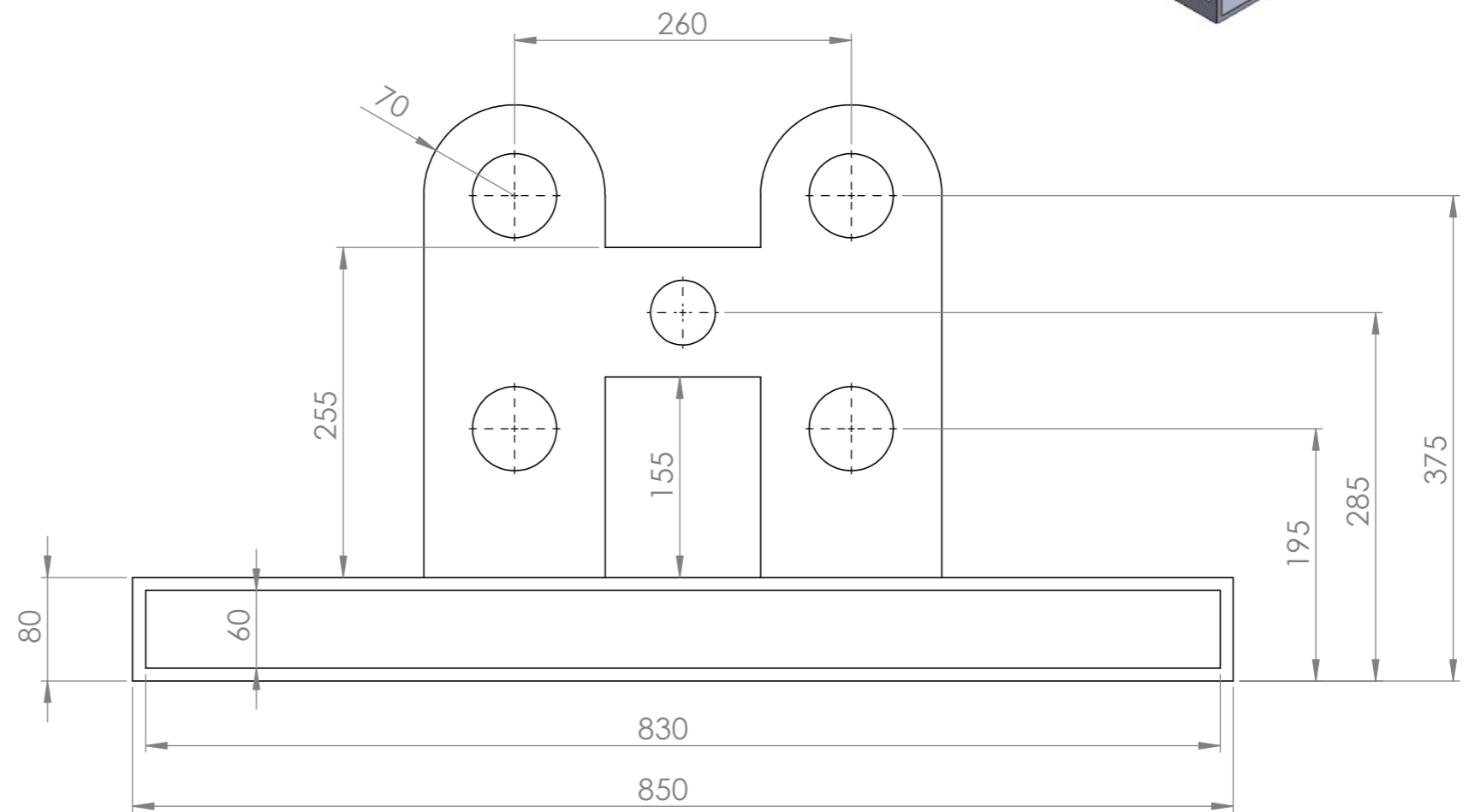
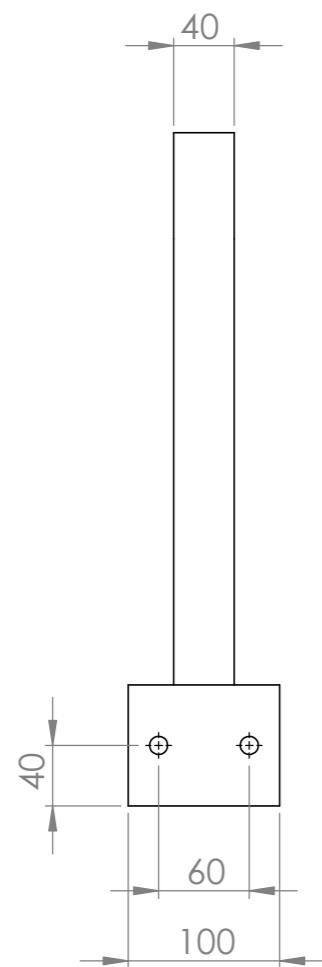


Fecha: 13/05/2022	Proyctista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Vigas reductora	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 4 Nº pieza: 3
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 51	

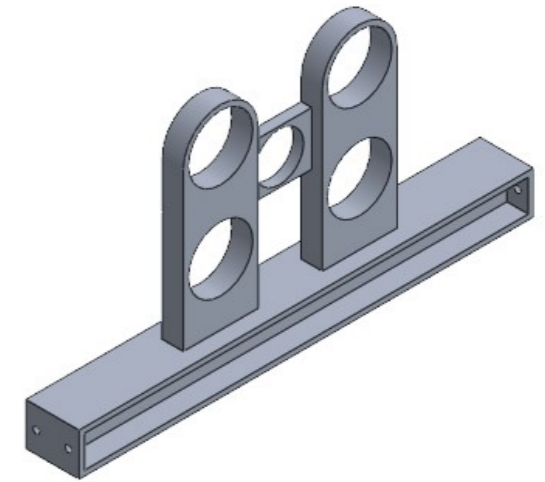
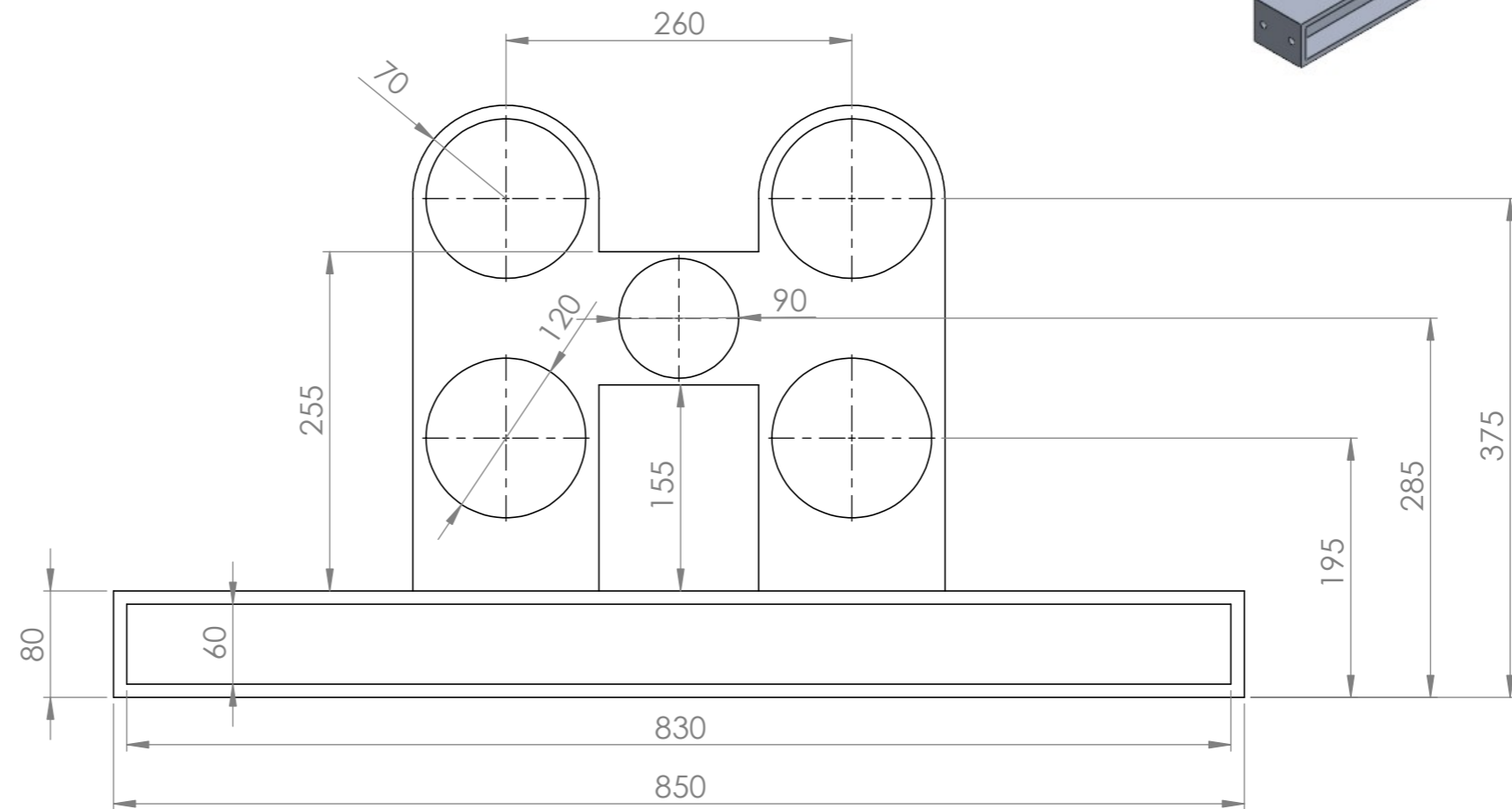
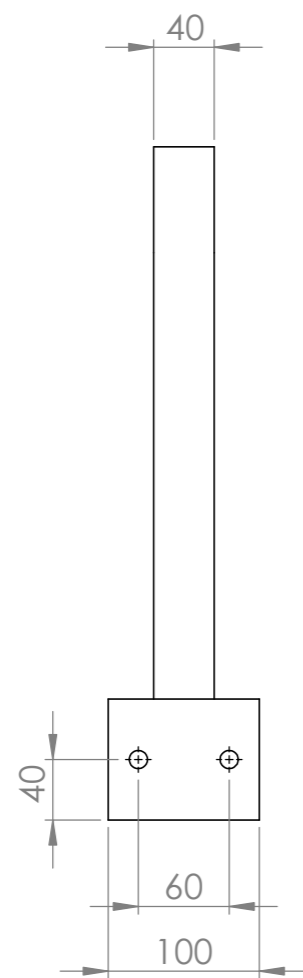


### SECCIÓN A-A

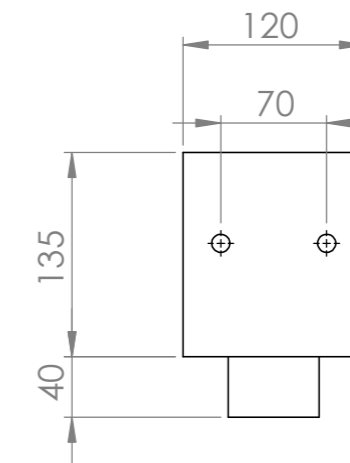
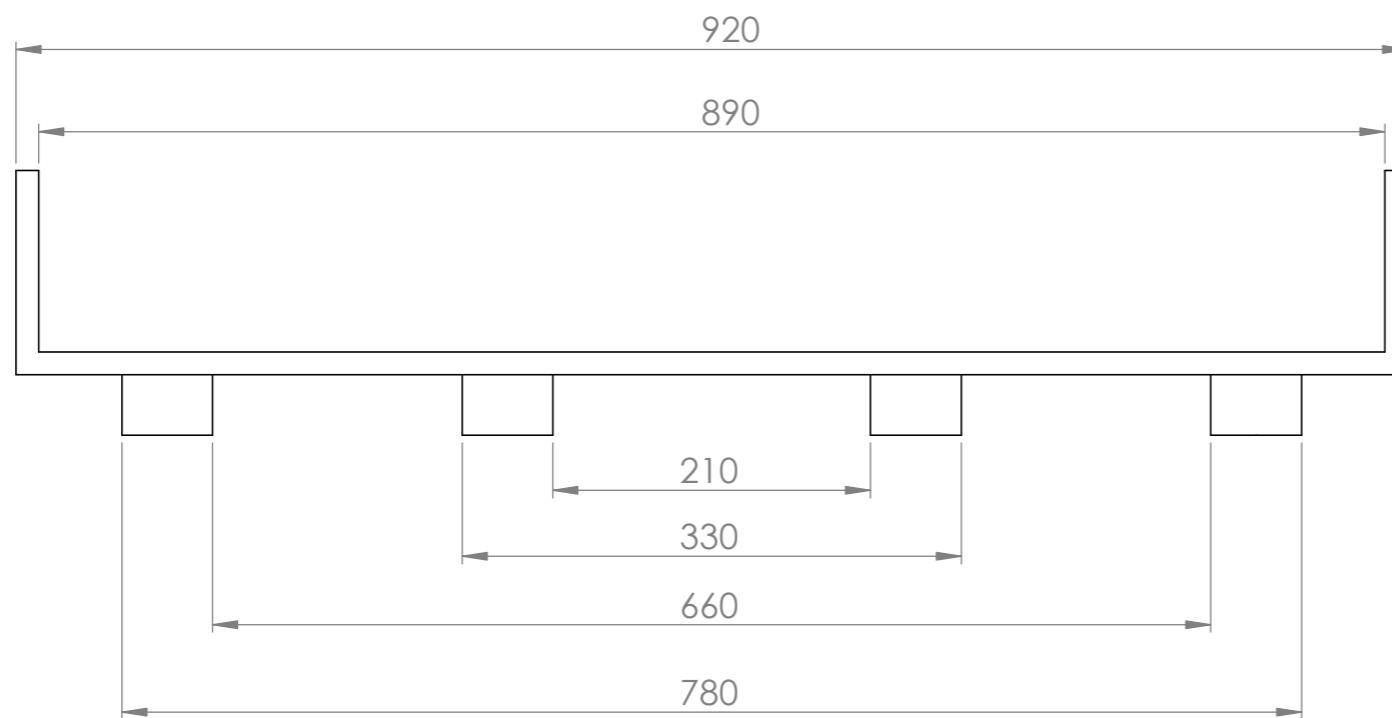
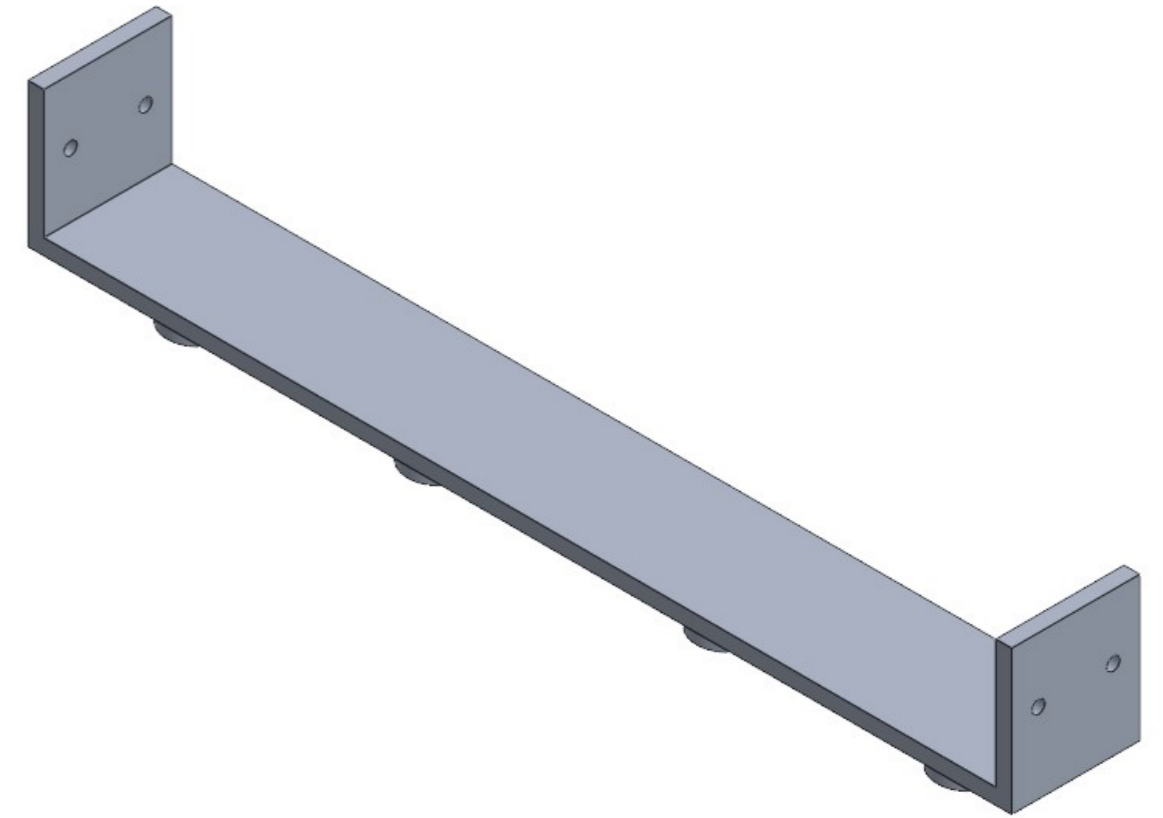
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Barras cilindros de apoyo	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 24
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 52	



Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Apoyo delantero cilindro de cierre	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 9
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 53	



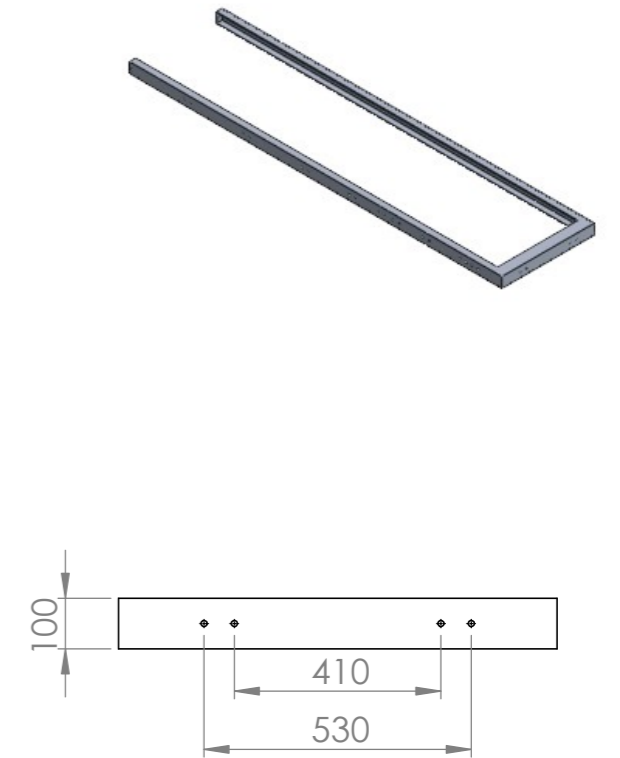
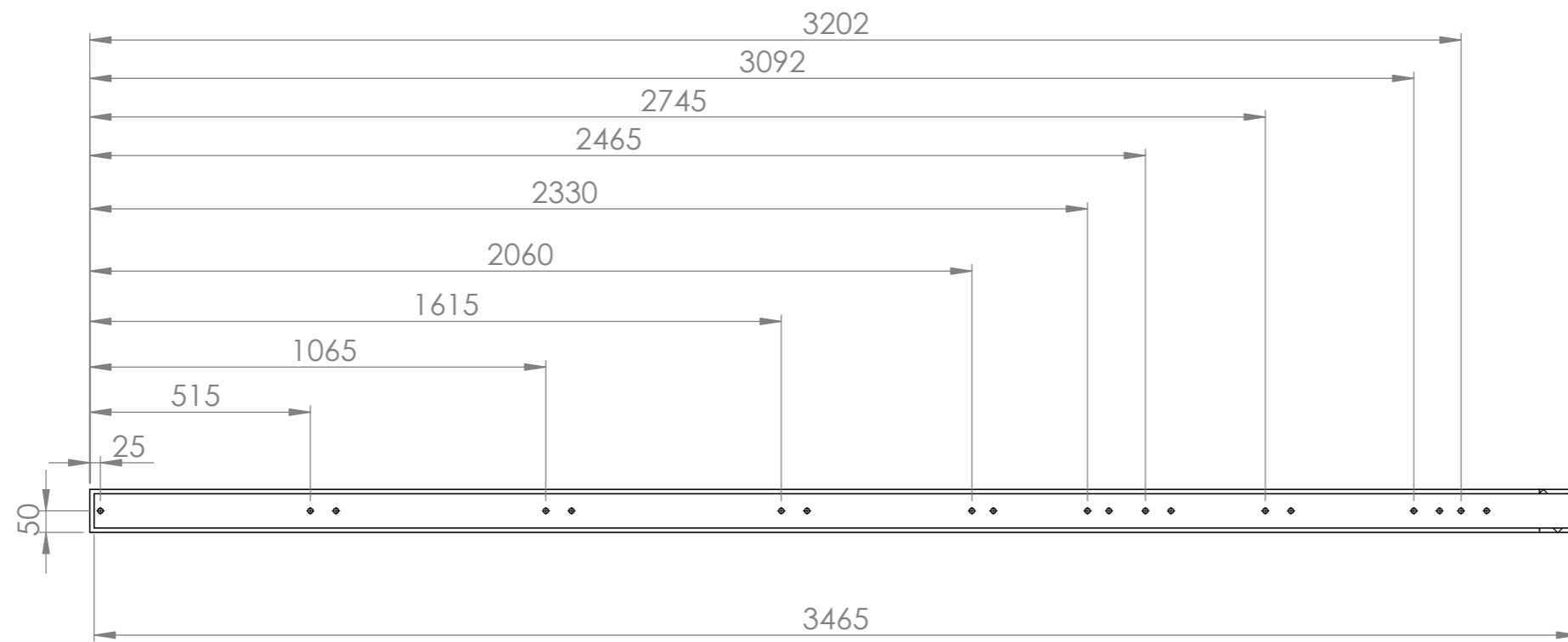
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Apoyo trasero cilindro de cierre	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 10
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 54	



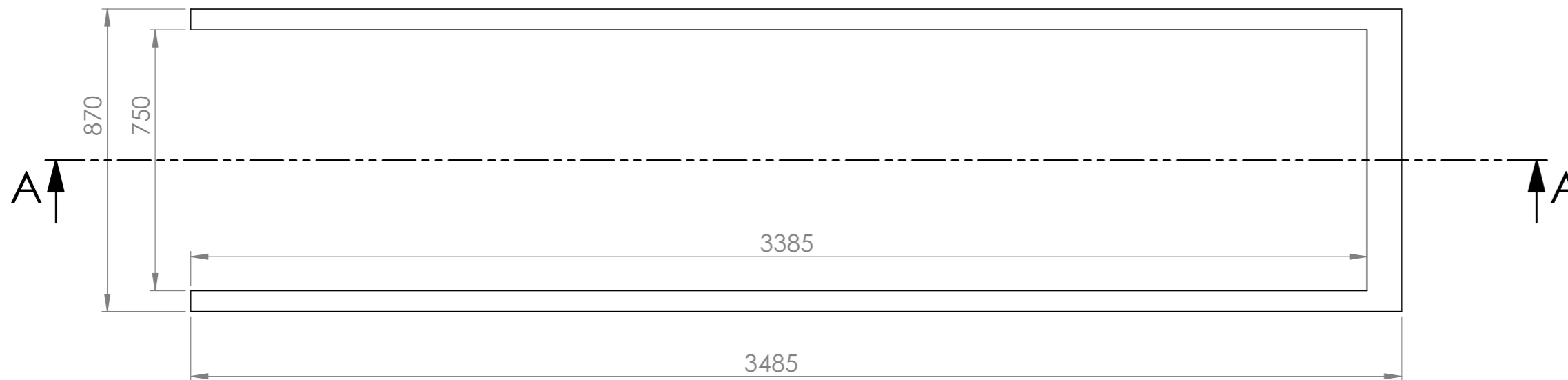
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Apoyo viga inferior	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 22
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 55	



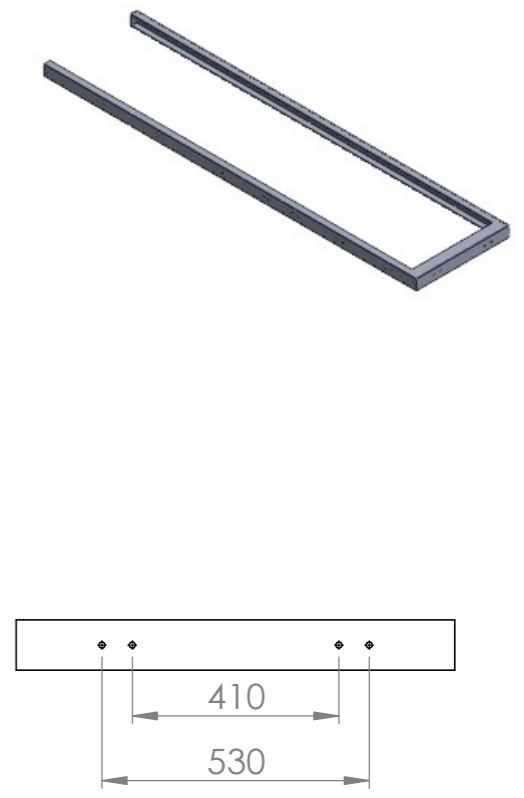
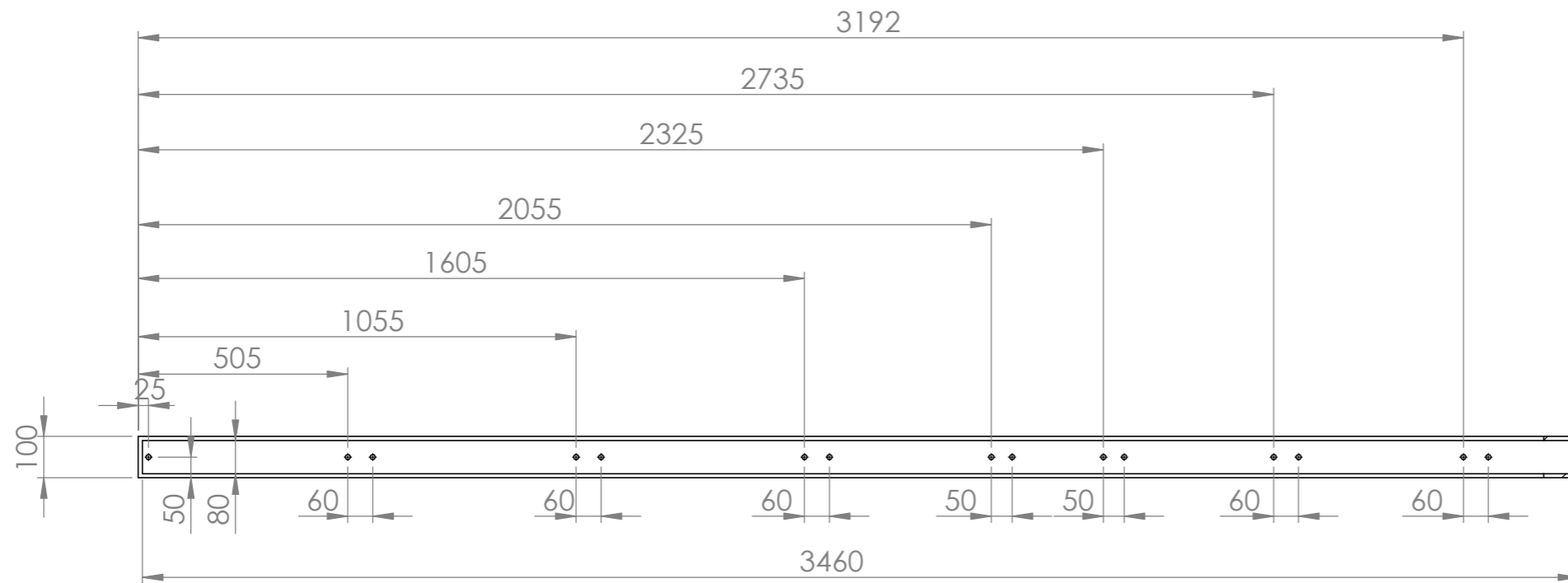
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:10
Referencia: 05/2022	Componente: Barra cilindro de apoyo	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 23
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 56	



SECCIÓN A-A



Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:15
Referencia: 05/2022	Componente: Cuadrante superior unidad de cierre	Material: Aluminio 1060	Nº Subensamblaje: 5
upna	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 1	Nº plano: 57



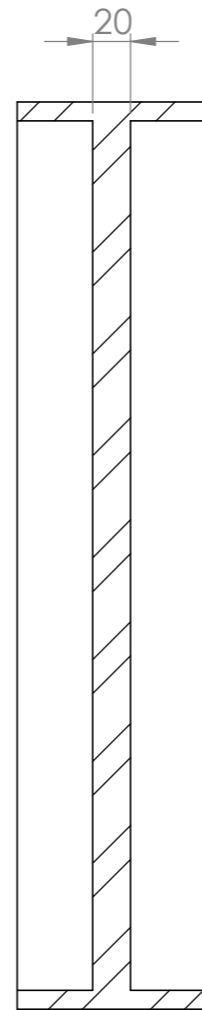
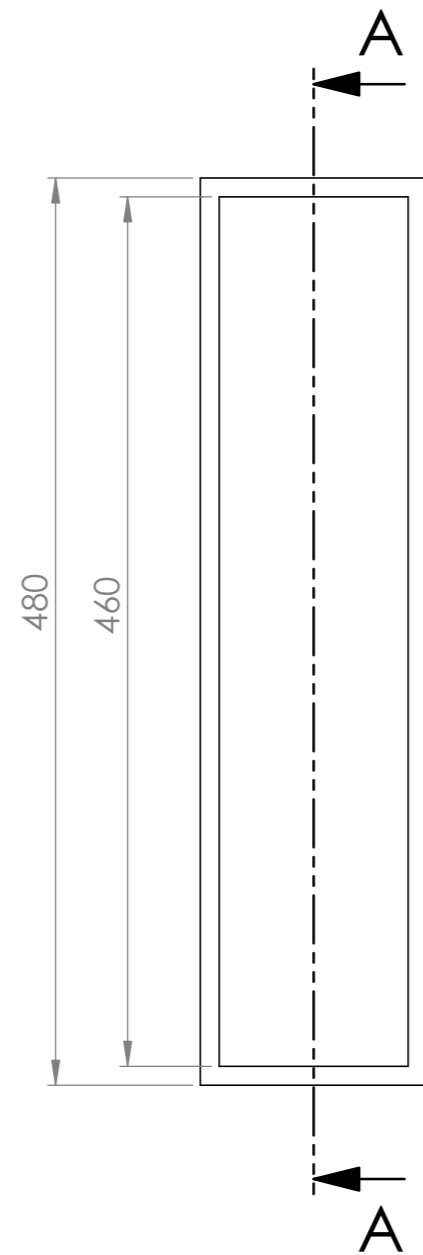
SECCIÓN A-A



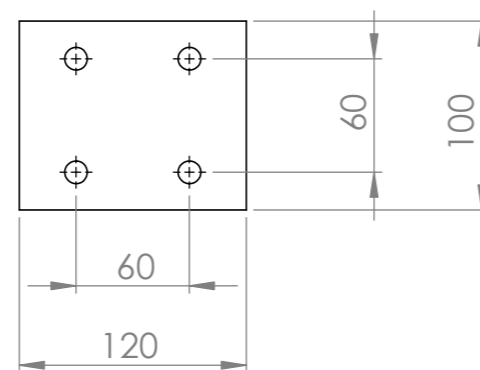
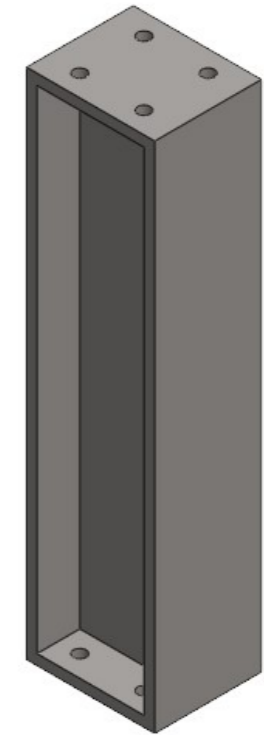
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:15
Referencia: 05/2022	Componente: Cuadrante inferior unidad de cierre	Material: Aluminio 1060	Nº Subensamblaje: 5
upna	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 3	Nº plano: 58



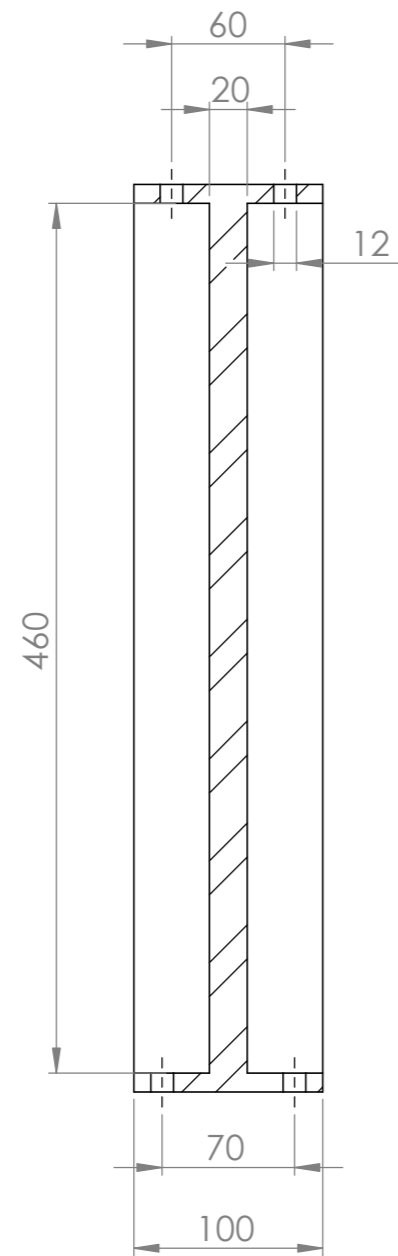




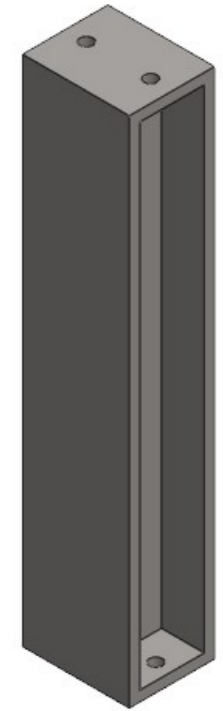
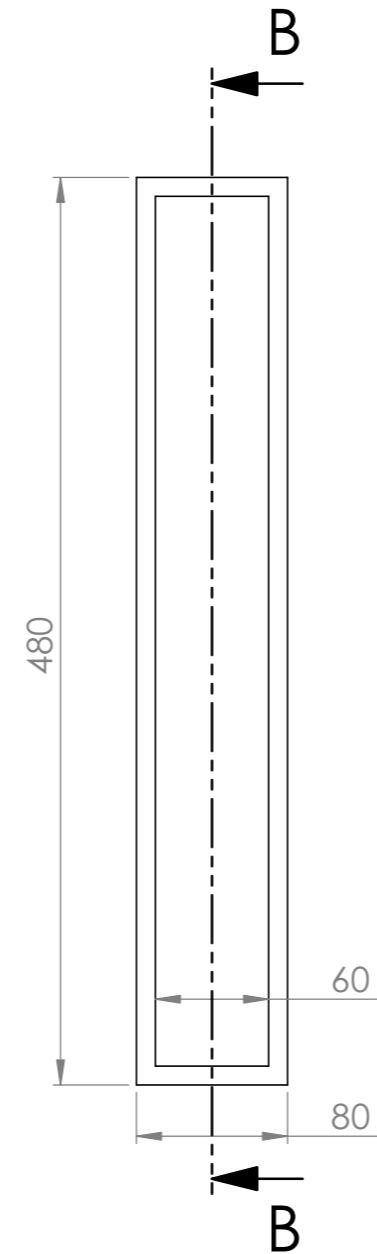
SECCIÓN A-A



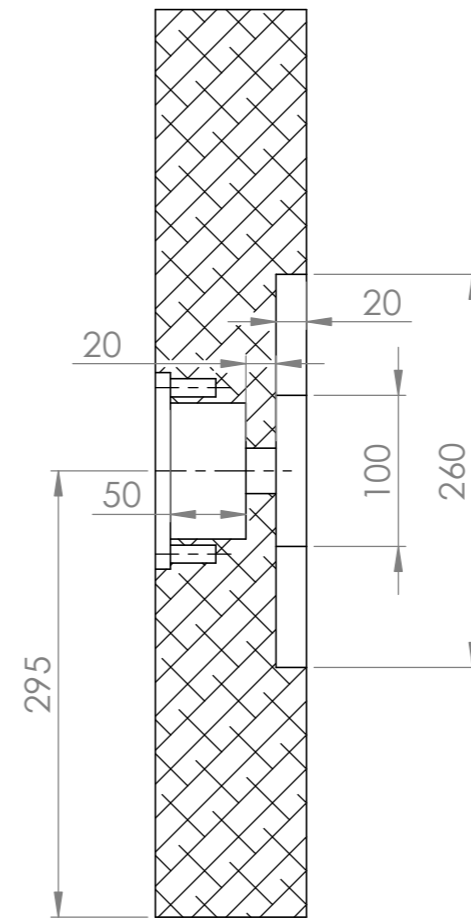
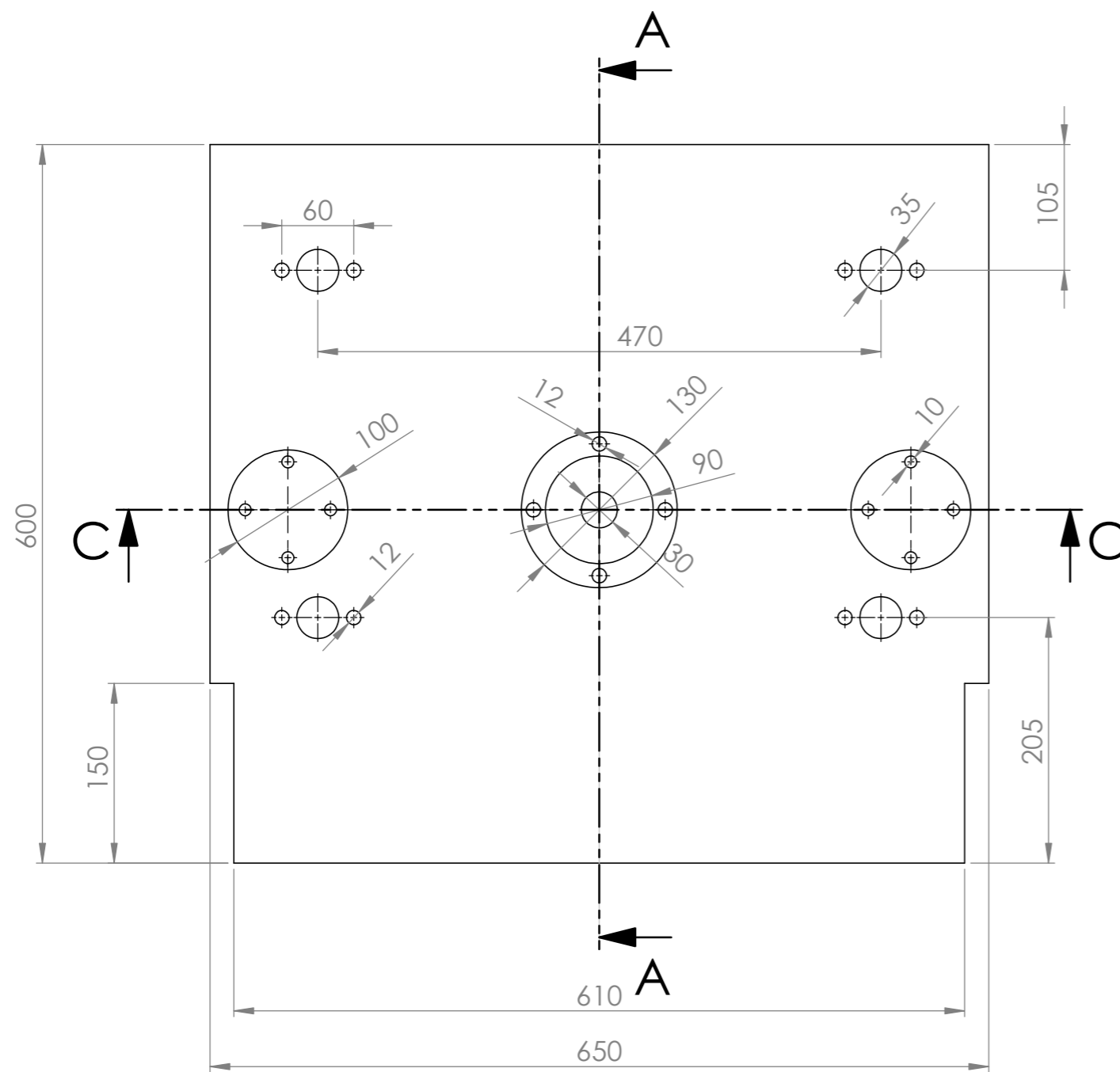
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Pilar central	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 19
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.		Nº plano: 60



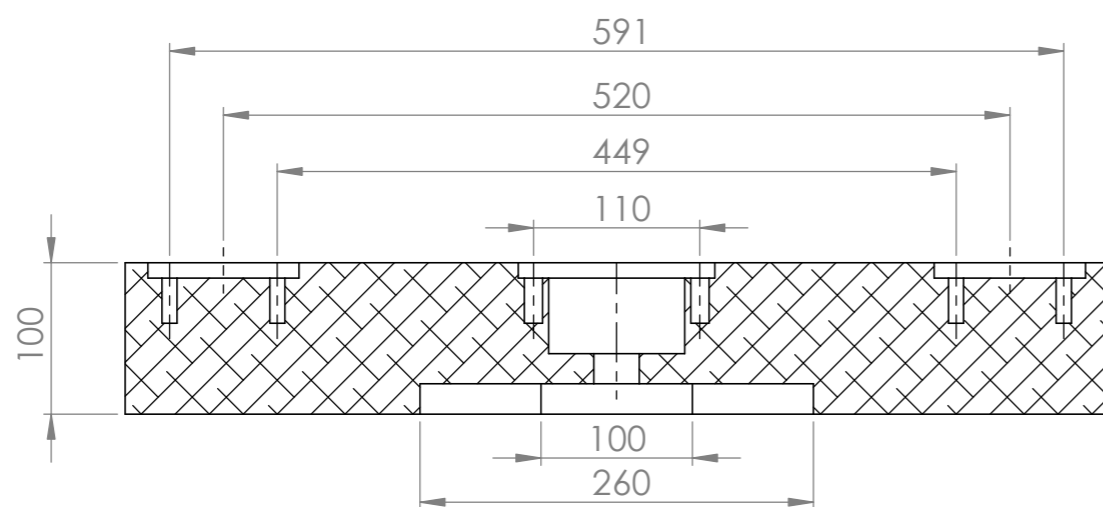
SECCIÓN B-B



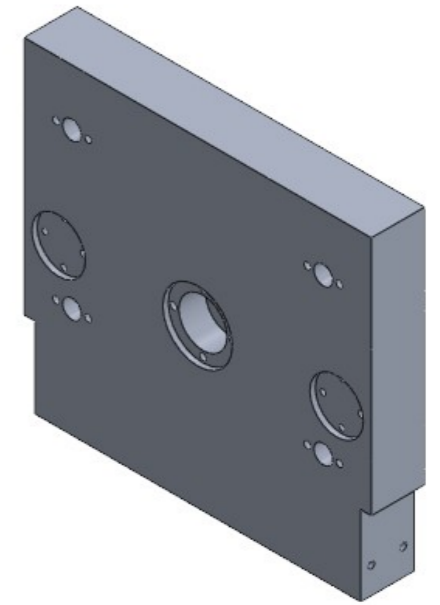
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Pilar principal	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 20
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 61	




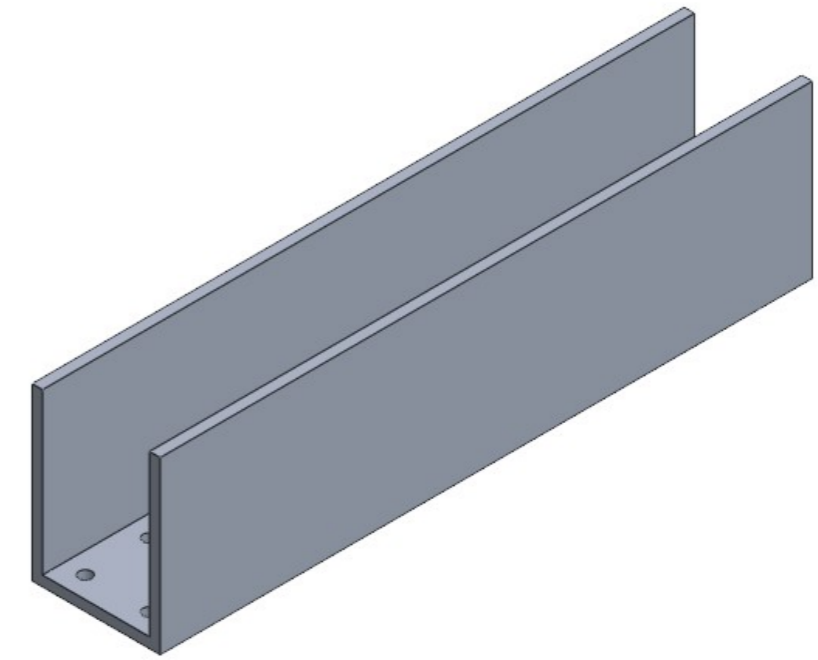
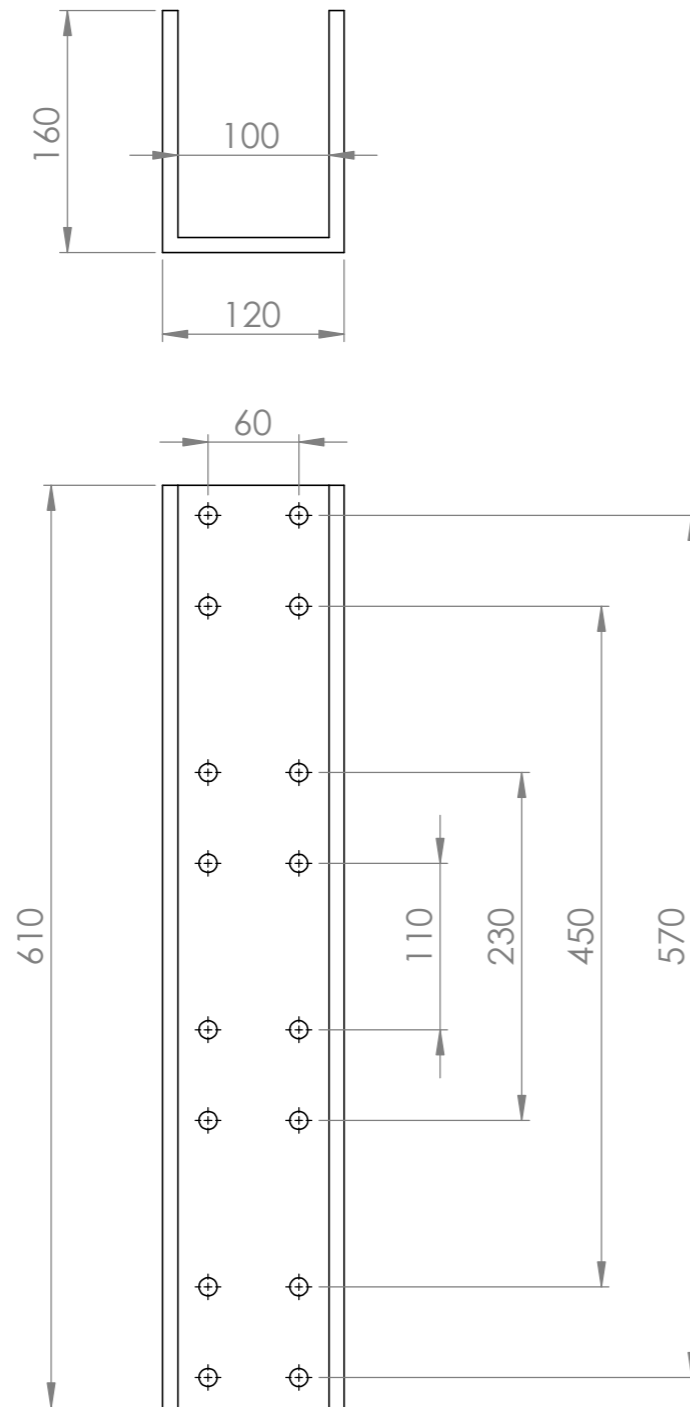
SECCIÓN A-A



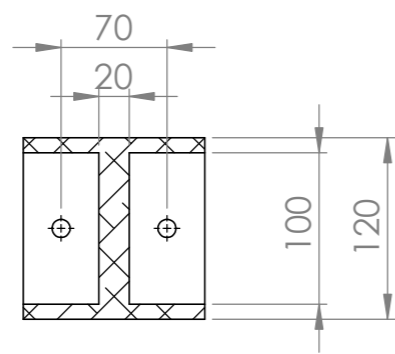
SECCIÓN C-C



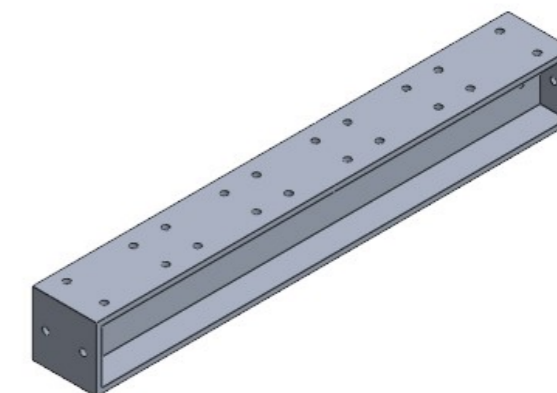
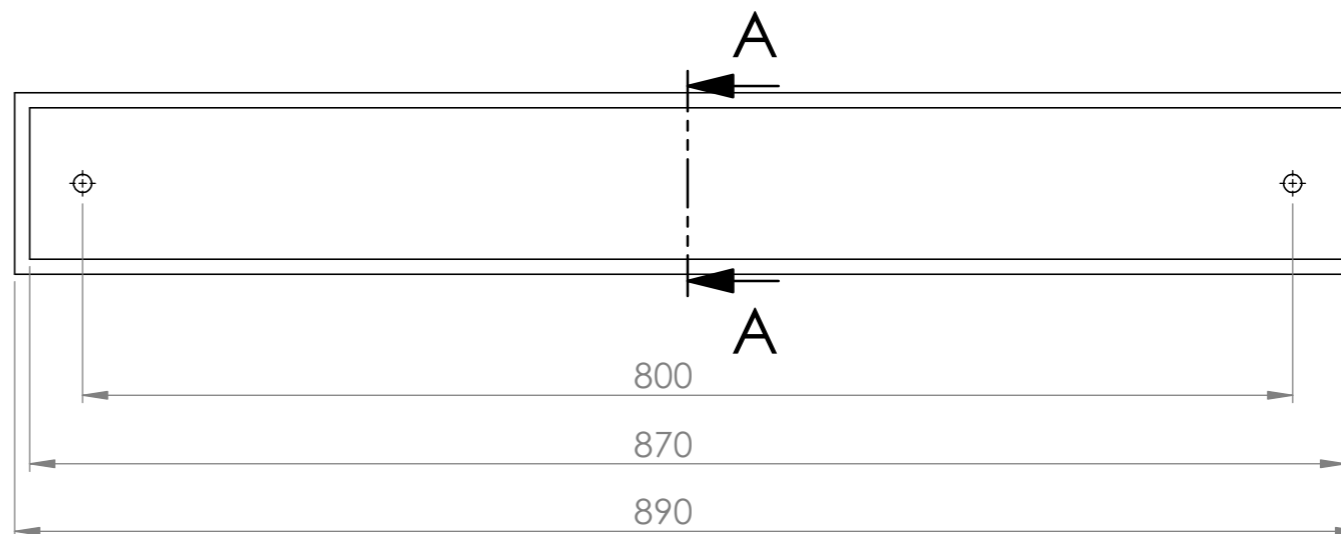
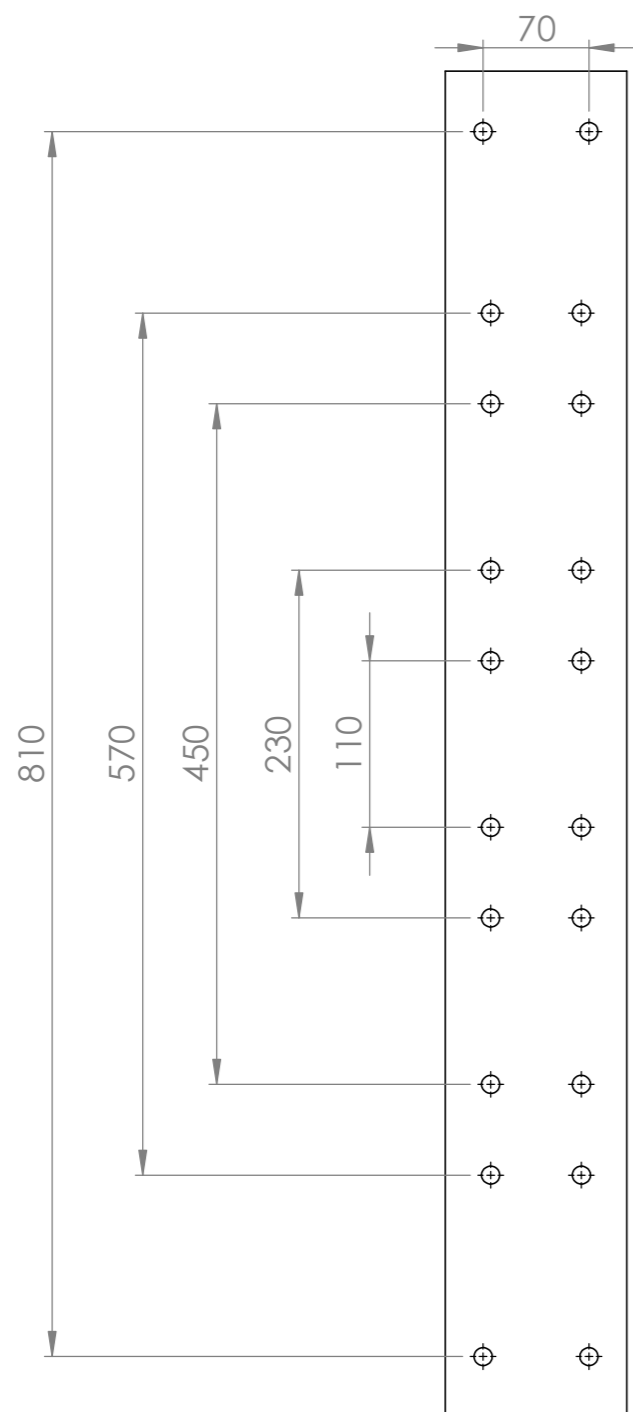
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Placa central	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 5
 Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.			Nº pieza: 16
			Nº plano: 62



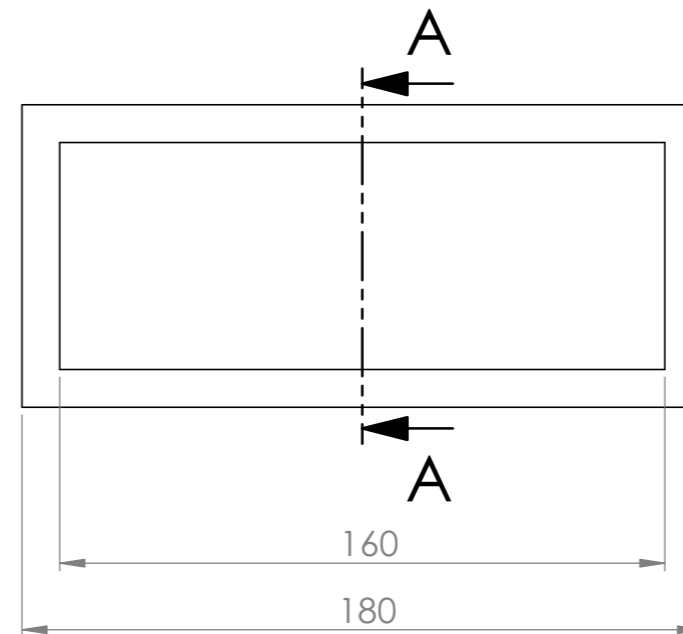
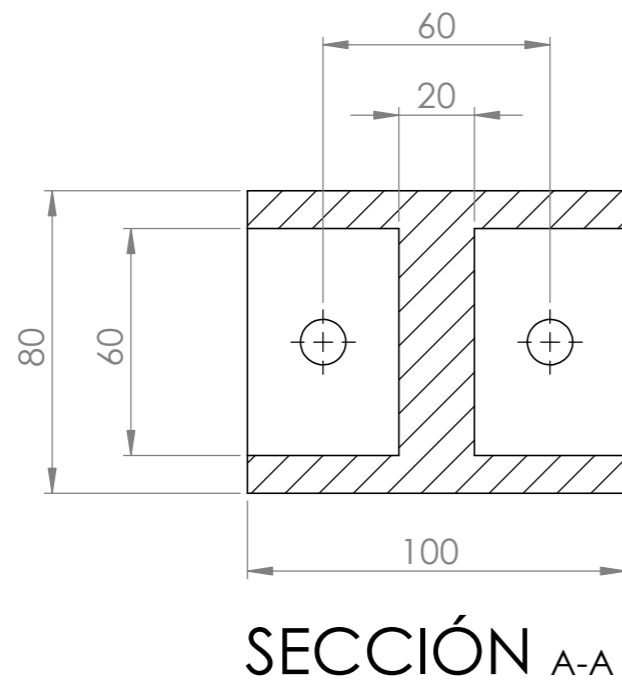
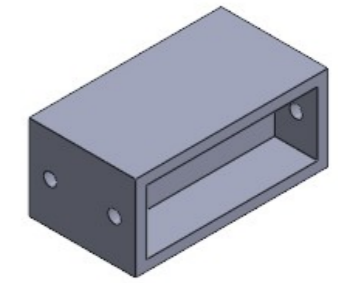
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Soporte placa central	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 17
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 63	



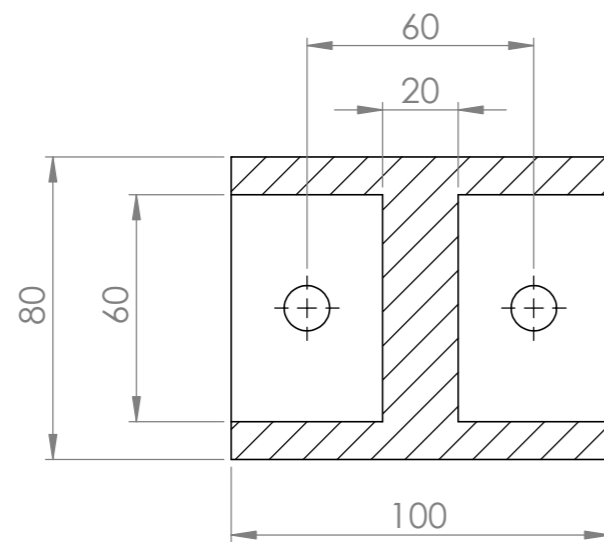
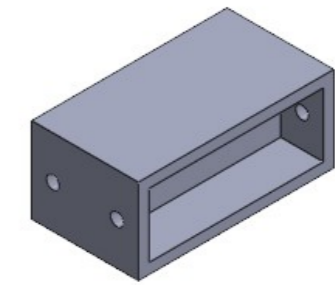
SECCIÓN A-A



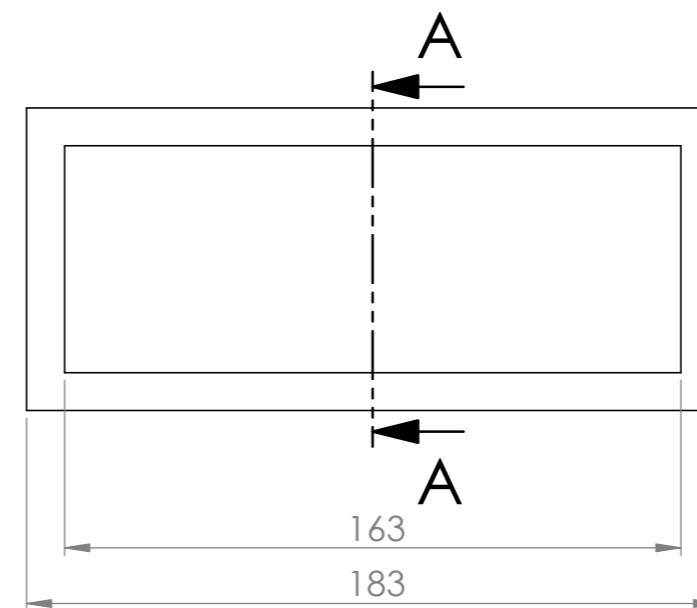
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Viga inferior	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 21
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 64	




Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:2
Referencia: 05/2022	Componente: Viga trasera 1	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 12
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.		Nº plano: 65

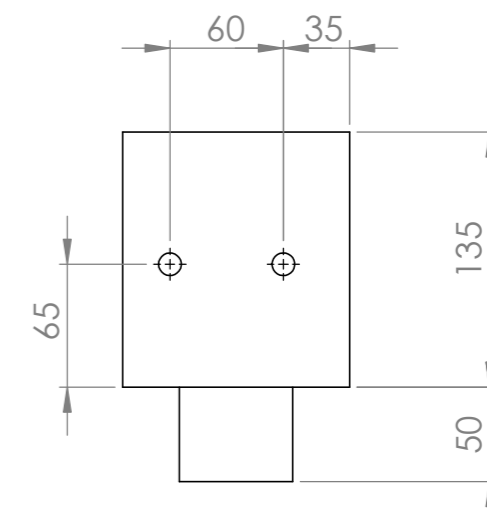
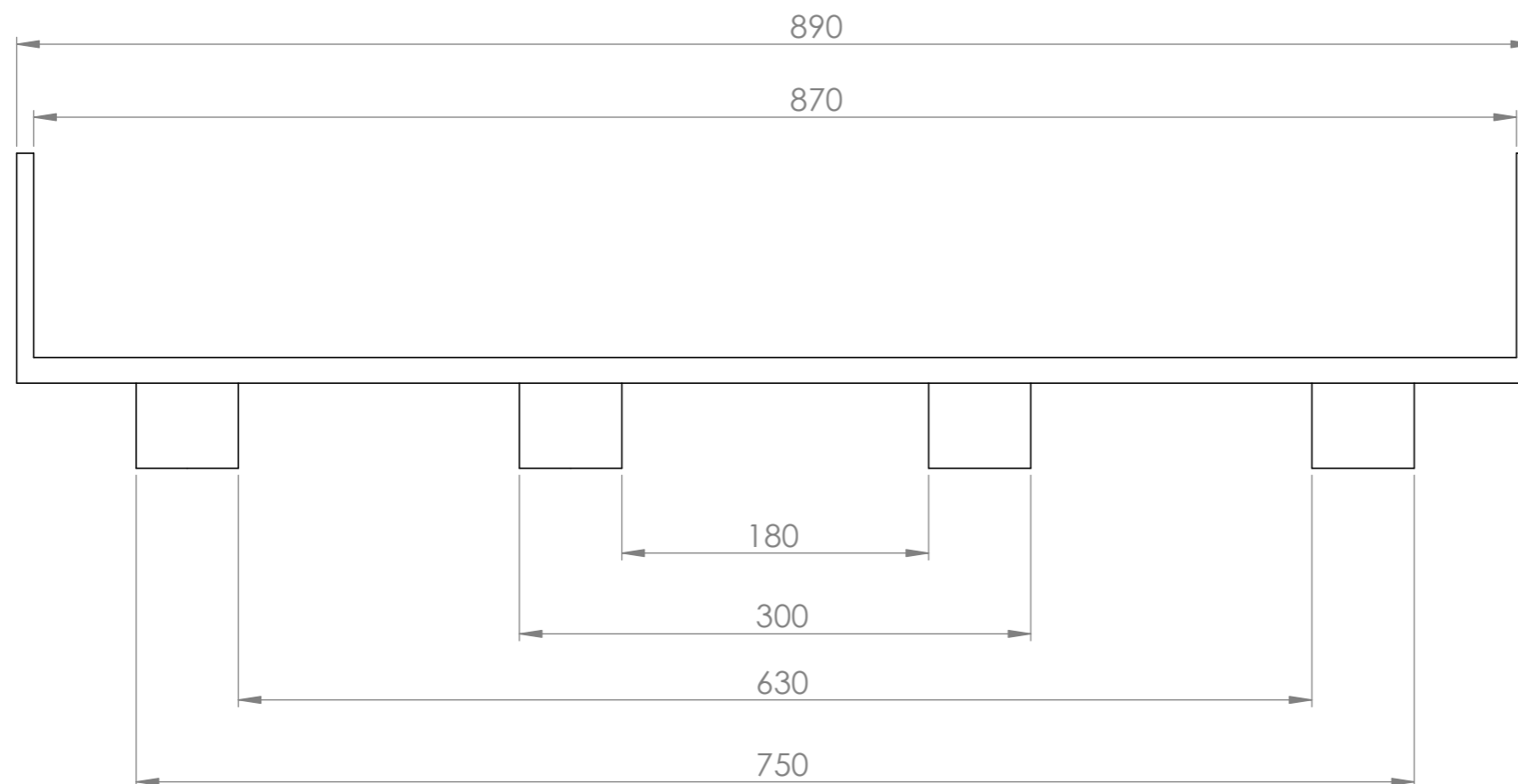
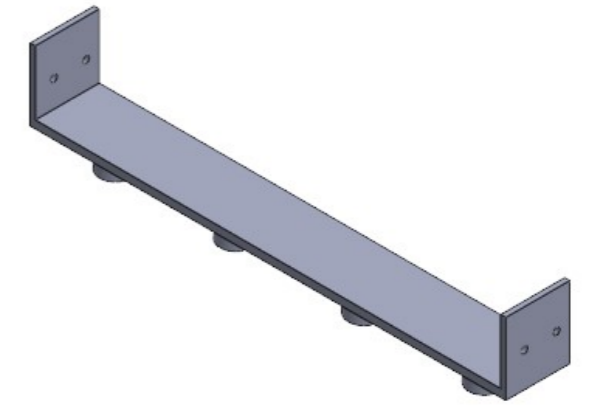


SECCIÓN A-A

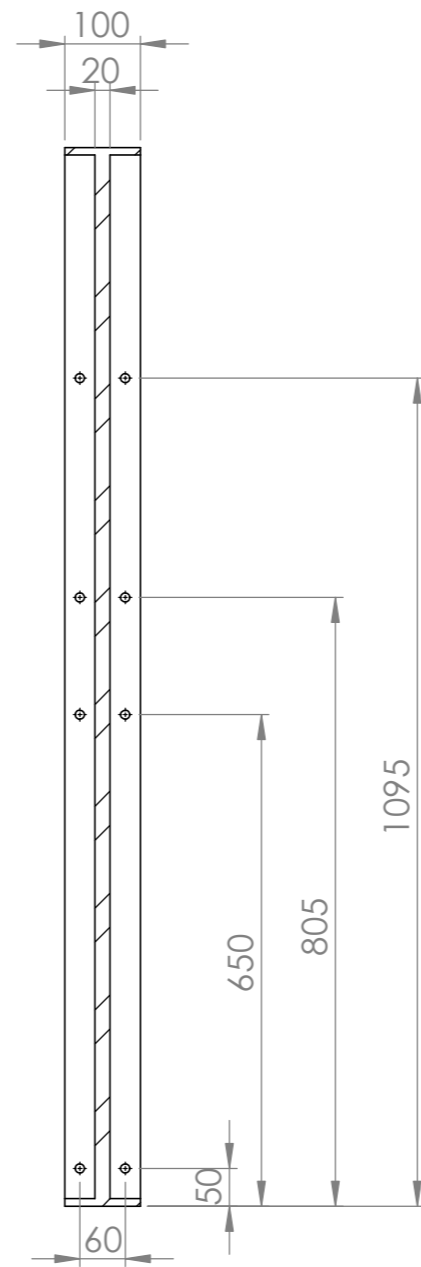
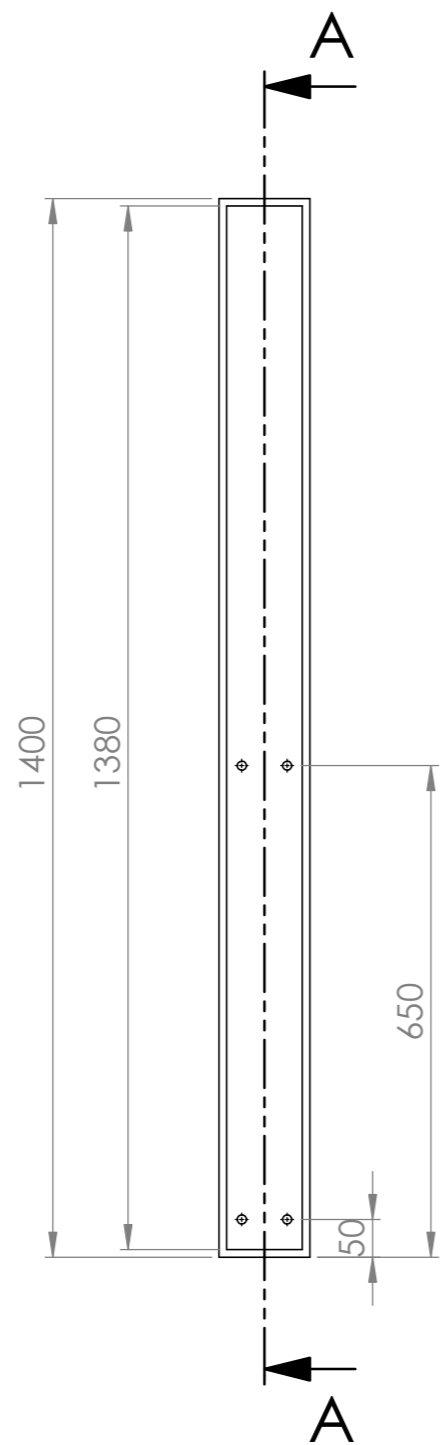


Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:2
Referencia: 05/2022	Componente: Viga trasera 3	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 5
	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 13	Nº plano: 66






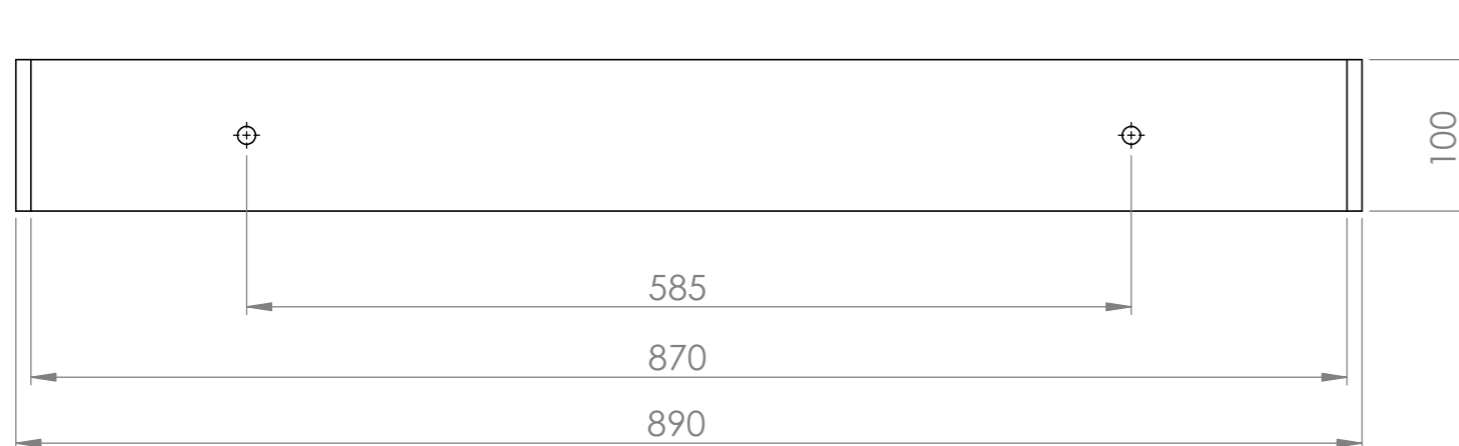
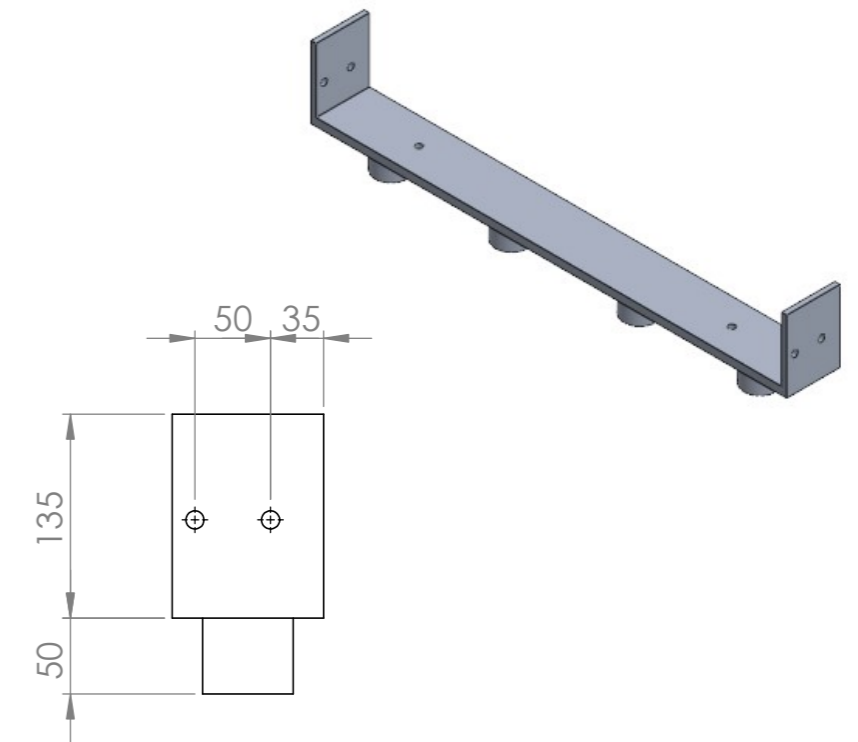
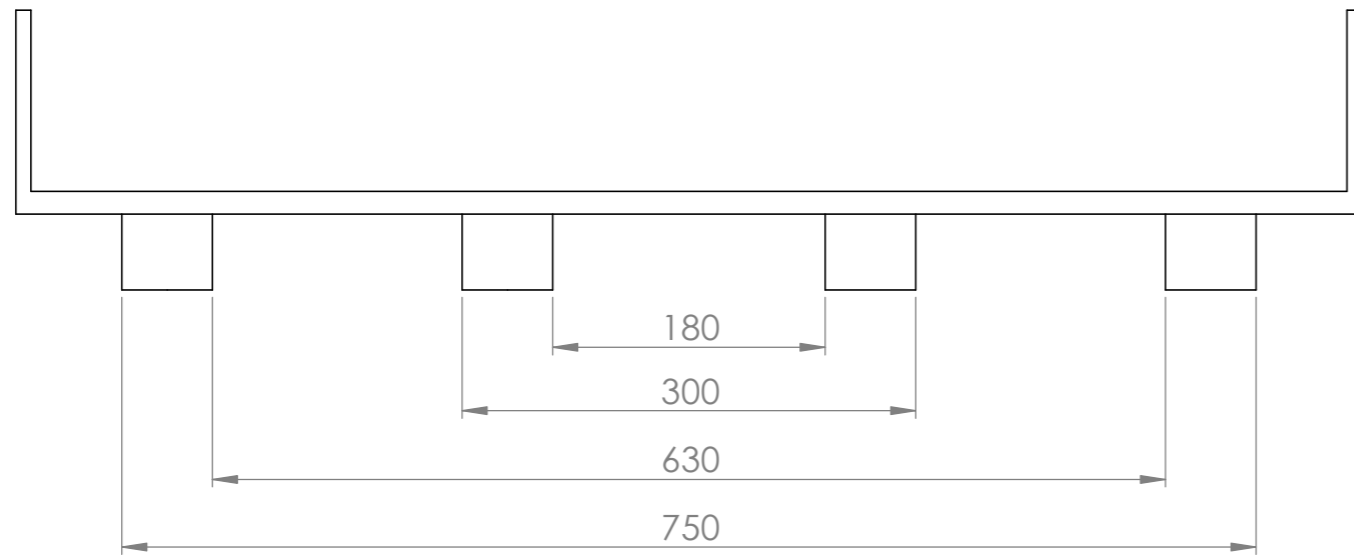
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Apoyo pilares traseros	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 15
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.		Nº plano: 67



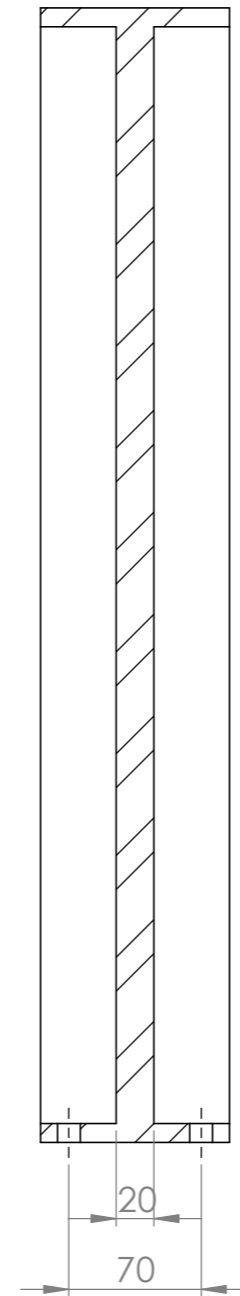
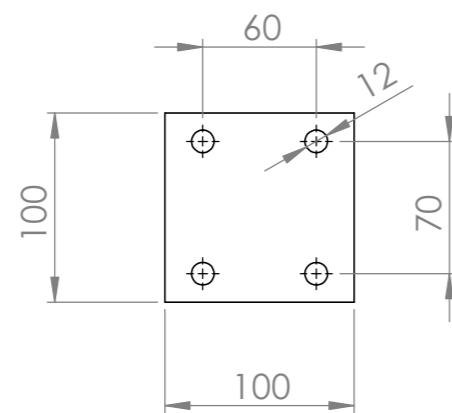
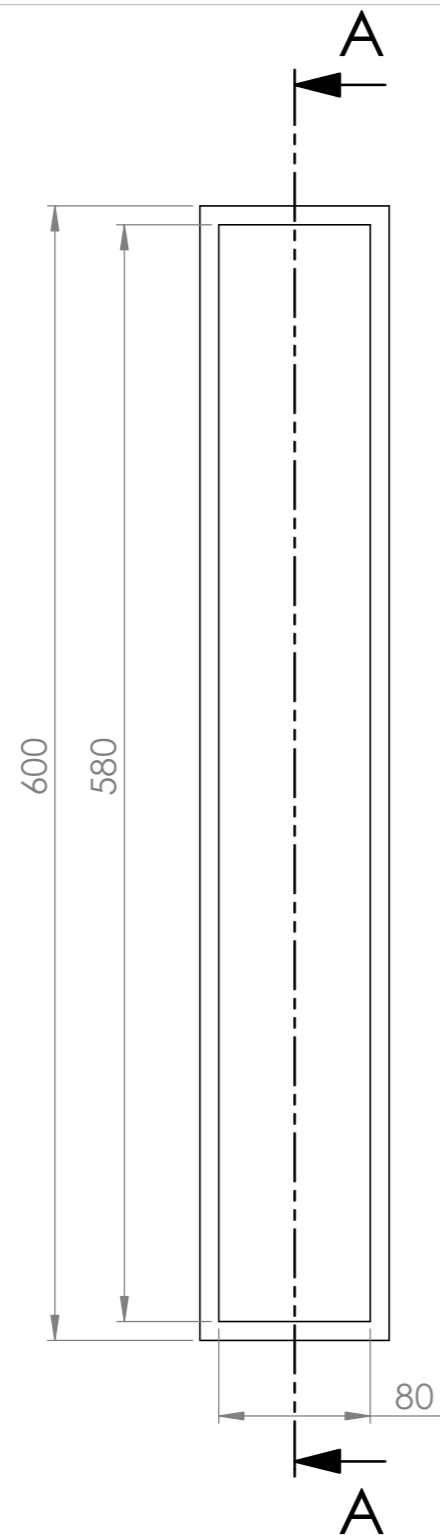
SECCIÓN A-A



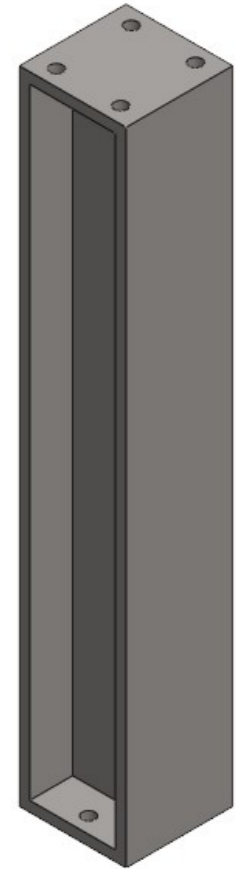
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:10
Referencia: 05/2022	Componente: Pilares traseros	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 5
 Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.			Nº pieza: 14
			Nº plano: 68



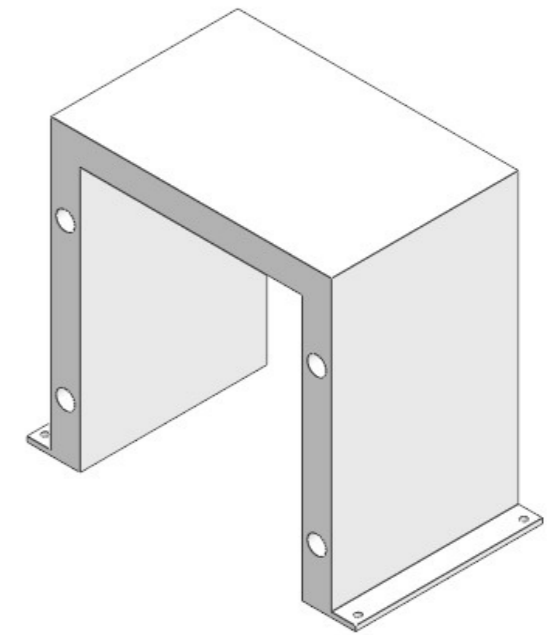
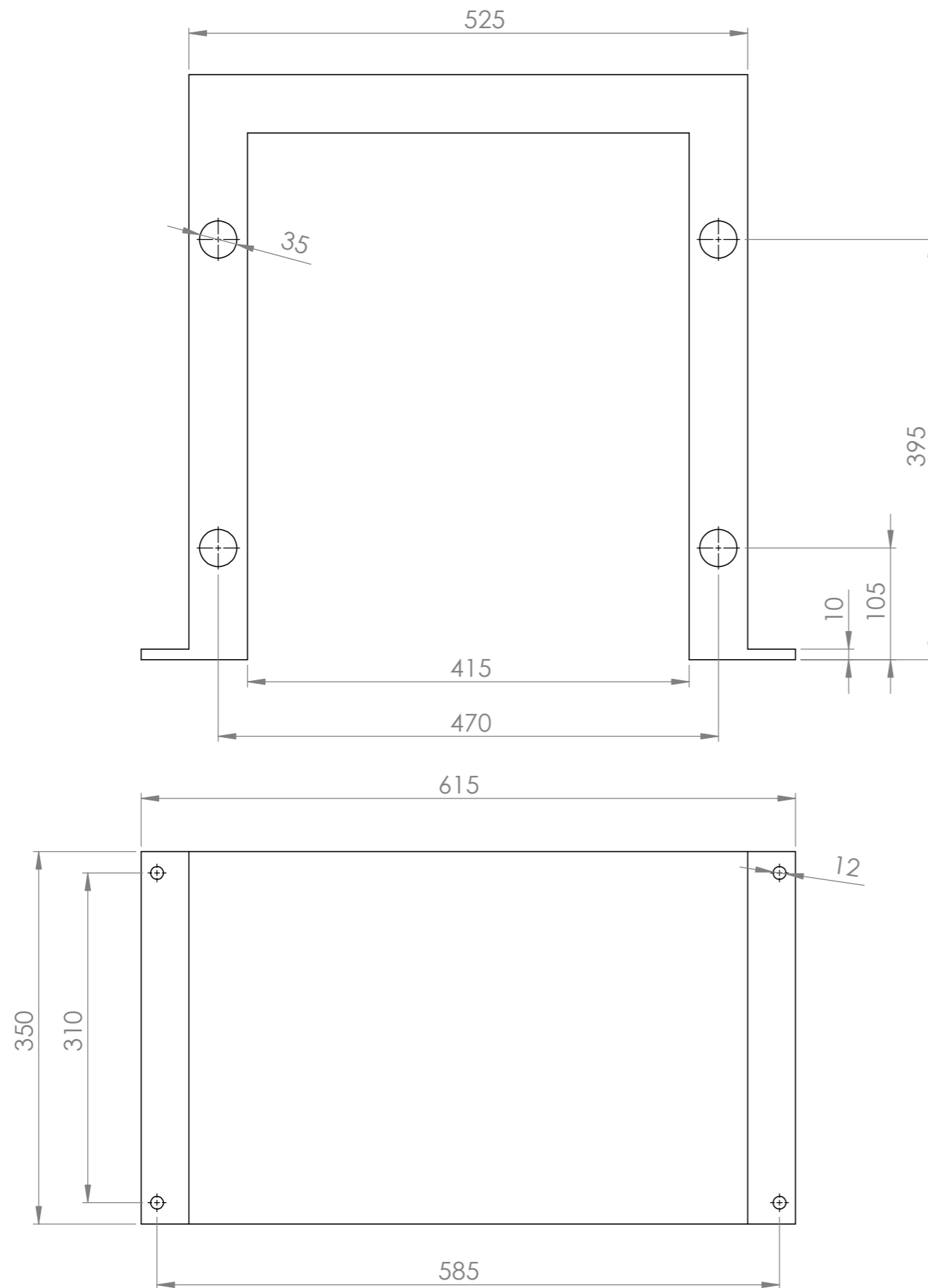
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Apoyo pilares intermedios	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 7
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 69	



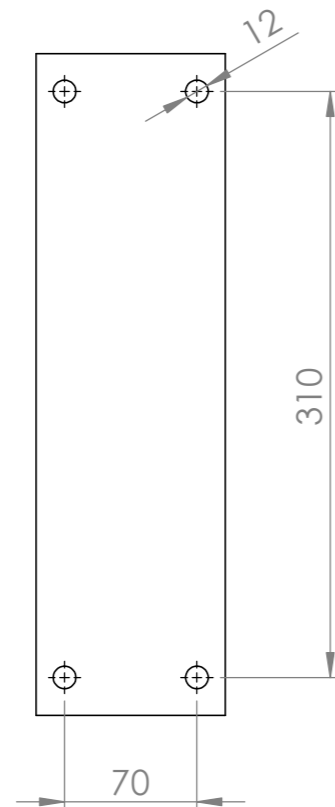
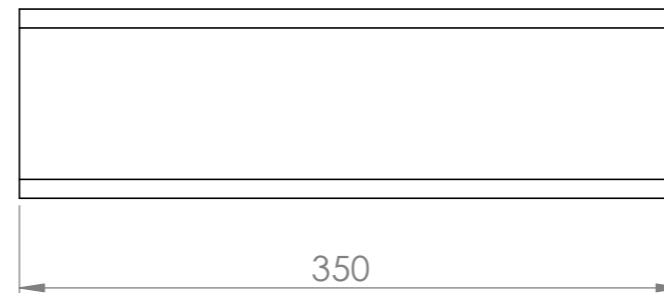
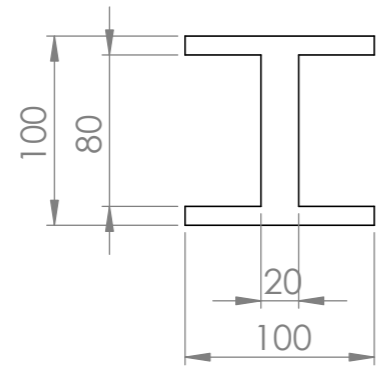
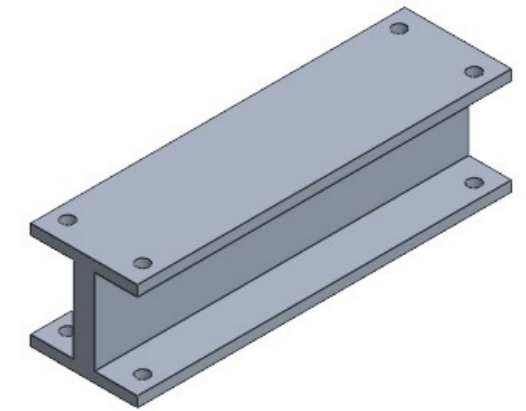
SECCIÓN A-A



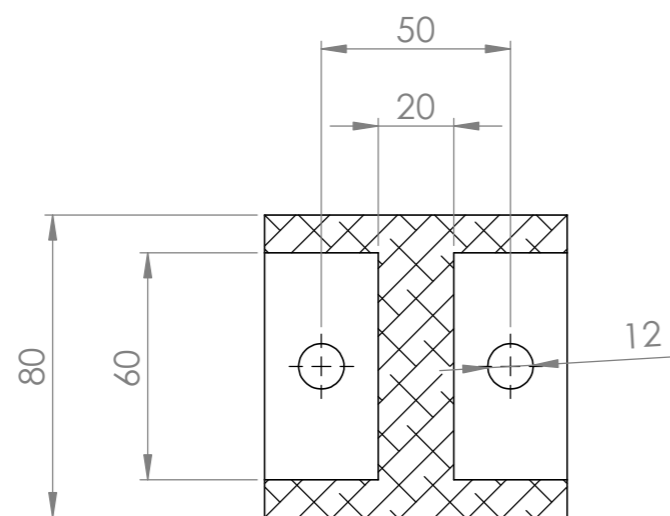
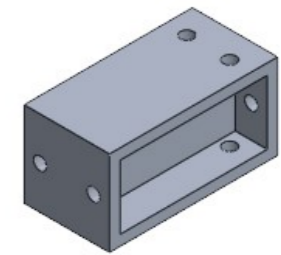
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Pilar intermedio	Material: Acero AISI 1020	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 6
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 70	



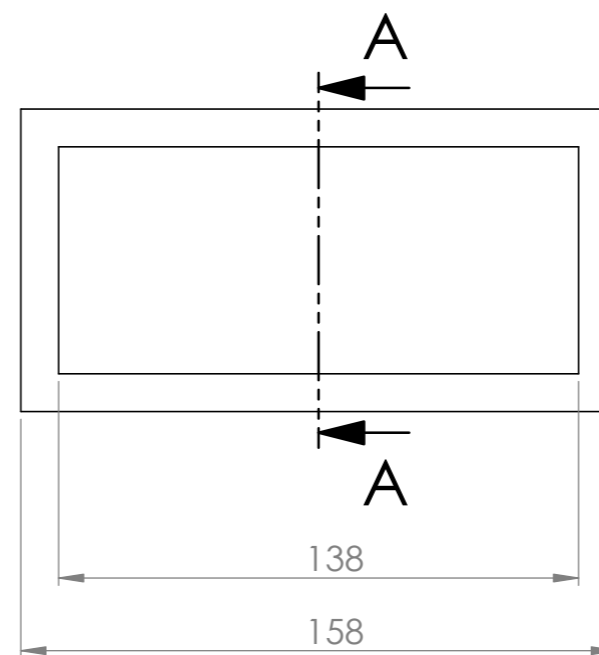
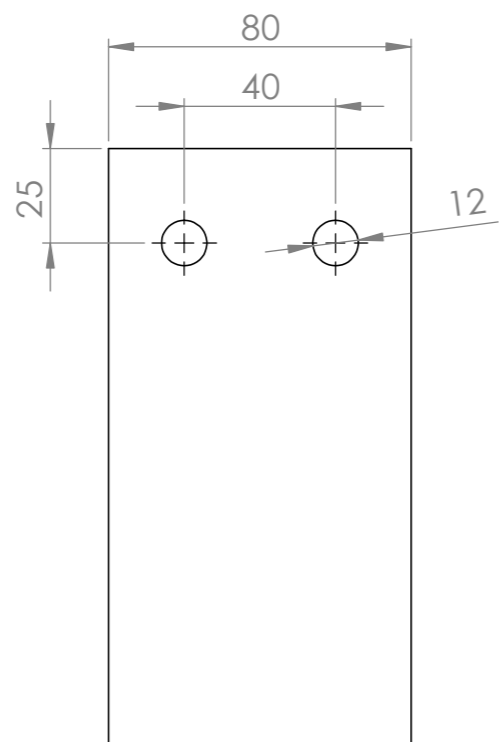
Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:5
Referencia: 05/2022	Componente: Soporte barras longitudinales	Material: PVC Rígido	Nº Subensamblaje: 5
upna	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº pieza: 8	
			Nº plano: 71



Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:4
Referencia: 05/2022	Componente: Viga apoyo soporte barras	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 5
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 72	



SECCIÓN A-A



Fecha: 13/05/2022	Proyectista: Javier Sancho Berenguer	Promotores: Camino Sarasate Mari Jose Sarasate	Escala: 1:2
Referencia: 05/2022	Componente: Viga unión pilar intermedio	Material: Aluminio 2014 T6	Nº Subensamblaje: 5 Nº pieza: 4
<b>upna</b>	Proyecto: Diseño de una máquina de inyección de plástico.	Nº plano: 73	