



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Diseño de una maquina de alimentación, dosificadora de
alimentos semisólidos.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR/A: Salmerón Mateo, Raúl

Tutor/a: Jordá Gisbert, Sergio

Cotutor/a: Martínez Sanz, Antonio Vicente

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

RESUMEN

“Diseño de una máquina de alimentación, dosificadora de alimentos semisólidos”

Con la realización de un estudio de mercado, se ha optado por un diseño que se compone de una tolva, un transportador de tornillo, un sistema dosificador y un sistema de vacío.

En primer lugar, el alimento será vertido a través de la tolva hasta llegar al transportador de tornillo, que se encarga de mover el alimento, cuidadosamente, hasta el sistema dosificador.

A continuación, el tubo de precarga y el vaso dosificador alojaran el alimento en su interior hasta que el sistema de vacío realice una compresión del alimento. Esta compresión servirá para que la dosificación sea constante durante todo el proceso.

Una vez se ha realizado dicha compresión, un cilindro neumático desplaza el vaso dosificador cortando la porción y se dispone a dosificar el producto en el envase. Cuando el vaso llega a la estación de descarga, se aplica aire comprimido en la parte superior del vaso para dosificar el alimento en el envase con mayor facilidad y se vuelve a repetir el proceso de nuevo.

Palabras clave: Diseño; Transportador de tornillo; Sistema de vacío; Vaso dosificador; Cilindro neumático; Alimento.

ABSTRACT

“ Design of a dosing machine for semisolid food ”

Through a market study, the design chosen consists of a hopper, a screw conveyor, a dosing system and a vacuum system.

Firstly, the feed will be discharged through the hopper until it arrives to the screw conveyor, which is responsible for moving the feed carefully to the dosing system.

Then, the preloading tube and the dosing cup will hold the feed inside until the vacuum system compresses the feed. This compression will ensure that the dosing is constant throughout the process.

Once this compression has been carried out, a pneumatic cylinder moves the dosing cup cutting the portion and is ready to dose the product into the container. When the cup reaches the discharge station, compressed air is applied to the top of the cup to dose the food into the container more easily and the process is repeated again.

Keywords: Design; Screw conveyor; Vacuum system; Dosing cup; Pneumatic cylinder; Feed.

Tabla de contenido

I. INTRODUCCIÓN	5
I.1. ANTECEDENTES	6
I.1.1. Definición del problema.....	6
I.1.2. Principio de funcionamiento de un dosificador.....	7
I.1.3. Características de la maquina actual	8
I.2. JUSTIFICACIÓN	10
II. OBJETIVOS.....	11
II.1. OBJETIVO GENERAL	12
II.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
II.2.1. Objetivos tecnológicos	12
II.2.2. Objetivos industriales-económicos.....	12
III. ALCANCE.....	14
III.1. ALCANCE DEL PROYECTO	15
IV. SISTEMAS, SUBSISTEMAS Y COMPONENTES.....	16
IV.1. ESTUDIOS PREVIOS.....	17
IV.2. DOSIFICADORES	17
IV.2.1. Clasificación de los dosificadores	17
IV.3. DISPOSITIVOS DE FLUJO	27
IV.3.1. Tolvas vibratorias.....	28
IV.3.2. Alimentadores de tornillo sinfín.....	28
IV.3.3. Alimentadores de banda	29
IV.3.4. Alimentadores de banco	30
IV.3.5. Alimentadores vibratorios.....	30
IV.4. SENSORES Y ACTUADORES	31
IV.4.1. Sensores.....	32
IV.4.2. Actuadores.....	37
IV.5. MOTORES Y REDUCTORES	40
IV.5.1. Motores eléctricos	40
IV.5.2. Motorreductores	42
IV.6. ESTUDIO DE MERCADO	44
IV.6.1. DML-50-1/1450-600.....	44
IV.6.2. AZODOS tipo P DV:	45

IV.6.3. Rovema VDD:.....	47
IV.6.4. Leonhardt SD:	49
V. ANALISIS Y DISEÑO	51
V.1. CRITERIOS DE DISEÑO Y SELECCIÓN.....	52
V.2. DISEÑO FINAL DE LA MAQUINA.....	52
V.2.1. Características de la maquina	52
V.2.2. Dimensiones de la maquina.....	54
V.2.3. Sistemas de la maquina	55
V.3. SELECCIÓN DE PARAMETROS PREVIOS AL DIMENSIONADO	67
V.3.1. Volumen de producción	67
V.3.2. Características de los productos a dosificar	68
V.3.3. Selección de los componentes de la maquina.....	70
V.3.4. Normativa.....	73
VI. CALCULOS Y DIMENSIONADO.....	79
VI.1. Dimensionado del transportador helicoidal	80
VI.1.1. Calculo de la cinemática	80
VI.1.2. Calculo del tubo y el eje del transportador helicoidal	91
VI.1.3. Selección del transportador helicoidal	95
VI.2. Dimensionado del sistema dosificador.....	95
VI.2.1. Selección de los sensores	96
VI.3. Dimensionado del sistema de vacío	97
VI.3.1. Presión de vacío	98
VI.3.2. Calculo del caudal de aire aspirado.....	99
VI.3.3. Tiempo de evacuación.....	102
VI.3.4. Selección del eyector.....	103
VI.3.5. Dimensionado del equipo compresor	106
VI.4. Estudio económico.....	108
VI.4.1. Presupuesto de la estructura	108
VI.4.2. Presupuesto del sistema dosificador.....	109
VI.4.3. Presupuesto del sistema de vacío	111
VI.4.4. Presupuesto del transportador de tornillo.....	113
VI.4.5. Presupuesto final	113
VII. LINEAS FUTURAS	114
VII.1. Objetivos alcanzados	115
VII.2. Futuras líneas de investigación y desarrollo	115
VIII. ANEJOS	117

I. INTRODUCCIÓN

I.1. ANTECEDENTES

En este punto se introducirá el problema que marca la realización del proyecto, el funcionamiento básico de un dosificador y las características de la máquina que actualmente la empresa utiliza.

De esta manera, se alcanzara un idea clara sobre el contexto en el que está enmarcado el proyecto y un entendimiento básico sobre cómo están desarrolladas este tipo de máquinas.

I.1.1. Definición del problema

Actualmente, en muchas pequeñas empresas o microempresas surge la necesidad de mejorar la presentación y la forma de empaquetar los alimentos.

Este tipo de empresas suelen realizar de forma manual la mayoría de sus procesos, y son solo las grandes y medianas empresas las que tienen sus procesos automatizados o semiautomatizados, de forma que producen una mayor cantidad y un mayor rango de alimentos, reduciendo costes y ofreciendo una mejor calidad.

En este caso, la necesidad del proyecto surge debido a que el proceso de dosificación de la empresa de alimentación que busca una alternativa, es completamente manual. Los altos costes y el gran tamaño de las máquinas que existen en el mercado, no permiten a la empresa encontrar algún dosificador que se pueda ajustar a sus necesidades, tanto de precio como de funcionalidad.

La propia empresa dispone de una maquina dosificadora semiautomática, pero dicha maquina está diseñada para dosificar productos líquidos o viscosos como zumos, mermeladas o cremas. Al estar diseñada con otro fin, la maquina no cumple las expectativas que se requieren para presentar el producto final, por tanto, se busca otra alternativa.

Los productos que se desean dosificar son sólidos viscosos, es decir, platos de comida previamente preparados, como por ejemplo, arroces, pastas, ensaladillas, ensaladas, etc.

Hasta ahora, la dosificación manual ha sido su única opción, con el riesgo que eso supone porque puede contaminar e incluso agregar impurezas al producto, bajando su calidad y no asegurando un perfil sanitario correcto. Además, la dosificación manual es lenta y hace que la empresa pierda dinero.

En definitiva, se ha propuesto realizar el diseño de un prototipo de máquina que pueda dosificar este tipo de productos de manera automática o semiautomática, en la cantidad deseada y en un breve periodo de tiempo.

I.1.2. Principio de funcionamiento de un dosificador

Los dosificadores son un aparato o mecanismo muy importante para un proceso productivo, donde su función principal sea suministrar un producto o sustancia en determinadas cantidades y durante un periodo de tiempo, de forma precisa y autónoma.

Normalmente, el dosificador está formado por los tres siguientes elementos:

- Tolva de almacenamiento
- Sistema dosificador
- Boquilla

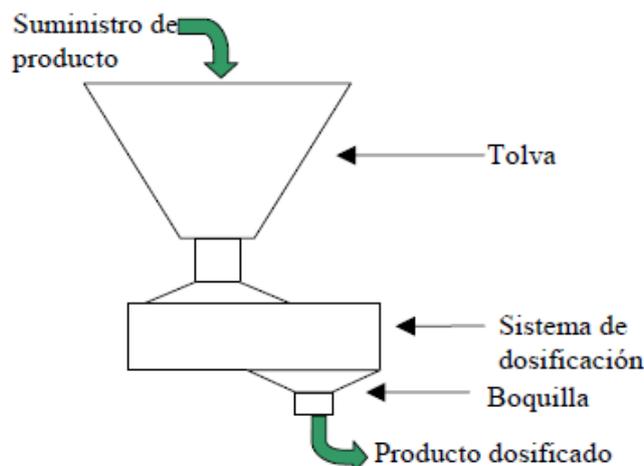


Figura 1. Principales partes de un dosificador común

Dependiendo del producto que se requiera dosificar, la cantidad a suministrar en cada dosis y el volumen total de almacenamiento, cada una de las partes del dosificador pueden variar en su diseño:

- **Tolva:** la tolva recibe el producto a dosificar mediante una bomba de transferencia, una cinta transportadora o manualmente. Su función principal es almacenar el producto en su interior para después poder dosificar dicho producto.
- **Sistema de dosificación:** el sistema de dosificación tiene la función de establecer y medir la cantidad de producto que se va a desplazar de la tolva para, a continuación, pasar al siguiente proceso de dosificación. El producto se puede medir de dos maneras: por peso o por volumen, lo cual depende de las características del producto y de la exactitud que se necesite.
- **Boquilla:** la boquilla se encarga de dosificar correctamente el producto en el recipiente deseado, además de impedir que se desperdicie el producto.

I.1.3. Características de la maquina actual

La empresa de alimentación que ha solicitado una alternativa para dosificar alimentos sólidos viscosos, actualmente dispone de una maquina dosificadora de pistón.

La máquina dosificadora de pistón, está formada por los tres elementos comentados en el anterior punto, que son aquellos que generalmente caracterizan a una maquina dosificadora; una tolva, un sistema dosificador y una boquilla. En cambio, el sistema dosificador es el que marca la diferencia entre una maquina dosificadora u otra.

El sistema dosificador que utiliza generalmente este tipo de maquina es un dosificador de pistón, que está formado por una bomba dosificadora, la cual se compone de un pistón, una cámara de dosificación y por una válvula de bola o válvula de tres vías.



Figura 2. a) Esquema simplificado de un sistema dosificador con bomba dosificadora y sus componentes principales, b) Ejemplo real de una máquina dosificadora de pistón.

Este sistema suele ser ideal para productos líquidos o semiviscosos como pueden ser yogures, cremas, salsas, agua y otras bebidas.

Su principio de funcionamiento consiste en introducir en primer lugar, el producto a través de la tolva superior hasta llenar la cámara de dosificación, donde se encuentra el pistón extendido. Para realizar el llenado de la cámara de dosificación, se inicia la carrera del pistón, contrayéndose hacia el interior y al mismo tiempo succionando el producto.

Una vez realizado el llenado de la cámara de dosificación, se activa la válvula permitiendo el paso del producto hasta la válvula de dosificación, que permitirá la salida de este.

La máquina de la que dispone la empresa, realiza todo el proceso de manera semiautomática. El proceso sigue los siguientes pasos:

- Primero se realiza el llenado de la tolva manualmente a través de un operario.
- Después se establece la cantidad a dosificar mediante un sensor situado en la parte exterior del pistón neumático, que el operario puede regular manualmente, desplazándolo a través de unas guías. De esta manera, se puede determinar la carrera que realiza el pistón, y por tanto, establecer el volumen que se dosificara.

- A continuación, el operario a través de un botón pulsador (ON) acciona la máquina, la cual inicia el llenado de la cámara de dosificación.
- Posteriormente, se coloca bajo la boquilla el recipiente en el cual se requiere realizar la dosificación y a través del accionamiento manual de un pedal se inicia la salida del producto. Cada vez que se accione el pedal, se realizara una dosificación con el volumen determinado anteriormente.
- Finalmente, cuando se requiera finalizar el proceso de dosificación, el operario mediante un botón pulsador (OFF) desconecta la máquina y finaliza el proceso.

I.2. JUSTIFICACIÓN

La realización del trabajo final de grado es obligatoria y necesaria para obtener la titulación de ingeniero mecánico de la UPV. La aprobación de este proyecto supone que el alumno ha sido capaz de aplicar los conocimientos que ha adquirido durante todo el curso académico.

En este caso, el proyecto elegido por el alumno es el diseño de una máquina, por tanto, requiere de diferentes conocimientos relacionados con la rama de la ingeniería mecánica como la teoría y diseño de máquinas a la hora de identificar y analizar los elementos que la componen, la ciencia de materiales para analizar cómo afecta su elección en el diseño de la máquina, la ingeniería de fabricación industrial para determinar las limitaciones en el diseño de la máquina, la ingeniería eléctrica/electrónica y neumática para diseñar el sistema de accionamiento y control de la máquina, la ingeniería de diseño para analizar la incidencia de los esfuerzos en la máquina, el dibujo técnico y el diseño CAD para la realización de planos y ensamblajes en 3D, y por último la ciencia económica para la realización de un presupuesto.

El desarrollo del diseño de una maquina también conlleva que el alumno es capaz de resolver un problema complicado con una solución efectiva y viable.

II. OBJETIVOS

II.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal del presente proyecto es el diseño de una maquina industrial para la dosificación de alimentos sólidos viscosos.

El diseño de la maquina estará enfocado a un ambiente industrial de pequeñas dimensiones, donde el proceso pueda ser dirigido a través de un solo usuario de forma semiautónoma o totalmente autónoma.

La seguridad y calidad del producto se tendrá que garantizar en todas las fases del proceso. De esta manera, el montaje y desmontaje de la maquina debe asegurar que el mantenimiento y la desinfección de la maquina se pueda realizar de manera sencilla y eficiente, garantizando la calidad del producto que se dosifica.

En concreto, se pretende dar una solución alternativa a una empresa de alimentación para la dosificación de alimentos sólidos viscosos, permitiéndole mejorar su proceso, ahorrando tiempo y al mismo tiempo asegurando la calidad del producto.

II.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

II.2.1. Objetivos tecnológicos

Uno de los objetivos tecnológicos que se quiere alcanzar con la realización de este trabajo, es desarrollar un nuevo sistema de dosificación o adaptar uno existente, que sea capaz de dosificar alimentos sólidos viscosos de forma precisa sin dañar el producto.

Por consiguiente, esto implica la selección de los elementos de la maquina necesarios para su correcto funcionamiento, desmantelamiento y limpieza.

II.2.2. Objetivos industriales-económicos

El desarrollo de un nuevo sistema de dosificación conlleva ofrecer una alternativa para volúmenes de alimentación más pequeños y con espacios más reducidos, como aquellos que se emplean en las pequeñas y medianas empresas.

De esta misma manera, se puede abrir una línea de negocio para este tipo de empresas que tienen pocas oportunidades de invertir en este tipo de máquinas por su gran tamaño, tanto por las dimensiones físicas de estas como en el grado de dosificación que emplean.

El objetivo tecnológico que se quiere conseguir con la realización de este trabajo, es desarrollar un nuevo sistema de dosificación

En relación a los objetivos específicos que corresponden a este trabajo, son los siguientes:

- Desarrollar un nuevo sistema de dosificación o adaptar uno existente para dosificar alimentos sólidos viscosos de forma precisa sin dañar el producto.
- Desarrollar el prototipo de una máquina que pueda ajustarse a su utilización en un espacio reducido.
- Implantar en el diseño, los elementos de la máquina necesarios para su correcto funcionamiento, desmantelamiento y limpieza.

III. ALCANCE

III.1. ALCANCE DEL PROYECTO

El fin de este proyecto es diseñar una maquina dosificadora de alimentos sólidos viscosos para una pequeña empresa de alimentación.

Para ello, se llevara a cabo un estudio de los diferentes tipos de sistemas dosificadores que existen, además de una investigación para conocer la maquinas que actualmente ofrece el mercado para dosificar alimentos. De esta manera, será posible determinar con mayor exactitud que sistemas y/o maquinas se ajustan mejor a los requisitos de la empresa.

En cuanto al diseño de la máquina, será necesario previamente estudiar y conocer los elementos de la máquina que mejor se puedan ajustar a sus necesidades.

Una vez realizado esto, se diseñara y definirá los elementos mecánicos de la máquina y se analizaran los elementos críticos de la misma. Los materiales con los cuales serán diseñados estos elementos mecánicos, serán seleccionados para cumplir con los requisitos de higiene y seguridad.

Por otro lado, los elementos comerciales se seleccionaran de acuerdo a las necesidades de la máquina, estableciendo un equilibrio entre calidad y precio.

Finalmente, se realizara un estudio económico para conocer el impacto que supondría la fabricación del prototipo.

IV. SISTEMAS, SUBSISTEMAS Y COMPONENTES

IV.1. ESTUDIOS PREVIOS

En este cuarto punto del proyecto se recopilan los diferentes sistemas, subsistemas y componentes que engloban y están directamente relacionados con el diseño de una maquina dosificadora, como son: dosificadores, dispositivos de flujo, transmisiones y reductoras, sensores y actuadores.

A través de todos los conceptos de cada una de las partes que se verán a continuación, se podrá entender de una mejor manera, el diseño y el funcionamiento de una maquina dosificadora.

Finalmente, se llevara a cabo un estudio de mercado de las diferentes maquinas dosificadoras que existen en la actualidad y que trabajan con alimentos para el consumo humano. De esta manera, se podrá tener una visión global de las posibilidades que existen a la hora de realizar el diseño final de la máquina.

IV.2. DOSIFICADORES

IV.2.1. Clasificación de los dosificadores

Las características del producto a dosificar determinan en muchos casos el tipo de dosificador que se requiere emplear, dependiendo también del grado de precisión de medida que se necesita, de las condiciones del entorno y del proceso de dosificación.

Además, la parte más importante no es el volumen a dosificar sino la masa del producto.

Respecto al proceso de dosificación, se puede diferenciar el principio de dosificación entre: volumétrico y gravimétrico.

A continuación, se puede observar en un sencillo esquema los diferentes tipos de dosificadores más comunes.

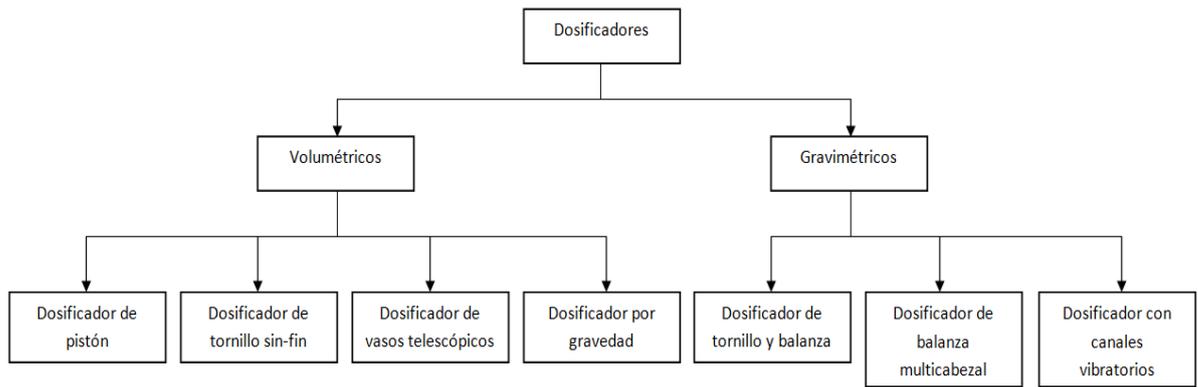


Figura 3. Clasificación de los dosificadores principales que existen en la actualidad

IV.2.1.2. Dosificadores volumétricos

La principal función de los dosificadores volumétricos es controlar el flujo de material mediante la descarga de un volumen consistente. La descarga del material se realiza en función del volumen, y por tanto, de las cantidades. Estos dosificadores no miden la masa, es necesario determinar qué cantidad de material tiene que dosificar la maquina en un ciclo de tiempo definido.

Por otro lado, los dosificadores volumétricos no pueden compensar de forma automática los cambios en las propiedades del material, debido a las oscilaciones que se encuentran en la densidad aparente.

De esta manera, para compensar las posibles oscilaciones en el peso, se suele emplear una sobredosificación. En definitiva, en los sistemas de dosificación volumétricos es importante que el producto a dosificar este siempre relleno de forma uniforme en el dosificador.

En general se dosifican por sistemas volumétricos productos homogéneos como líquidos, salsas o purés.

a) Dosificador de pistón

El dosificador de pistón, está formado generalmente por una bomba dosificadora (pistón y cámara de dosificación) y por una válvula de bola o válvula de tres vías.

Su principio de funcionamiento consiste en lo siguiente: En primer lugar se introduce el producto, mediante una tolva o tubería superior, hasta llenar la cámara de dosificación, donde se sitúa el pistón.

En este momento se inicia la carrera del pistón, succionando el producto para una vez finalizado el proceso de llenado, activar la válvula y permitir el paso del producto hasta la válvula de dosificación que permitirá la salida de este.



Figura 4. Dosificador de doble pistón accionado por pedal

Este sistema es ideal para productos líquidos o semiviscosos como yogures, salsas, agua, vino, etc.

b) Dosificador de tornillo sin-fin

El dosificador de tornillo sin-fin, consiste básicamente de una tolva y de un tornillo sin-fin. Puede ser alimentado de forma manual o automática. En el interior de la tolva se encuentra el tornillo sin-fin que es controlado de forma automática por la parte superior de la máquina.

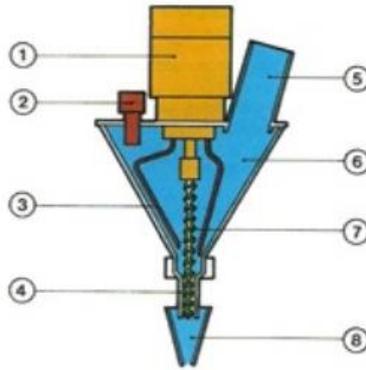


Figura 5. Esquema simplificado de un dosificador de tornillo sin-fin formado por un mecanismo de accionamiento (1), un nivel de control (2), un removedor (3), un tubo dosificador (4), una entrada auxiliar para el producto (5), una tolva (6), un tornillo dosificador (7) y un embudo para la salida del producto (8).

El tornillo gira un número de vueltas dependiendo del tipo de producto que se requiera dosificar y de la cantidad a envasar. También se puede incorporar más de un tornillo dependiendo de la velocidad de dosificación que se requiera y de la cantidad del producto a dosificar.

Este sistema está diseñado para productos en polvo como especias, colorantes u otros.

c) **Dosificador de vasos telescópicos**

Este tipo de dosificadores están formados generalmente por una tolva de almacenamiento, un agitador si es necesario, un tambor de vasos telescópicos y un embudo. Además, el tambor de vasos y el agitador lleva su correspondiente motor reductor.

La tolva acumula el producto y esta puede ser alimentada de forma manual o automática. Los vasos telescópicos alojan la cantidad de producto que se desea enviar a cada envase y el número de vasos depende de forma directa del tipo producto que se desea dosificar y de la dimensión del envase que se vaya a emplear.



Figura 6. Dosificador de seis vasos telescópicos accionado por servomotor.

Los agitadores ayudan a remover el producto para realizar un flujo de caída constante y para que dejar residuos o restos en las paredes de la tolva. Por último, mediante el embudo de caída se realiza la dosificación del producto en el envase o bolsa correspondiente.

Este sistema puede dosificar productos sólidos homogéneos tales como arroz, café en granos, azúcar, maíz, lentejas, garbanzos, etc.

d) Dosificador por gravedad

Está formado básicamente por un tanque donde se aloja el líquido, el cual es alimentado por otro tanque principal mediante un flotador que se ubica en su interior, y permite la alimentación de este.

Por la parte inferior del tanque se encuentra una llave de paso controlada por la máquina, la cual, habilita el paso del líquido en el momento que sea deseado.

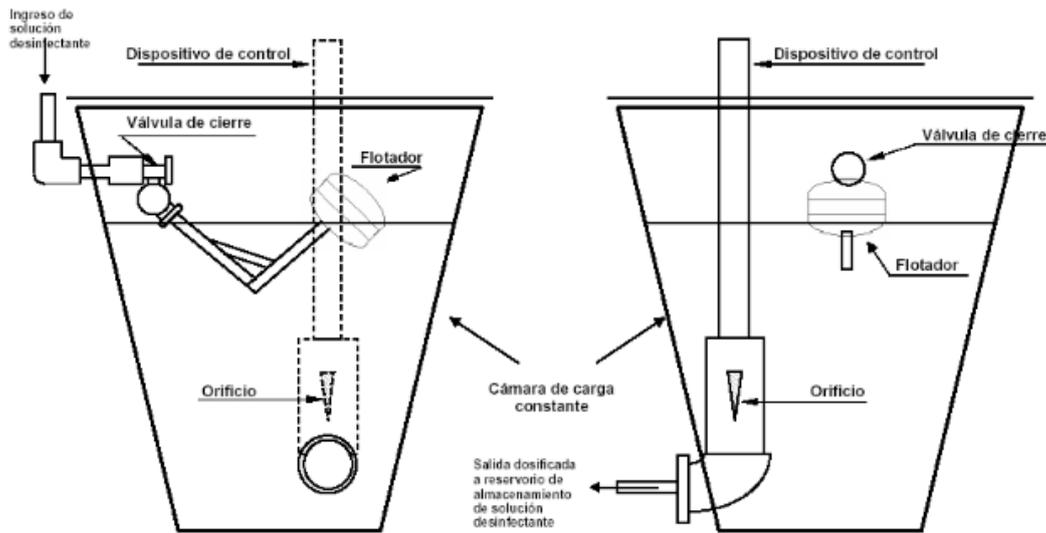


Figura 7. Esquema simplificado del funcionamiento de un dosificador por gravedad y las partes que lo componen

Los dosificadores por gravedad son utilizados únicamente para líquidos.

IV.2.1.3. Dosificadores gravimétricos

Los dosificadores gravimétricos se utilizan normalmente cuando las características físicas y de forma del producto son heterogéneas, es decir, que no permiten una dosificación igual en cada momento. En general se dosifican por sistemas gravimétricos productos heterogéneos como las patatas fritas, las cortezas, la pasta y otros más.

El principio de dosificación gravimétrico, consta de una o varias células de pesaje integradas que miden el material que se quiere dosificar, convirtiendo la fuerza aplicada en una señal eléctrica. Esta señal es enviada a un sistema de control, donde se realiza el control de dosificación de la máquina.

El sistema gravimétrico puede compensar de forma automática las desviaciones que puede haber en la densidad aparente.

En definitiva, los dosificadores gravimétricos pueden obtener cantidades de dosificación con un porcentaje de error menor que los volumétricos en el peso neto.

En la industria existen dos métodos que generalmente utilizan para controlar el peso, los cuales son: método de aproximaciones y método estadístico.

e) Dosificador de tornillo y balanza

La dosificación de productos con difícil fluidez como pueden ser polvos, se utiliza normalmente la combinación de tornillo y balanza.

El método de funcionamiento consiste en lo siguiente: En primer lugar, para iniciar la dosificación del producto se envía una señal de ‘inicio’ al tornillo para que empiece a girar y a depositar el producto sobre una celda de carga.

Esta celda tiene la función de enviar una señal al PLC de la envasadora cuando haya llegado al peso deseado, y a continuación, se envía otra señal de ‘parada’ al tornillo para que no continúe girando.

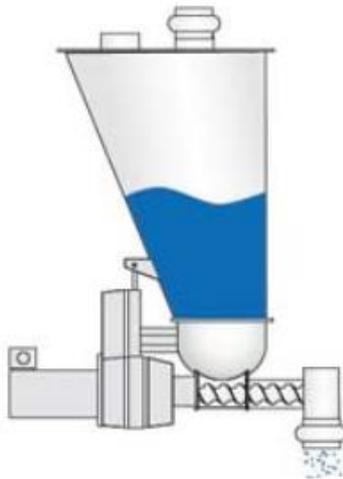


Figura 8. Dibujo de un dosificador de tornillo y balanza

Este sistema es muy preciso, garantizando un buen dosificado y estimando un margen de error en torno al 0,5%.

f) Dosificador con balanza multicabezal

Actualmente, este es el sistema más rápido y preciso para dosificar sólidos, tanto homogéneos como no homogéneos. Debido a la gran velocidad a la que trabaja este tipo de dosificador no puede ser provisionado de forma manual y está obligado a utilizar un elevador de productos para ello.

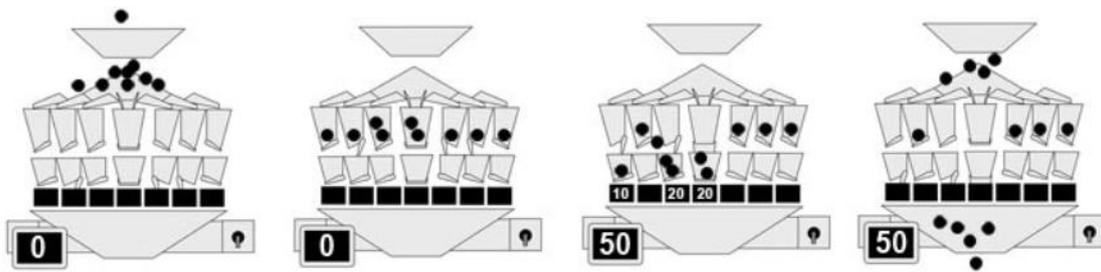


Figura 9. Dibujo de un dosificador con balanza multicabezal etapa por etapa (desde la entrada del producto hasta su salida)

Está formado por múltiples recipientes donde se deposita el producto a dosificar, además estos recipientes tienen en su interior celdas de carga para medir el peso que contienen.

Los recipientes tienen un peso menor que el envase donde finalmente se dosificara el producto, para después con la mejor combinación posible de los distintos pesos que contiene cada recipiente, alcanzar el peso buscado para el envase.

g) Dosificador con canales vibratorios

Este dosificador está formado por una tolva vibratoria y por unos canales vibratorios de grandes y pequeñas dimensiones.

El producto es dosificado continuamente mediante la tolva vibratoria hasta los canales vibratorios, sincronizados automáticamente con cada ciclo de la máquina.



Figura 10. Dosificador de un único canal vibratorio

La intensidad con la que vibra tanto la tolva como los canales se ajusta a las características del producto.

Este sistema se utiliza para productos que fluyen de manera simple por la tolva y los canales, como caramelos, pasta, productos deshidratados, etc.

h) Embutidora

La embutidora no forma parte del grupo de los dosificadores pero se ha decidido incluirlo al final debido a que en un principio se pensó en utilizar este sistema para el diseño de la máquina, pero finalmente no resultó viable.

Una embutidora principalmente sirve para embutir carne y se pueden encontrar dos tipos en el mercado: manual o industrial.

La embutidora manual suele ser robusta y está formada por un depósito de acero inoxidable, donde se deposita la carne para ser embutida.

Todo el proceso de embutición empieza girando una manivela manualmente, que acciona una rueda dentada, y que a su vez transmite el movimiento a una cremallera, la cual genera un movimiento vertical.

Dicho eje cremallera transmite el movimiento a un conjunto de plato empujador que ejerce la presión necesaria en la carne para que esta pueda salir por la boquilla y poder así rellenar el embutido.

La embutidora manual puede ser horizontal o vertical y su capacidad oscila entre los 2 y 10 kg.

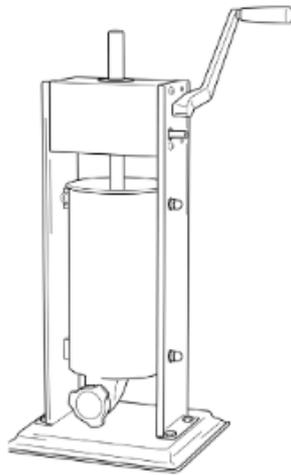


Figura 11. Dibujo de una embutidora vertical manual

Por otro lado, la embutidora industrial está formada por un depósito de acero inoxidable pero con una capacidad mayor que en la embutidora manual. La embutidora industrial es una máquina de mayor tamaño y de tipo profesional, que trabaja con volúmenes de hasta 50 litros.

El proceso de embutición es controlado electrónicamente y accionado manualmente a través de una rodillera de fijación, que envía una señal a un pistón hidráulico, el cual se encarga de ir desplazando de forma vertical hacia arriba la carne, para que esta vaya saliendo por la boquilla.

También la maquina dispone de una tapa en la parte superior, fijada por cuatro columnas para que la carne no pueda salir y así pueda haber un vacío total dentro del depósito.

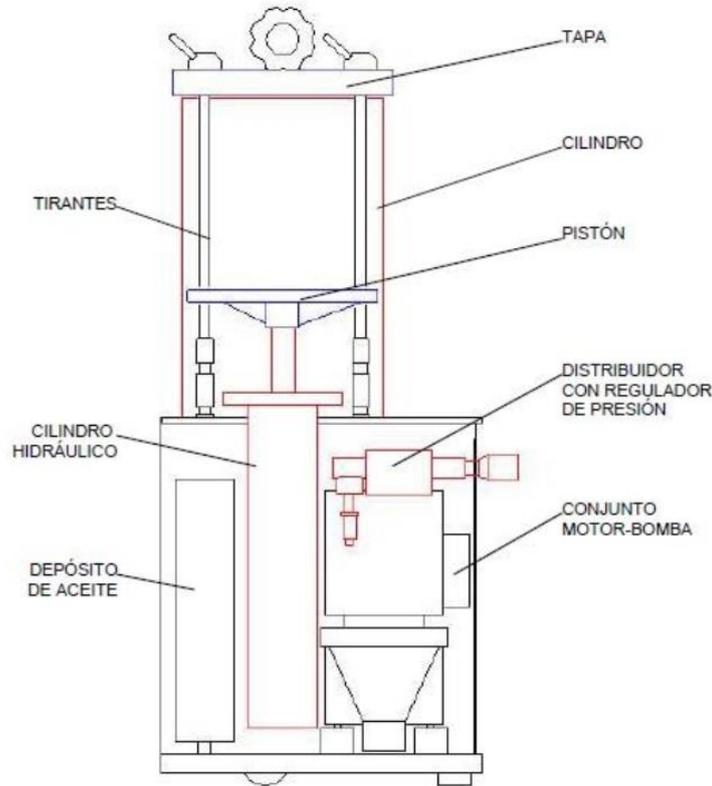


Figura 12. Esquema de una embutidora vertical automática con sistema hidráulico

IV.3. DISPOSITIVOS DE FLUJO

Los productos viscosos tienen una dificultad a la hora de fluir, debido a las propiedades que tienen, por tanto, se necesita implementar dispositivos de flujo que ayudan al producto a fluir considerablemente.

Los dispositivos de flujo cuando se habla de máquinas dosificadoras, se agrupan en tolvas y alimentadores, e incluso se pueden combinar entre ambos. Los dispositivos de flujo que se pueden encontrar son los siguientes: tolvas vibratorias, alimentadores de tornillo sin fin, alimentadores de banda, alimentadores de banco y alimentadores vibratorios.

IV.3.1. Tolvas vibratorias

Se utilizan para realizar una abertura mayor de los depósitos de almacenamiento y generar así el flujo, al romper los puentes formados por el producto. Generalmente se encuentran dos tipos de tolvas vibratorias, son las siguientes:

- Giratoria: La vibración es aplicada de manera perpendicular al canal de flujo
- Torbellino: Se realiza una elevación y una oscilación al producto, rompiendo de esta manera los puentes.



Figura 13. Diseño en 3D de una tolva vibratoria torbellino

IV.3.2. Alimentadores de tornillo sinfín

Este sistema se puede combinar con una tolva, donde generalmente el tornillo sin fin se encuentra en la parte inferior de la tolva, ayudando a descargarla. El paso variable que tiene el tornillo produce un arrastre uniforme del producto por la apertura completa de la tolva.

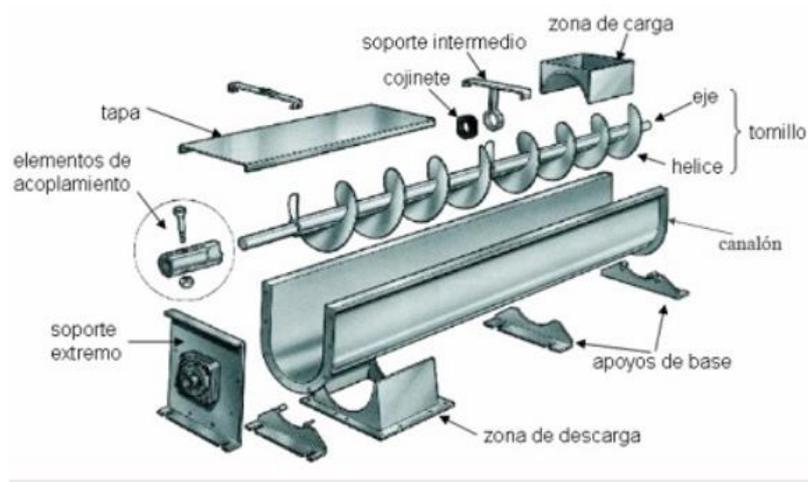


Figura 14. Despiece completo de un alimentador de tornillo sin fin

IV.3.3. Alimentadores de banda

Los alimentadores de banda consiguen un flujo uniforme a partir de un depósito, siempre que no se produzcan un punto muerto en el canal de flujo por encima de la banda del alimentador.

Para asegurar el flujo del producto que se adhiere en la pared frontal del depósito, se tiene que instalar una placa golpeadora inclinada al frente de la tolva.



Figura 15. Alimentador de banda industrial con un depósito instalado en la parte superior y una tolva en la parte inferior

IV.3.4. Alimentadores de banco

Utilizan el mismo principio que los alimentadores de banda, el faldón se eleva por encima del banco en un patrón en espiral para proporcionar una capacidad mayor en la dirección de rotación. La reja situada por fuera del depósito, solo arrastra el material que fluye fuera del faldón.

IV.3.5. Alimentadores vibratorios

Los alimentadores vibratorios actualmente son transportadores magnéticos que proporcionan un flujo uniforme a lo largo de una abertura ranurada de longitud limitada.

Pueden utilizarse incluso como tamiz vibratorio lineal para eliminar la contaminación de partículas de gran tamaño.

Este sistema suele utilizarse para productos granulados y presenta problemas con productos pegajosos.



Figura 16. Sistema dosificador con tolva y alimentador vibratorio

IV.4. SENSORES Y ACTUADORES

Una instalación de control está formada por tres componentes principales: sensores, sistema de control (elementos) y actuadores. En este punto la línea de contenido estará más centrada en los sensores y los actuadores, debido que para el diseño mecánico de la maquina es lo más importante.

Los sensores son dispositivos que *‘recogen información del mundo real y la entregan al sistema de control’* de manera que el sistema de control *‘entienda’*, procese la información y tome decisiones.

Un ejemplo podría ser el funcionamiento de un sensor óptico de barrera, de estado de puerta abierta/cerrada, que cuando un objeto se coloca entre el sensor e interrumpe el haz de luz que emite genera una señal eléctrica de puerta abierta que envía al sistema de control y por consiguiente, a partir de que el objeto deja de interrumpir el haz de luz, el sensor genera otra señal eléctrica de puerta cerrada.

‘Su función es transformar un parámetro o estado físico del entorno que nos rodea en una información traducida a señales eléctricas que proporcionaremos al sistema de control’

Por otro lado, los actuadores son dispositivos que *‘siguiendo las órdenes del sistema de control’*, realizan *‘acciones que repercuten en el mundo real’*, por ejemplo: motores, relés, válvulas, indicadores luminosos, etc. Es importante clarificar que en muchas ocasiones el actuador es el dispositivo que pone en marcha alguno de estos equipos.

Por último, el sistema de control recibe *‘información del entorno’* sobre el que se quiere realizar una acción o una serie de acciones a través de los sensores, dicha información proporciona datos para que el controlador decida si hay que realizar alguna acción, si es el caso, esta acción es desempeñada por el actuador que tiene la posibilidad de originarla. Por ejemplo:

‘Un sensor óptico o de movimiento le indica al sistema de control que hay una persona u objeto cerca de las puertas automáticas de un centro comercial y el sistema determina que hay que abrir las puertas, para conseguirlo activa un dispositivo de transmisión (actuador) que controla un mecanismo de embrague conectado a una rueda dentada y a la puerta, provocando que las puertas se abran a través de unos cables que realizan el movimiento de apertura’

IV.4.1. Sensores

Son utilizados para realizar mediciones de magnitudes mecánicas, térmicas, eléctricas, físicas, químicas, etc. Se basan en el principio de conversión de la energía, donde el sensor percibe los cambios de una magnitud en cuestión y convierte dicha medición en una señal generalmente eléctrica para facilitar la información a instrumentos de lectura y registro o para un sistema de control, y así poder realizar las acciones que sean pertinentes en función de las mediciones realizadas.

Estos dispositivos se deben instalar en un lugar idóneo para medir esa magnitud, estado, nivel, etc. y entender su modo de operación para poder instalar, configurar o mantener sistemas que lo incorporen.

Hay una gran variedad de sensores para medir magnitudes de todo tipo y por ello, se pueden clasificar de muchas maneras:

- **Según el tipo de salida que generan:**
 - Analógicos: Proporcionan una salida de nivel variable en función del parámetro a medir, por ejemplo, un sensor de temperatura de -20° a +50° con salida 0-10V.
 - Binarios: Proporcionan un salida tipo ‘todo’ o ‘nada’ (1/0), por ejemplo, el estado de una puerta (abierta/cerrada).
 - Digitales: Entregan una información relativa a la medida con un protocolo de comunicación específico que el fabricante facilita.
- **Según la estructura interna que presentan:**
 - Pasivos: No necesitan alimentación, como son aquellas resistencias que cambian de valor según la luz o la temperatura.

- Activos: Están formados por circuitos electrónicos que tienen que ser alimentados, y por tanto, necesitan una fuente de energía.
- **Según el tipo de parámetros que son capaces de detectar:**
 - Mecánicos: Detectan aquellos parámetros que se corresponden con acciones mecánicas, contactos, aceleración, etc.
 - Ambientales: Mediciones de temperatura, humedad, velocidad del viento, etc.
 - Físicos: Realizan mediciones de distancia, tiempo, peso, etc.
 - Químicos: Niveles de oxígeno, contaminación en el agua, alcohol en sangre, etc.

Hay muchas formas de clasificar los sensores pero una clasificación posible y quizás la más utilizada es aquella que está relacionada con los ‘ámbitos de aplicación’.

En este caso, el ámbito de aplicación en el que es importante centrarse es aquel que está relacionado con la industria alimentaria, y más específicamente, con la dosificación de alimentos.

Por tanto, a continuación se hará una breve clasificación de cada uno de los sensores más utilizados en la industria alimentaria o en la dosificación de alimentos.

IV.4.1.2. Sensores binarios (todo/nada, ‘1’/ ‘0’)

Proporcionan información del tipo SI/NO o 0/1 y se pueden encontrar desde los más simples hasta sistemas mucho más complicados, pero siempre ofrecen dos estados discretos.

Interruptores, pulsadores, microrruptores, sensores finales de carrera, etc. son sistemas mecánicos simples en los que se abren o cierran dos contactos y al hacerlo establecen dos niveles eléctricos.

Estos sensores aunque trabajan con magnitudes físicas variables como temperatura, humedad, presión, etc. solo proporcionan niveles discretos todo/ nada, y esto es debido a que están preajustados a un nivel o los ajusta el usuario al nivel requerido para que desempeñen la función que se desee. Por ejemplo:

- Sensor de temperatura del motor de una máquina, cuando alcanza 85° (valor fijo) se pone en marcha el circuito de refrigeración.



Figura 17. Sensor de temperatura del motor de una maquina o vehículo.

- Sensor de final de carrera de una cinta transportadora, cuando llega a un punto determinado activa el final de carrera y este para el motor de la cinta.



Figura 18. Final de carrera con accionamiento por leva

- Nivel mínimo alcanzando en un depósito de agua, donde el sensor de nivel se activa y pone en marcha la bomba.



Figura 19. Sensor de nivel con accionamiento por flotador

- Sistema de relés de un circuito electroneumático, que recibiendo diferentes señales es capaz de abrir y cerrar electrónicamente (como un interruptor) un circuito eléctrico, generando así movimientos/funciones en otro circuito.

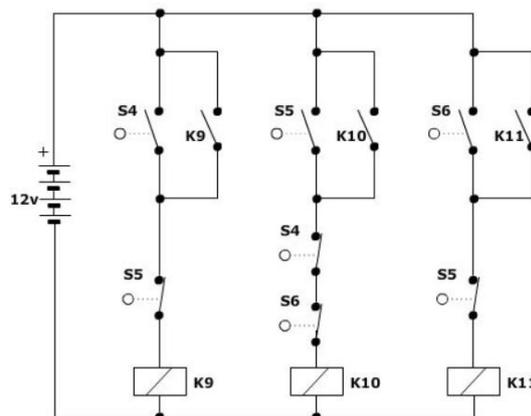


Figura 20. Circuito eléctrico compuesto por relés, contactos normalmente abiertos y pulsadores.

IV.4.1.3. Sensores de nivel de luz

Están basados en dos tipos de tecnologías:

- **Resistencias variables en función del nivel de luz (LDR):** cuanta más luz reciben la resistencia disminuye considerablemente. Tienen una gran sensibilidad, pero al cambiar la luz, si esta cambia muy rápido, la resistencia en cambio, variara de forma más lenta.



Figura 21. Resistencia LDR

- **Semiconductores sensibles a la luz (fotodiodos, fototransistores, etc.):**
 - Fotodiodos: son sensibles a la incidencia de luz visible o infrarroja. Tienen que ser polarizados inversamente para que cuando sea excitado por la luz se produzca una circulación de corriente.



Figura 22. Fotodiodo

- Fototransistores: sensibles a la luz, pero sobretodo infrarroja. Cuando la luz incide sobre la región de base, se producen portadores que cambian de estado el transistor a un estado de conducción.



Figura 23. Fototransistor

IV.4.1.4. Sensores para automatizar procesos

Son utilizados para iniciar sistemas, ajustar parámetros, seleccionar opciones entre muchas otras cosas. También son una parte importante de un sistema de control. Se conocen como pulsadores, interruptores, conmutadores, potenciómetros, codificadores, etc.



Figura 24. Interruptores de botón pulsador

Son mecanismos simples los que emplean estos sensores y la mayoría tienen dos estados como conduce/ no conduce, activo/ no activo, diferentes posiciones, pero también hay mecanismos más complicados como los potenciómetros o codificadores.

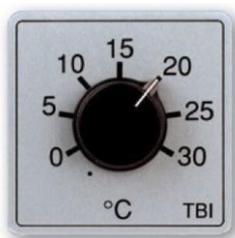


Figura 25. Potenciómetro del sistema de aire acondicionado de un local

IV.4.2. Actuadores

Los actuadores son los dispositivos que se encargan de transformar una señal del sistema de control en una acción o en varias acciones, a partir de una energía suministrada.

Son la parte que actúa dependiendo de lo que pase en la entrada (sensores) y de lo que está establecido en el circuito (sistema de control).

En la actualidad se pueden encontrar, de forma genérica, tres tipos de actuadores: hidráulicos, neumáticos y eléctricos. De todas formas, lo importante no es el tipo de energía que utilizan para funcionar sino el tipo de señales que manejan para ponerse en marcha.

La gran mayoría de actuadores únicamente tienen dos estados: marcha/paro, abrir/cerrar, etc. y se manejan con señales digitales del tipo 0/1.



Figura 26. Motor eléctrico de dos estados (marcha/paro).

Por otro lado, otros actuadores necesitan de valores analógicos (grado de apertura de una válvula, velocidad de rotación de un motor, etc.) para poder funcionar correctamente.



Figura 27. Válvula de paso de agua regulable

Estos actuadores usan señales de mando del tipo 0-5V, 0-10V, 0-20 mA, 4-20 mA, etc. es decir, tienen un rango entre dichos valores de voltaje o intensidad de manera que el parámetro medido está relacionado directamente y de forma lineal con el valor ofrecido.

IV.4.1.5. Actuadores de marcha y paro

Son los más comunes para ser utilizados en los sistemas de control, además, los sistemas de control suelen llevar instalado un dispositivo que permite gobernar equipos externos con órdenes del tipo marcha/paro.

Los elementos que más se suelen emplear para este tipo de mando son los relés y los contactores. Son dispositivos que son controlados a través de tensiones y corrientes pequeñas, dirigidas desde el sistema de control, que permiten el mando de tensiones diferentes (CC y AC) con intensidades mayores.

El relé, es un componente que posee un electroimán, el cual al aplicarle una corriente genera un movimiento mecánico que cierra circuitos, creando así movimientos/funciones en otro circuito o equipo externo.

En cambio, el contactor se diferencia del relé básicamente porque trabaja con corrientes mayores y mandos de mayor potencia, pero se basan en el mismo principio.

En ambos, es importante que se respeten las características de aquel con el que se vaya a trabajar, es decir, que los parámetros de los contactos no se excedan y los valores de tensión y corriente estén dentro del rango correcto de funcionamiento.

Entre los actuadores de marcha y paro se pueden encontrar: motores eléctricos, cilindros neumáticos, válvulas hidráulicas, etc.

IV.4.1.6. Actuadores de niveles intermedios y ajustables

Hay sistemas que requieren de salidas con valores diferentes del tipo marcha/paro, por ejemplo, un paso de aire ajustable, un ventilador con diferentes velocidades, una válvula para controlar el paso de agua, etc.

Debido a esto, se necesitan actuadores que trabajen con salidas de control con valores variables.

Por ejemplo, una válvula para controlar el paso de agua caliente se puede controlar con la tensión 0-10V, relacionando la tensión 0V a la válvula cerrada, 10V a la válvula completamente abierta y los valores intermedios para diferentes grados de apertura de la válvula.

Como se ha visto anteriormente las salidas más utilizadas que tienen valores ajustables son las siguientes: 0-10V, 0-5V, 0-20mA y 4-20mA.

IV.5. MOTORES Y REDUCTORES

En el desarrollo de un proyecto electromecánico, la selección del tipo de motor y si debe ser de accionamiento directo o se acoplan dispositivos que permiten la transmisión, la reducción o ambas, puede llegar a ser una de las partes más críticas del proyecto.

A continuación, se mostrara un breve resumen de los tipos de motores eléctricos, más comunes en este tipo de proyectos, con sus ventajas y desventajas. También se explicara el papel que juegan los reductores en este punto.

IV.5.1. Motores eléctricos

Para el diseño de un actuador eléctrico para un proyecto se necesita conocer muy bien los diferentes tipos de motores eléctricos y sus características.

A través de este estudio, se podrá encontrar el motor que mejor se adapte a las necesidades del proyecto en cuestión. Los diferentes tipos que se pueden encontrar son:

IV.5.1.2. Motores universales

Son motores que pueden ser alimentados de dos formas, por corriente continua y por corriente alterna. Son utilizados frecuentemente para aquellas maquinas que precisan de suficiente velocidad con cargas de potencia débiles.

Este tipo de motores son utilizados en aplicaciones simples que no son de uso continuo, debido a que su diseño no tolera periodos de tiempo largos de actividad. Otro punto negativo, sería su alto ruido.

IV.5.1.3. Motores de corriente alterna (AC)

Los motores de corriente alterna son de las variantes más escogidas y económicas. Se pueden distinguir entre:

- **Motores monofásicos:** son alimentados con corriente monofásica de 230V. Son utilizados cuando se requiere una potencia pequeña (menores

de 3KW). Su principal inconveniente es que carecen de arrancador. Se pueden distinguir entre síncronos (velocidad fija) y asíncronos (velocidad variable).

- **Motores trifásicos:** son alimentados con corriente trifásica de 430V. Son más comunes en el ámbito industrial. En comparación con los motores monofásicos, se pueden poner en marcha sin el arrancador.

IV.5.1.4. Motor de corriente continua (DC)

Este tipo de motores sufren un mayor desgaste que los motores de corriente alterna, pero controlar de mejor manera la velocidad, ajustándose a través de una resistencia en el inductor. También es posible cambiar el sentido de rotación.

Se pueden distinguir entre motores con escobillas o motores sin escobillas. Al llevar escobillas el motor se desgasta y vibra menos.

La desventaja principal de estos motores es la poca precisión en el arranque y parada del motor.

IV.5.1.5. Motor paso a paso

Los motores paso a paso, al contrario que los motores de corriente continua, alimentan (excitan) al inductor a través de una fuente de alimentación externa.

De esta manera, la precisión en el arranque y en la parada del motor es mayor, únicamente modificando y controlando la corriente de excitación al inductor se puede variar su velocidad.

Estos dispositivos electromagnéticos convierten pulsos digitales en movimiento de rotación mecánica.

La rotación es proporcional al número de pulsos provocados, en cambio la velocidad de rotación está relacionada con la frecuencia de dichos pulsos. En definitiva, los impulsos se definen por un ángulo determinado que es alimentado por un dispositivo programable.

Los motores paso a paso son muy recomendables cuando la inercia del sistema es limitada, es decir, el tiempo de aceleración y deceleración no sea prolongado.

Se podría decir en grandes rasgos que este tipo de motores se suelen aplicar donde la precisión de los desplazamientos tiene una gran consideración.

IV.5.1.6. Servomotores

Los servomotores verdaderamente son motores paso a paso pero con una electrónica de control integrada, permitiendo así el control de la posición y del movimiento, llegando a controlar un giro con el grado exacto.

En la actualidad, no suelen ser muy utilizados a nivel industrial debido a su alto precio pero cada vez más se están empezando a comercializar.

IV.5.2. Motorreductores

Los motorreductores son mecanismos que ajustan la velocidad de los motores eléctricos, limitando el ritmo al que deben funcionar. Están compuestos por una serie de engranajes que configuran la cadena cinemática, que son los que van ajustados sobre ejes giratorios (arboles).

El papel principal que desempeñan es reducir la velocidad inicial, la cual es elevada, a otra menor para que de esta manera el mecanismo no sufra. Además de esta función, el reductor también se ocupa de adaptar la potencia mecánica del sistema.

Según la configuración interna de los reductores se puede seguir la siguiente clasificación:

IV.5.1.7. Planetarios

Los motorreductores planetarios están estructurados por etapas, y presentan las siguientes partes:

- **Sol:** es el engranaje central y gira sobre el eje central del sistema

- **Portaplanetas:** esta engranado con el sol (engranaje central) y sujeta hasta 3 engranajes (satélites)
- **Corona:** esta engranada con los satélites.

El eje central puede ser utilizado como centro de giro, si es necesario, para cambiar la dirección.

Este tipo de reductor es bastante fiable y es muy versátil. Por este motivo, es muy utilizado en transmisiones automáticas y encaja bien en muchos sectores, como la automatización industrial.

También presentan una mayor superficie de contacto, que genera una rodadura más suave y un bajo nivel de ruido. Además, esta mejor rodadura y su buena rigidez a torsión proporciona una mayor durabilidad.

IV.5.1.8. Sin-fin corona

El motorreductor sin-fin corona tiene el mecanismo más simple, y esto es debido a que la transmisión de movimiento se realiza a través de una corona utilizando un sin-fin enfilado colocado en un eje.

Para calcular la reducción de velocidad que se produce depende del número de dientes de la corona y del número de entradas del tornillo.

Una de las mejores ventajas de estos motorreductores es que son capaces de realizar un gran reducción con pocas etapas, en cambio con engranajes convencionales se necesitarían múltiples reducciones.

IV.5.1.9. Ejes paralelos

Los motorreductores de ejes paralelos están formados por parejas de engranajes, los cuales son:

- **Cilíndricos de dientes rectos:** son los más frecuentes.
- **Cilíndricos de dientes helicoidales:** presentan una mayor potencia y velocidad, pero son más silenciosos.

- **Doble helicoidales:** su objetivo principal es eliminar axial.

Estos reductores son capaces de soportar un alto torque y fuerza radiales, además presentan un diseño compacto.

IV.6. ESTUDIO DE MERCADO

En el estudio de mercado que se ha realizado se han podido ver diferentes máquinas de alimentación que desarrollan procesos diferentes dependiendo del producto que se requiere dosificar.

En este apartado, se van a explicar los procesos que desarrollan cuatro diferentes máquinas de alimentación y en los que el proyecto se ha podido apoyar.

IV.6.1. DML-50-1/1450-600

El dosificador DML-50-1/1450-600 está formado por una tolva de 50 litros donde se carga el producto, una válvula de apertura/cierre, de accionamiento neumático, que permite el paso o no del producto y una báscula para pesar el producto dosificado.

La estructura que soporta al conjunto de elementos, es un carro móvil de 1450 mm de longitud y 600 mm de anchura.



Figura 28. Dosificador DML-50-1/1450-600

El funcionamiento del dosificador es muy sencillo, el producto es conducido desde su descarga en la tolva por una serie de conductos a través de una bomba helicoidal, la cual hace posible que el producto pueda fluir de manera constante hasta la parte superior, donde se realiza la dosificación.

La tolva consta de un mini sensor que es capaz de detectar si el nivel del producto es bajo. También tiene una válvula de seguridad que en el caso de sufrir una obstrucción durante la salida, enviar el producto otra vez a la tolva.

Las formas de uso que integra son generalmente dos, de forma automática donde la cantidad de dosificación es la misma y se repite continuamente, y de forma manual donde la cantidad de dosificación puede ser diferente en cada ciclo.

Su aplicación va dirigida a la dosificación de líquidos sin importar la viscosidad que puedan llegar a tener.

IV.6.2. AZODOS tipo P DV:

La unidad de dosificación AZODOS tipo P DV funciona de forma volumétrica. El producto a granel es introducido de forma manual o automática en el depósito, donde fluye a través de uno o dos tornillos de dosificación. Se emplea además un agitador para garantizar una descarga del producto uniforme.

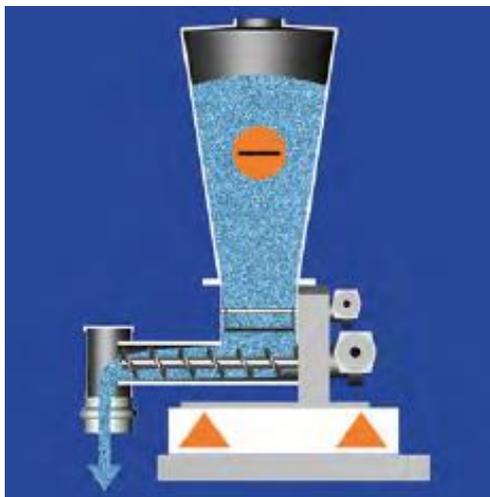


Figura 29. Diseño interno del funcionamiento del dosificador Azodos tipo P DV

Un motor de engranajes controlado por frecuencia, se encarga de regular el flujo del tornillo de dosificación, de grueso a fino, para realizar una medición más precisa a la hora de realizar el pesaje aguas abajo.

Los tornillos dosificadores son fácilmente extraíbles de la carcasa, únicamente se debe tirar hacia atrás con una extractor desmontable, lo que facilita la limpieza y el remplazo de componentes individuales.

El diseño de la maquina está fabricado en acero inoxidable al cromo-níquel con varios acabados superficiales. Además dispone de varias geometrías de tornillo en función del producto que se requiera dosificar.

El manejo y control de la maquina puede realizarse a través de un sistema creado por la misma empresa, llamado AZO@CONT. El sistema muestra los parámetros mediante un panel de control, donde se puede configurar y controlar todo el proceso.



Figura 30. Dosificador Azodos tipo P DV

La unidad de dosificación AZODOS tipo P DV se puede utilizar en la industria alimentaria, así como en la industria farmacéutica, química y de plásticos, donde los procesos de producción requieren un flujo grueso/fino a un caudal másico uniforme. Su aplicación es óptima para productos en polvo en procesos de pesaje y producción.

IV.6.3. Rovema VDD:

La dosificadora volumétrica de vasos telescópicos Rovema VDD está formada por una tolva en la parte superior, un contenedor de alimentación que está conectado a la tolva, una regleta de nivel, una unidad de placa de dosificación a continuación donde se encuentran los vasos dosificadores, un tubo de descarga y un motor de engranajes.

Su principio de funcionamiento comienza introduciendo el producto por la tolva hasta caer en el contenedor de alimentación. Posteriormente, la unidad de placa de dosificación, donde se encuentran los vasos telescópicos, gira en torno a un eje que es conducido a través del motor de engranajes.

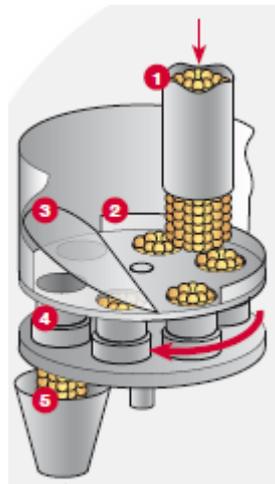


Figura 31. Esquema simplificado de la dosificadora volumétrica Rovema VDD formada por un tubo de carga (1), un contenedor de alimentación (2), una regleta de nivel (3), una placa de dosificación (4) y un tubo de descarga (5).

El giro que realiza la placa de dosificación permite que cuando los vasos pasan por la misma posición donde se encuentra conectada la tolva al contenedor, el producto se transfiere a los vasos dosificadores hasta llenarlos para la próxima etapa.

En la siguiente etapa, la regleta de nivel que se encuentra dentro del contenedor de alimentación, se encarga de eliminar los excedentes que pueda haber en el vaso para que la medida a dosificar sea la correcta.

En la etapa final, el vaso dosificador al haber sido transferido el producto correctamente y al haber eliminado cualquier excedente que pudiera tener, únicamente tiene que pasar por la misma posición donde se encuentra el tubo de descarga para proceder a dosificar el producto.



Figura 32. Dosificadora volumétrica de vasos telescópicos Rovema VDD

La dosificadora volumétrica VDD está diseñada para dosificar productos de flujo libre como pellets o granulados como, por ejemplo, arroz, pasta, frutos secos, chocolate o azúcar.

El ajuste de diferentes volúmenes es posible debido a que los vasos telescópicos tienen la ventaja de poder agrandar o reducir su tamaño sin necesidad de ser intercambiados. La altura del motor se puede regular, por tanto, permite adaptar el volumen de dosificación.

Las funciones de llenado, dosificación y descarga pueden ser diseñadas para una operación continua o para una operación intermitente.

Su uso puede ser como una sola unidad o puede combinarse con otras máquinas para aplicaciones de envasado o líneas de producción industrial.

IV.6.4. Leonhardt SD:

La dosificadora Leonhardt SD utiliza un sistema volumétrico por vacío. Está compuesta por una tolva, un tornillo sinfín, un motor de engranajes, un vaso telescópico, cuatro sensores ópticos, un cilindro neumático y una bomba de vacío.

El proceso de dosificación comienza cargando el producto en la tolva, situada en la parte superior, de forma manual o automática. A continuación, mediante un tornillo sinfín se alimenta el tubo de precarga.

Debajo del tubo de precarga se encuentra un vaso telescópico donde se define el volumen a dosificar y se ajusta mediante un sistema de vacío. Después el vaso telescópico es arrastrado a través de un cilindro neumático, cortando la porción y descargándola en el tubo de descarga donde se encuentra el envase.



Figura 33. Maquina dosificadora Leonhardt SD

El sistema de vacío consigue ajustar de manera precisa la medida de dosificación del vaso, y también realiza una mejor descarga del producto al envase.

Todo el proceso es controlado mediante un PLC, donde se puede ajustar las especificaciones de dosificación en cuanto al volumen, velocidad y modo manual o automático.

El modo manual es muy sencillo y únicamente se necesita de un operario, que tiene que estar situado en todo momento controlando manualmente en el panel de control el tiempo y la velocidad de dosificación que se requiera.

Normalmente, el modo manual se utiliza cuando los sensores ópticos que se encuentran en el tubo de precarga, no son aplicables.

Son cuatro sensores ópticos, colocados de forma transversal en el tubo de precarga, el cual es transparente, por parejas y funcionan emitiendo un rayo de luz conectado a su respectiva pareja a través del tubo. En el momento en que el producto llena el tubo de precarga, se corta la conexión entre los sensores, indicando en este momento que el tubo de precarga está lleno.

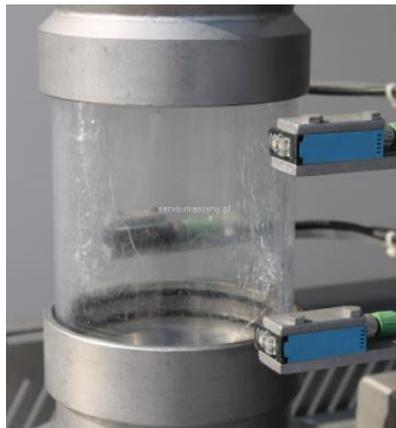


Figura 34. Tubo de precarga de la dosificadora Leonhardt SD con sus cuatro sensores ópticos posicionados

De este modo, se le da información al PLC para que detenga la transferencia de producto al tubo de precarga y para que realice la dosificación.

En cambio, cuando se trata de productos con aliños o salsas, el tubo de precarga está continuamente opaco y los sensores no pueden trabajar, ya que la luz del sensor nunca llega a conectarse con su respectiva pareja, por tanto, es imposible utilizar el modo automático y es necesaria la participación de un operario para llevar a cabo el proceso.

V. ANALISIS Y DISEÑO

V.1. CRITERIOS DE DISEÑO Y SELECCIÓN

A lo largo del proceso de desarrollo del proyecto, se han estudiado diferentes sistemas de dosificación y maquinas dosificadoras, para así conocer las distintas posibilidades que existen y cómo funcionan.

Al final de este camino se debe elegir una solución que abarque la mayoría de los objetivos que se definieron al principio del proyecto, como son:

- Dosificar alimentos semisólidos viscosos
- Dosificar de forma automática o semiautomática
- Dosificar de forma precisa, con velocidades estables para una producción mínima y máxima
- Diseñar una maquina con dimensiones acordes al espacio reducido que se dispone
- Diseñar una maquina con un montaje y desmontaje sencillo para su mantenimiento y limpieza
- Diseñar una máquina de bajos costes y pequeños gastos de adquisición, funcionamiento y mantenimiento

Posiblemente, no se alcance el mismo grado de satisfacción en todos los puntos pero al menos llegar a implantar todos y cada uno de ellos.

El funcionamiento y la viabilidad del diseño de cada parte de la máquina, se podrán deducir a través de diferentes cálculos y modelos.

V.2. DISEÑO FINAL DE LA MAQUINA

V.2.1. Características de la maquina

La máquina se ha diseñado para dosificar entre 380 y 840 kg/h de alimentos semisólidos viscosos que han sido preparados o cocinados previamente, como por ejemplo la ensaladilla rusa o la pasta boloñesa.

Es capaz de dosificar alimentos semisólidos viscosos cuando tengan un peso específico entre 600 y 1000 kg/m³. Otros platos de comida, ya precocinados, que puede dosificar son: el pollo con almendras (833,33 kg/m³) o la ensaladilla americana (923 kg/m³).

La velocidad de dosificación de la maquina está comprendida entre 10 y 30 dosificaciones por minuto que equivale a una producción entre 600 y 1800 envases por hora. Los envases pueden contener entre 200 y 450 gramos de alimento aproximadamente.

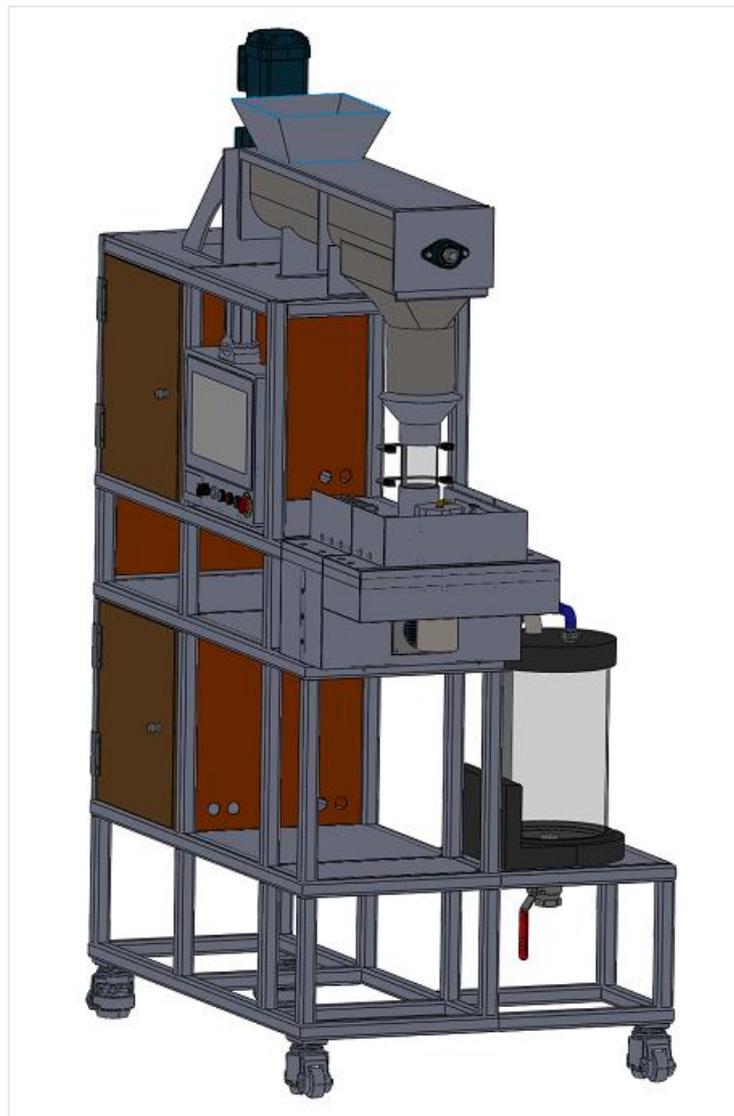


Figura 35. Diseño final de la maquina dosificadora de alimentos semisólidos viscosos

V.2.2. Dimensiones de la maquina

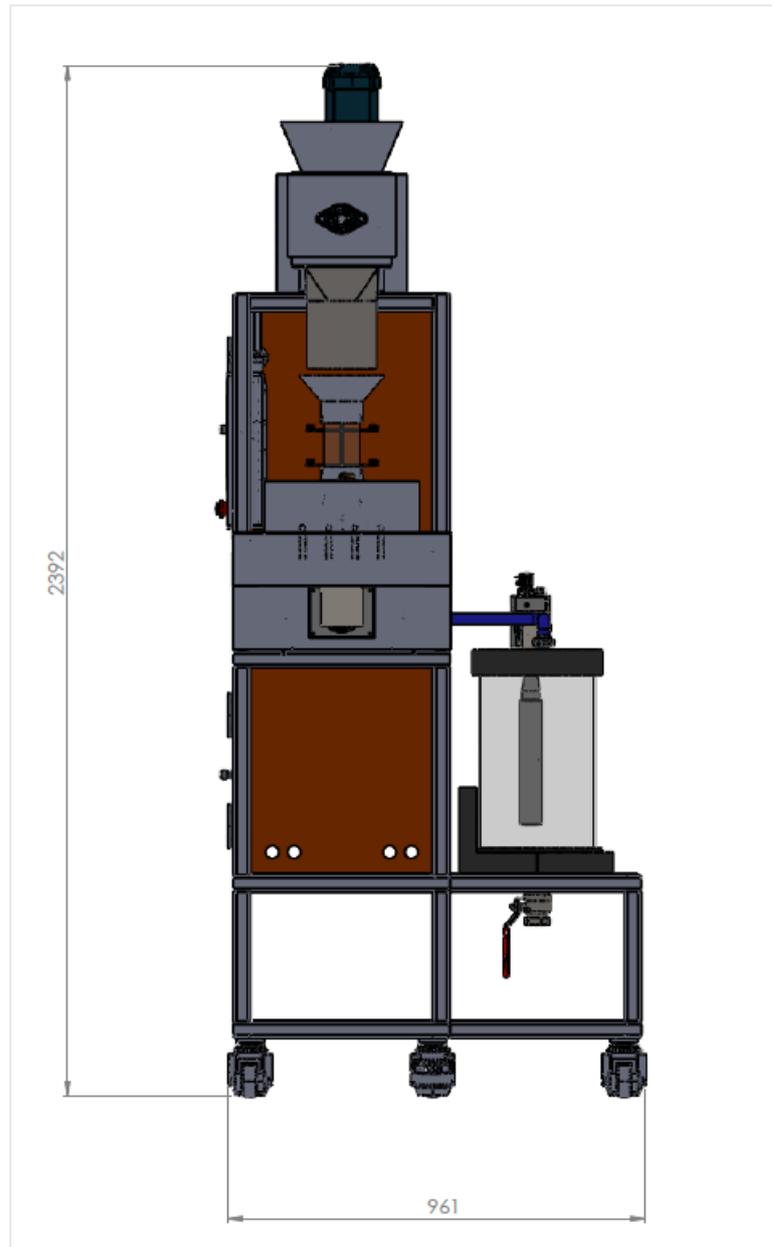


Figura 36. Dimensiones generales de la vista frontal de la maquina

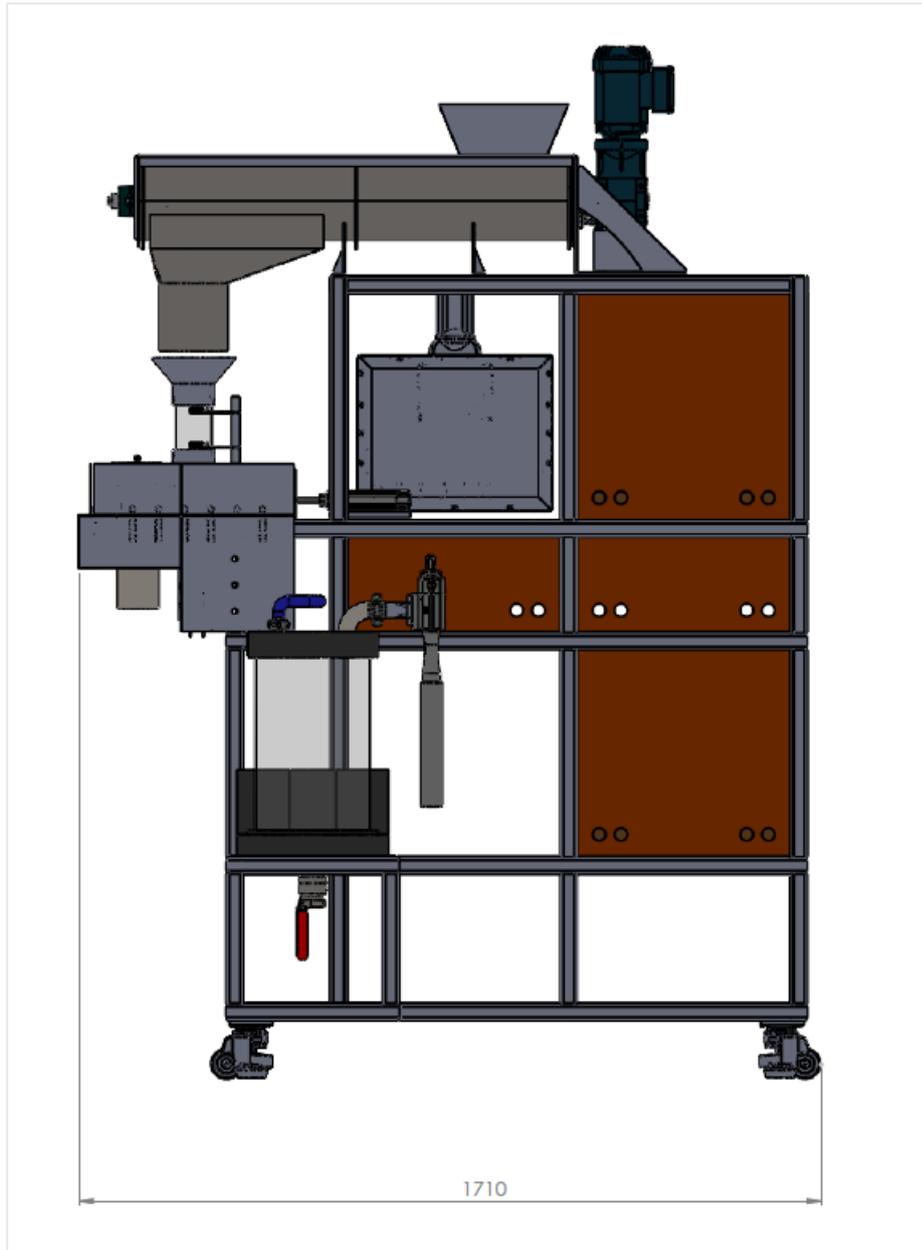


Figura 37. Dimensiones generales de la vista lateral de la maquina

V.2.3. Sistemas de la maquina

V.2.1.2. Transportador de tornillo helicoidal

El transportador de tornillo tiene la función de transportar de forma homogénea el producto al tubo de precarga del sistema dosificador.

- **Descripción:** está formado por un tornillo helicoidal de 1000 mm de longitud que tiene 8 hélices de 160 mm de diámetro con un paso entre ellas de 160 mm.

El tornillo helicoidal está dentro de una artesa en forma de U, la cual esta sellada en sus extremos por dos secciones rectangulares y en la parte superior por una tapa desmontable.

Además, en la parte superior se encuentra también la tolva de carga, que está alojada encima de la tapa.

La artesa se sujeta de forma horizontal mediante dos soportes situados debajo la artesa y que van atornillados a la estructura de la máquina.

El par y la velocidad se transmiten a través de un motor reductor de 0,75 kW de la marca SEW EURODRIVE de 4 polos y 60Hz, modelo KAF37DRN71M4 que esta acoplado a un reductor con reducción $i=20$ y velocidad de salida 87 rpm.

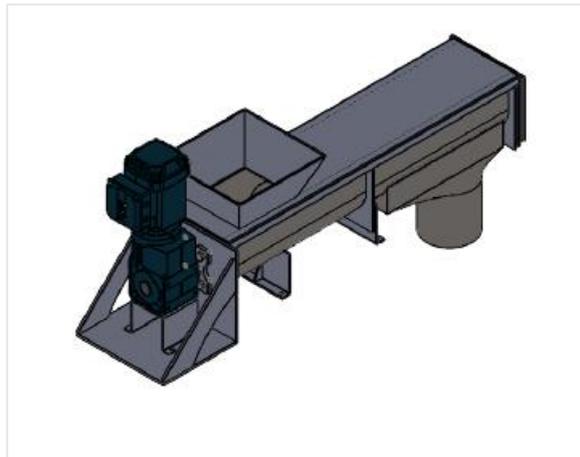


Figura 38. Diseño final en perspectiva del transportador de tornillo

- **Proceso:** el transportador de tornillo es el primer componente que recibe el producto, a través de la descarga manual del producto en la tolva de entrada. Una vez se conecta el motor reductor del que dispone, le transmite el par y la potencia al tornillo helicoidal, que se encarga de transportar de forma homogénea el producto hasta la boca de descarga, donde finalmente el producto es depositado en el sistema dosificador.

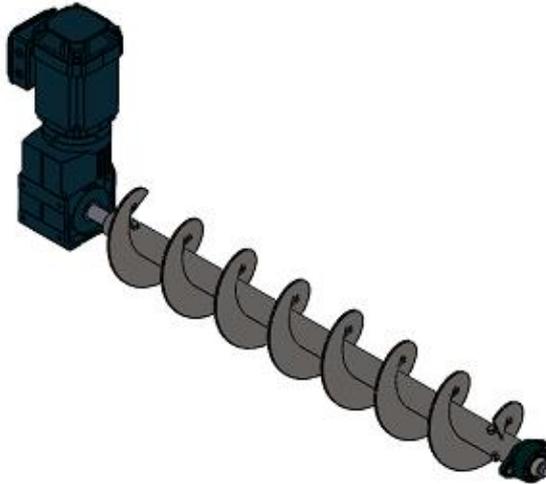


Figura 39. Sistema motriz del transportador de tornillo

- **Materiales de fabricación:** todas las chapas y elementos que están en contacto con el producto: tapas, artesa, hélices y el eje del helicoidal están fabricados en acero inoxidable 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2), o más bien conocido como AISI 316.

El resto de componentes que son básicamente los elementos estructurales (soporte para el motor, soportes para la artesa, el resto de chapas y los rodamientos) también están fabricados con acero inoxidable 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2)

- **Dimensiones:** Las dimensiones del transportador de tornillo helicoidal están normalizadas bajo la normativa ANSI/CEMA 300-2021 (normativa para el diseño dimensional de transportadores de tornillo sin fin)
- **Componentes:** El transportador está compuesto de los siguientes componentes:
 - Motor Sew Eurodrive KAF37DRN71M4
 - Soportes para la artesa y el motor.
 - Rodamiento de bolas con soporte de acero.

V.2.1.3. Sistema dosificador

El sistema dosificador se encarga de dividir todo el producto que recibe, a través del transportador, en porciones más pequeñas para luego ser depositadas en diferentes envases.

- **Descripción:** el sistema dosificador está formado en primer lugar por una estructura principal de tres chapas soldadas que forman una U. Sobre esta estructura van atornilladas cuatro guías, dos a cada lado, y cada guía tiene dos patines.

Posteriormente, sobre estos patines van atornilladas dos chapas plegadas en forma de U. Una chapa se sitúa en la parte superior y la otra en la parte inferior de la estructura, una chapa esta encima de la otra pero sin tocarse entre ellas.

La chapa superior tiene dos alojamientos donde van alojados dos pasatabiques, en uno de ellos está conectado el tubo de precarga y en el otro la entrada de aire comprimido (todos conectados por la parte superior de la chapa).

Además en la parte superior hay colocado un soporte con cuatro sensores ópticos, uno a cada lado del tubo de precarga. En la parte central del tubo, tiene una sección transparente, la cual está hecha así para que los sensores ópticos indiquen cuando el tubo está lleno y vacío.

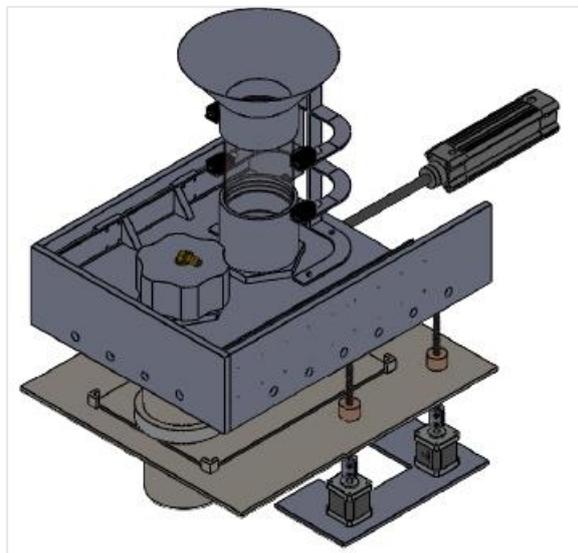


Figura 40. Diseño final en perspectiva del sistema dosificador

La chapa inferior tiene un solo alojamiento, donde va conectado por la parte inferior el vaso dosificador. En la parte trasera la chapa esta atornillada a un cilindro neumático.

Las dos chapas se conectan entre sí a través de los pasatabiques, que tienen dos acoples de plástico en la parte inferior, que se apoyan sobre la chapa inferior.

El vaso dosificador es telescópico, es decir, se compone de dos cilindros, un cilindro superior de diámetro más pequeño al cilindro inferior. El cilindro superior puede pasar a través del interior del cilindro inferior.

El cilindro superior va atornillado a la chapa inferior y por su exterior tiene un muelle que apoya sobre el cilindro inferior. Además el cilindro tiene dos ranuras en la parte inferior para acoplar dos juntas toricas.

El cilindro inferior tiene un acople de plástico en la parte inferior, que se apoya sobre otra chapa.

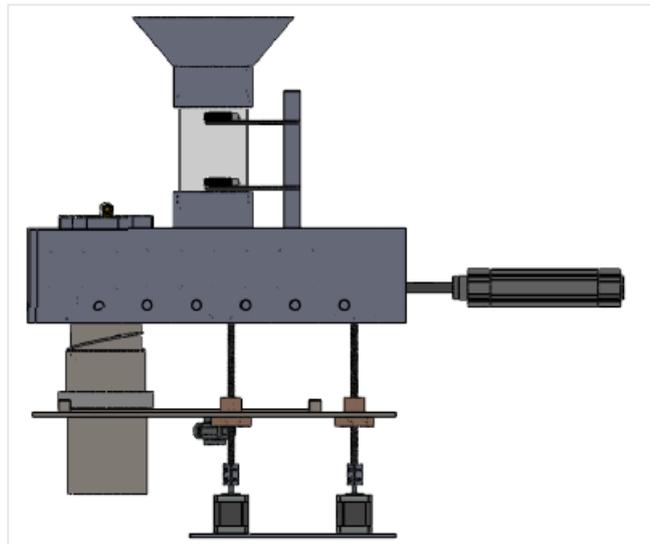


Figura 41. Diseño final en vista lateral del sistema dosificador

Por otro lado, la estructura tiene atornillados en la parte inferior cuatro soportes para husillo, donde van alojados cuatro rodamientos. En estos rodamientos van alojados cuatro husillos, que conectan otras dos chapas, la chapa sub-inferior y la chapa Nema.

La chapa sub-inferior tiene un alojamiento para otra chapa, la chapa extraíble, y también tiene cinco agujeros. Cuatro de los agujeros tienen el mismo diámetro, y en ellos van acoplados cuatro casquillos por donde pasan a través de ellos los husillos.

El quinto agujero es concéntrico a la posición del vaso dosificador, donde va alojado un filtro en su interior y además en la parte inferior va soldada una tuerca de unión sanitaria SMS.

Esta chapa está situada por debajo de la chapa inferior y el vaso dosificador se apoya sobre ella a través de un acople de plástico.

La chapa Nema tiene forma de U, tiene cuatro agujeros y está situada debajo de la chapa sub-inferior. Sobre esta chapa están colocados cuatro motores NEMA, donde van conectados los husillos y se encargan de transmitirles el movimiento giratorio, a través de cuatro acoplamientos rígidos.

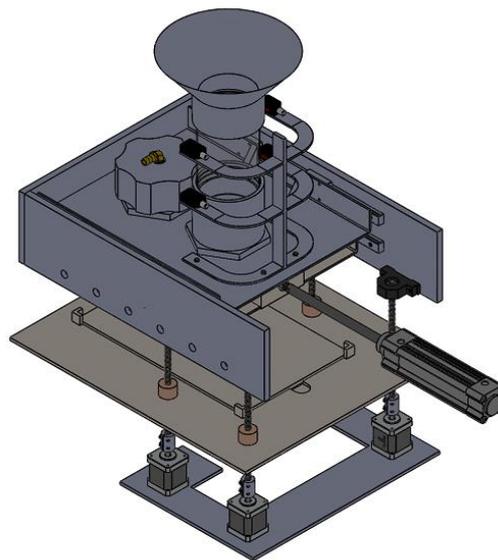


Figura 42. Diseño final en perspectiva del sistema dosificador

- **Proceso:** el producto es recibido por el tubo de precarga y una vez se llena, los sensores dan la señal de parada al transportador helicoidal. De esta manera, el transportador helicoidal se pondrá en funcionamiento cuando el tubo de precarga este vacío y dejara de funcionar cuando el tubo este lleno.

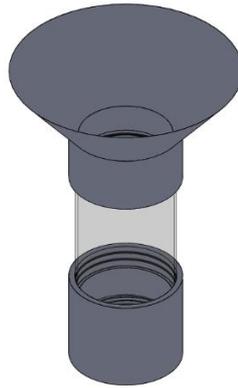


Figura 43. Tubo de precarga

Cuando el producto llega al tubo de precarga también llega al vaso dosificador. La chapa que contiene el vaso dosificador es móvil, y una vez el tubo de precarga se llena, el sensor que indica la parada del transportador también da la señal de ponerse en funcionamiento el cilindro neumático.

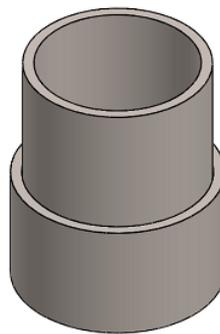


Figura 44. Vaso dosificador

La chapa al ser móvil, a través del movimiento rectilíneo del cilindro neumático hacia delante y atrás, se conecta en su posición de reposo con el tubo de precarga y al moverse hacia delante (posición de trabajo) se conecta con la entrada de aire comprimido.

De este modo, el vaso dosificador en su posición de reposo recoge el producto a dosificar y cuando el vaso está en su posición de trabajo, se desaloja el producto a dosificar con la ayuda de la entrada de aire comprimido.

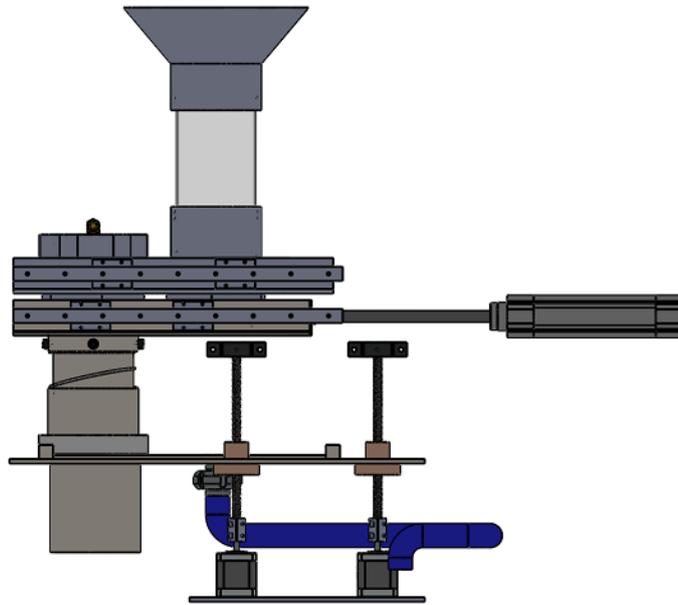


Figura 45. Interior del sistema dosificador en vista lateral

Por otro lado, otra función del sistema dosificador es regular el volumen del vaso dosificador.

Los cuatro motores NEMA a través de cuatro husillos conectados entre la placa intermedia (placa sub-inferior), donde se apoya el vaso dosificador, son capaces con su movimiento giratorio de regular la posición de dicha placa.

El vaso dosificador es telescópico, es decir, se puede regular su volumen insertando uno de los dos cilindros dentro del otro.

Por tanto, cuando los motores giran en sentido de las agujas del reloj, la placa sub-inferior empieza a aumentar su altura y de la misma manera el cilindro del vaso que apoya sobre dicha placa, reduciendo el volumen del vaso.

En el caso contrario, la placa disminuye su altura y a su vez el volumen del vaso también aumenta.

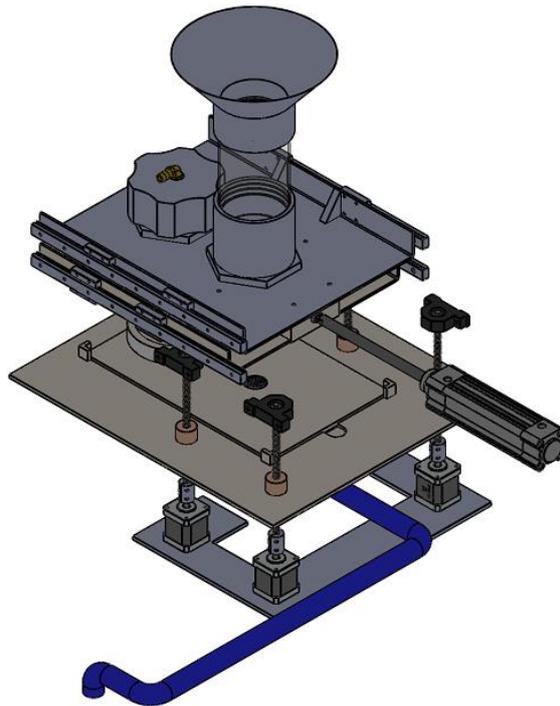


Figura 46. Interior del sistema dosificador en perspectiva

- **Materiales de fabricación:** Todas las chapas y elementos que están en contacto con el producto: tubo de precarga, vaso dosificador, tubo de descarga, etc. están fabricadas en acero inoxidable 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2), o más bien conocido como AISI 316.
El resto de componentes, en el caso de elementos estructurales, también están fabricados con acero inoxidable 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2). En cambio, los acoples estancos donde van apoyados los pasatabiques y el vaso dosificador, están fabricados en el polímero Tecaform AH blue.
- **Dimensiones:** Las dimensiones del sistema dosificador están normalizadas bajo la normativa UNE-EN-15180. (normativa para maquinaria para el procesamiento de alimentos. Dosificadores de alimentos. Requisitos de seguridad e higiene.)

- **Componentes:** El sistema dosificador está compuesto de los siguientes componentes:
 - Cilindro neumático compacto ADN-20-130-ELB-I-P-A.
 - Sensores fotoeléctricos OBE12M-R100-S2EP-IO-V13
 - Guías lineales LM SR-MSW con sus respectivos patines
 - Motores NEMA 1703HS168A
 - Soportes de husillo SFA/SLA
 - Muelle Ø48x40
 - Acoplamientos rígidos 5x8 mm
 - Filtro alimentario de junta clamp
 - Husillos roscados
 - Tuercas de husillo
 - Racor SMS 25

V.2.1.4. Sistema de vacío

El sistema de vacío realiza la función de controlar el volumen de dosificación para que sea todo lo constante que sea posible durante todo el proceso de dosificación.

- **Descripción:** el sistema de vacío está formado por un depósito de 25 L que tiene una tapa en la parte superior y una válvula de bola instalada en la parte inferior.

El depósito en la parte superior tiene dos juntas toricas para realizar un cierre totalmente sellado con la tapa. Además la tapa tiene dos agujeros en la parte superior donde van alojadas una tubería flexible y una tubería rígida.

La tubería flexible está conectada directamente al vaso dosificador y la tubería rígida está conectada a un eyector de vacío.

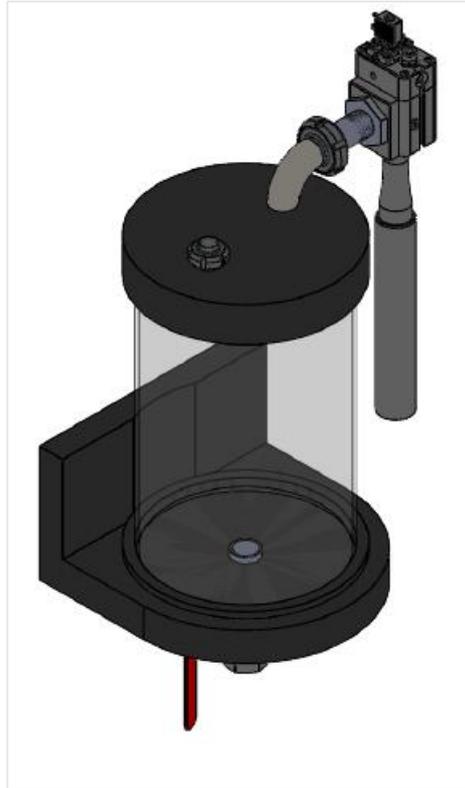


Figura 47. Diseño final del sistema de vacío en perspectiva

- **Proceso:** una vez el producto está alojado en el tubo de precarga y en el vaso dosificador, el sistema de vacío se encarga de comprimir todo el producto, aspirando un gran parte del aire que contiene.

De esta manera, como el producto también puede contener algo de líquido, el sistema de vacío también aspira una pequeña cantidad de líquido, que pasa a través de un filtro que está alojado debajo del vaso dosificador, y así solo puede pasar aire y líquido, y el producto no.

El líquido y el aire son enviados, a través de una tubería flexible, hasta el depósito de vacío.

El líquido aspirado se va almacenando en el depósito, hasta que llegue a cierto nivel, donde el operario manualmente, a través de una válvula, vaciara el depósito en un recipiente.

En cambio, el aire aspirado va circulando por el depósito hasta que finalmente es enviado al eyector de vacío, a través de una tubería rígida, donde finalmente el aire es expulsado al exterior a través de un silenciador.

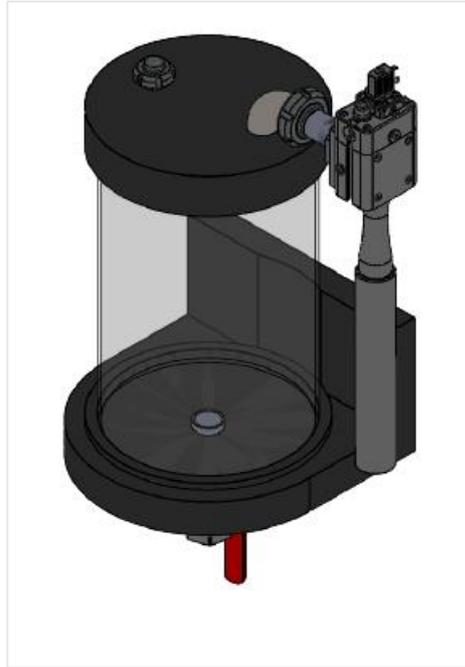


Figura 48. Diseño final del sistema de vacío en perspectiva

- **Materiales de fabricación:** El cuerpo del depósito (transparente) está fabricado en el polímero termoplástico PMMA (polimetilmetacrilato), o más conocido como Metacrilato. La estructura que rodea al cuerpo del depósito está fabricada en poliamida PA 6 (Poliamida 6).
En cambio, la tubería flexible es fabricada en un termoplástico de múltiples capas de polietileno de alto peso molecular (UHMW PLT) reforzado interno y externo de acero inoxidable AISI 316 L.
El resto de elementos y tuberías están fabricados en acero inoxidable 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2)
- **Componentes:** El sistema dosificador está compuesto de los siguientes componentes:
 - Eyector de vacío EVKZ80
 - Válvula de bola DN40 PN30
 - Codo sanitario 90 DN38
 - Racor SMS 38
 - Racor SMS 25
 - Tubería flexible en UHMW PLT
 - Tubería rígida DN40
 - Pasatabique G1 1/2"

V.3. SELECCIÓN DE PARAMETROS PREVIOS AL DIMENSIONADO

En este apartado se trata de determinar las características y requisitos que intervienen en el dimensionado del conjunto de la máquina.

En primer lugar, se establece el volumen de producción y las características de algunos productos a dosificar.

A continuación, se elige la configuración de la máquina dosificadora, seleccionando los diferentes sistemas y componentes que la integran.

Por último, se recopilan algunas normativas a tener en cuenta antes de realizar el dimensionado.

V.3.1. Volumen de producción

La elección del volumen y las características del material a dosificar es una de las partes más importantes del proyecto porque a partir de este punto van a depender el resto de componentes y sus dimensiones.

Para poder aproximar el proyecto a la realidad, la capacidad de producción se tiene que aproximar a valores que sean capaces de poder llevarse a cabo por pequeñas y medianas empresas del sector.

Los envases que contienen alimentos para el consumo humano suelen estar comprendidos entre 200-400 gramos, que es la cantidad adecuada para 1 o 2 personas. Dichos envases, se pueden encontrar en los supermercados donde hay envases de espaguetis carbonara, pollo con almendras, ensaladilla americana, etc. que después de calentarse en el microondas se pueden consumir.

El rango de dosificación que se ha determinado, a partir de las dimensiones el diseño del sistema de dosificación elegido, esta entre 214 - 467 gramos.

La velocidad de dosificación se ha estimado que debe estar comprendida entre 10 - 30 dosificaciones por minuto que equivale a 1 dosificación cada 6 segundos o 1 dosificación cada 2 segundos. Esto a su vez equivaldría a 600 envases por hora o 1800 envases por hora.

De esta manera, la masa producirá por hora está en torno a 385,3 - 840,7 kg/h trabajando a una velocidad de entre 10 - 30 dosificaciones / min.

Por tanto, se establece que la exigencia de volumen de producción máxima de la maquina tiene que ser 840,7 kg/h.

V.3.2. Características de los productos a dosificar

En cuanto al tipo de alimento a dosificar, se ha pensado utilizar dos platos preparados bastante diferentes entre sí, uno es macarrones a la boloñesa y otro es ensaladilla rusa.

Las características de estos productos ya elaborados, como la densidad o el tamaño de las partículas que lo componen, no se pueden encontrar en ninguna parte, por tanto es necesario realizar algunos ensayos en el laboratorio.

En este caso, el producto ha sido elaborado y cocinado de forma casera y posteriormente se han realizado las pruebas necesarias.

Los ensayos realizados se han basado básicamente en determinar la densidad aparente de los productos y el tamaño de la partícula más grande que los compone.

A la hora de calcular la densidad aparente de los productos, el ensayo ha consistido en introducir una cantidad determinada del producto en un volumen o recipiente, de esta manera se puede saber cuánto volumen es capaz de ocupar una cierta cantidad de este alimento, y por tanto, podemos saber su densidad aparente.

Por otro lado, el segundo ensayo se ha basado en determinar que partícula es la más grande que compone estos alimentos y se han tomado medidas de esta.

V.3.1.2. Macarrones a la boloñesa

Las pruebas realizadas al plato de macarrones han determinado las siguientes características como se explicara a continuación:

- En primer lugar, se debe elegir un recipiente y se tienen que medir sus dimensiones. Para este caso, se elige un recipiente de 7,2 cm de diámetro y 8,1 cm de altura que pesa 323 g.
- A continuación, se vierten los macarrones hasta llenar el recipiente y dejarlo prácticamente a nivel.
- Después se pesa el recipiente lleno de macarrones para determinar cuanta cantidad de masa es la que ocupa el recipiente. En este caso, se determina que la masa total entre recipiente y macarrones son 552g, por tanto, la masa de macarrones que ocupa el recipiente son 229 g.
- Posteriormente, se calcula el volumen del recipiente que son 329,79 cm³. Una vez se tiene la cantidad de masa de macarrones y el volumen del recipiente que ocupa se puede calcular la densidad aparente del producto que finalmente son 649,3 kg/m³.
- Por otro lado, la medición de la partícula más grande del producto, en este caso el macarrón, determina que tiene 0,9 cm de diámetro y 4 cm de largo.
- Y por último, otro detalle más del producto es que ha sido elaborado con macarrones, ajo, cebolla, carne picada, zanahoria, tomate frito y nata.

V.3.1.3. Ensaladilla rusa

Las pruebas realizadas al plato de ensaladilla rusa han determinado las siguientes características:

- En el caso de la ensaladilla rusa el recipiente utilizado ha sido el mismo que en el caso anterior, por tanto, su volumen es 329,79 cm³.
- Posteriormente, se ha realizado el mismo ensayo y se ha vertido el producto en el recipiente hasta dejarlo a nivel.
- Después, al realizar el pesaje se ha determinado que la cantidad de masa que ocupa la ensaladilla rusa es 301 g, por tanto, la densidad aparente del producto es 912,7 kg/m³.

- En cuanto a la medición de la partícula más grande del producto, en este caso es la aceituna sin hueso partida en trozos, donde la parte más grande mide 2 cm de diámetro y 0,3 cm de grosor.
- Por último, el producto está compuesto por patata, atún, zanahoria, huevo, aceitunas, guisantes y mayonesa.

V.3.3. Selección de los componentes de la maquina

Las posibles combinaciones a la hora de configurar una máquina para la dosificación de alimentos son muchas pero cuando se trata de productos semisólidos viscosos las posibilidades se reducen debido a la fragilidad del producto.

En el apartado de estudio de mercado se ha mostrado un resumen de diferentes configuraciones de máquinas dosificadoras de alimentos, pero finalmente se ha optado por una configuración básica pero muy completa.

Esta configuración se compone de un proceso para verter y transportar el alimento hasta un sistema de dosificación que se encarga de recoger el producto y dosificarlo en un envase, de manera homogénea y constante. Básicamente, constara de un transportador, un sistema dosificador y un sistema de vacío.

V.3.1.4. Selección del transportador

A la hora de escoger como transportar el producto existen numerosas opciones, pero únicamente dos son funcionales para este caso:

- Transportador helicoidal
- Cinta transportadora de cangilones



Figura 49. Cinta transportadora de cangilones



Figura 50. Transportador de tornillo sin fin

Debido a que el proyecto está enfocado para un ambiente industrial de pequeño espacio, se opta por elegir un transportador helicoidal, ya que de esta manera las dimensiones de la maquina serán más reducidas, lo contrario que con una cinta transportadora de cangilones, que ocupa un mayor espacio.

V.3.1.5. Selección del sistema dosificador

Tal y como se ha podido ver anteriormente en estudios previos, existen dos tipos de sistema dosificadores:

- Sistemas dosificadores volumétricos
- Sistemas dosificadores gravimétricos

En este caso teniendo en cuenta las características del producto se ha optado por un sistema dosificador volumétrico. Este tipo de sistema es el más adecuado para trabajar con alimentos semisólidos viscosos.

Por otro lado, la configuración elegida para este sistema consta de un vaso dosificador telescópico, alimentado a través de un tubo de precarga y desplazado a través de un cilindro neumático. Además, unos sensores ópticos se encargaran de controlar cuando el tubo de precarga está vacío o lleno.

Dicha configuración tiene un fácil mantenimiento, un sencillo montaje y desmontaje, y por ultimo una mayor durabilidad.

Sin embargo, al elegir esta configuración se necesita de un sistema que asegure que la dosificación sea homogénea y constante, y para ello se decide añadir un sistema de vacío que se encargue de llevarlo a cabo.

V.3.1.6. Selección del sistema de vacío

Al trabajar con un alimento semisólido viscoso y no con un alimento granulado, la tarea para que cada dosificación sea lo más parecida posible que la anterior con respecto a su peso, se hace más complicada.

Los alimentos granulados o en polvo tienen una mejor fluidez y además no dejan demasiados espacios entre una partícula y el resto. Por tanto, si el volumen donde se alojan es constante su peso también lo será.

Por otro lado, un alimento semisólido viscoso es mucho más variable, tiene una peor fluidez y de hecho, dependiendo del tipo de partículas que lo compongan, suele tener más espacios entre una partícula y el resto. De esta manera, si el volumen donde se aloja es contante su peso no lo será, y esto es debido a la distribución de las partículas.

En este caso se necesita de un componente que realice una fuerza de compresión constante sobre el producto, sin dañarlo ni contaminándolo, para eliminar dichos espacios y que el producto sea más compacto.

Por ejemplo, si la dosificación que se desea realizar es de 300 gramos, compactando el producto con una fuerza constante durante todo el proceso, la dosificación será mucho más exacta y constante respecto a su peso, y utilizando el mismo volumen.

En definitiva, esta fuerza de compresión que no daña el producto ni lo contamina, se trata del vacío y existen dos componentes esenciales que se encargan de llevarlo a cabo. Estos componentes son:

- Bomba de vacío
- Eyector de vacío

Tras una profunda investigación sobre estos dos componentes, se llega a la conclusión de que las bombas de vacío son más sensibles a las partículas que se introducen en el sistema, necesitan de un mayor mantenimiento y son menos económicas, por tanto, se decide elegir un eyector de vacío para ser el componente principal del sistema de vacío.

V.3.4. Normativa

V.3.4.1. Diseño higiénico en la industria alimentaria – aspectos generales

En lo que respecta a las instalaciones y equipos en la industria alimentaria, se debe tener en cuenta que estos tienen que estar diseñados y contruidos de acuerdo con unos principios de diseño higiénico para garantizar la seguridad de los alimentos.

En la industria alimentaria se debe reducir o eliminar el riesgo de que pueda existir una fuente de contaminación física, química o microbiológica para los alimentos, tanto de forma directa como indirecta.

Asimismo, el diseño higiénico pretende facilitar la limpieza y desinfección y ayuda a la conservación y mantenimiento del propio equipo o instalación. Es por ello por lo que, el concepto de diseño higiénico combina diferentes factores, como son los de tipo mecánico, de tecnología y de higiene alimentaria.

En el diseño de una máquina que esté en contacto con alimentos, deben tenerse en cuenta infinidad de factores como los materiales de construcción, superficies de contacto, accesibilidad, drenabilidad, hermetismo, etc.

V.3.4.2. Legislación y organismos de referencia

Por ello, el diseño higiénico se sustenta en una legislación específica y organismos de referencia para la correcta implementación de equipos en la industria alimentaria. A continuación, se detallan algunos de ellos.

En primer lugar, la legislación europea establece en la Directiva 98/37/EC y el Reglamento 852/2004/CE algunos de los principios generales del diseño higiénico. Estos principios tratan básicamente en que el diseño de los equipos y locales permitirán un mantenimiento, limpieza y desinfección adecuados.

De igual modo, su construcción, composición y estado de conservación deberán reducir al mínimo el riesgo de contaminación de los productos alimenticios, el contacto con materiales tóxicos y el depósito de partículas en dichos productos.

Sin embargo, la legislación no establece requisitos específicos para garantizar el diseño higiénico, por ello, existen varias agencias que están involucradas en el diseño higiénico y en la producción higiénica de alimentos, que publican documentos y guías de referencia, incluyendo requerimientos más específicos y facilitan el cumplimiento de los requisitos legales.

Las más reconocidas internacionalmente son:

- **European Hygienic Engineering and Design Group (EHEDG):** apoya activamente la legislación europea y ofrece orientación práctica sobre los

aspectos de diseño higiénico imprescindibles para la fabricación segura y con garantías de alimentos.

Consiste en un consorcio de fabricantes de equipos, empresas alimentarias, instituciones de investigación y enseñanza, así como de autoridades de salud pública, cuyo objetivo común es promover la higiene en el procesamiento y envasado de productos alimentarios.

- **A-3 Sanitary Standards Inc. (A-3 SSI):** Su misión es aumentar la seguridad de los alimentos, bebidas y productos farmacéuticos gracias al desarrollo y el empleo de las normas sanitarias 3-A y las prácticas aceptadas 3-A.

Asimismo, otro de sus objetivos es desarrollar, mantener y publicar normas y prácticas homogéneas de diseño, fabricación, instalación y manejo higiénicos de equipo y maquinaria, y armonizar estas normas con las normas y directrices mundiales.

- **National Sanitation Foundation International (NSF):** NSF es una organización independiente y sin ánimo de lucro y tiene como compromiso la mejora y la protección de la salud. Su objetivo es el desarrollo de normas y programas de certificación de seguridad alimentaria e higienización.

Asimismo, una norma internacional de referencia es la UNE-EN ISO 1672 con el título '*Maquinaria para procesado de alimentos: conceptos básicos y requisitos de higiene*', que detalla los requisitos de higiene comunes aplicables a la maquinaria para la preparación y el procesado de alimentos y tiene como fin de eliminar o minimizar el riesgo de contagio, infección, enfermedad o lesión causados por los alimentos.

Finalmente, se recomienda integrar el diseño higiénico de las instalaciones y equipos, dentro de los sistemas de gestión de calidad y seguridad alimentaria como APPCC, Globalgap, protocolo BRC, protocolo IFS o UNE-EN ISO 22000.

V.3.4.3. Criterios de diseño higiénico

Los protocolos de limpieza y desinfección se deben contemplar en el proceso de diseño de las instalaciones y equipos.

Por lo que, un correcto diseño higiénico establece que la instalación o el equipo se puedan limpiar de forma adecuada y que sus superficies y componentes resistan al contacto con los productos alimentarios y los productos químicos que se utilizan en dicha limpieza.

Para ello, existen diversos métodos para evaluar la limpiabilidad consisten en someter el equipo a evaluar y otro de referencia al mismo proceso de ensuciamiento y de limpieza.

La limpiabilidad del equipo se determina evaluando el crecimiento de los microorganismos después del proceso de limpieza al que se ha sometido al equipo.

Los resultados que se obtienen en estos ensayos proporcionan a las industrias alimentarias y a los fabricantes de equipos, una información valiosa que puede demostrar que los equipos cumplen con los requisitos de seguridad alimentaria dispuestos en las normativas europeas.

De igual modo, este método también se utiliza para mejorar el diseño de equipos y sus distintos elementos.

Así pues, se debe considerar que los equipos o instalaciones que sean complicados de limpiar requerirán de procedimientos más intensos o productos químicos más agresivos o ciclos de limpieza y desinfección de más duración.

Por tanto, un adecuado diseño higiénico puede tener una importante repercusión medioambiental.

V.3.4.4. Materiales – Acero inoxidable

Los materiales de construcción son un factor clave en la industria alimentaria, ya que deben ser resistentes a la corrosión, no tóxicos, mecánicamente estables, de fácil limpieza y no deben contribuir a la proliferación de microorganismos.

Dichos materiales deben ser completamente compatibles tanto con el producto, el entorno, así como con los métodos de limpieza y desinfección. Por lo tanto, su acabado superficial no debe verse afectado por las condiciones del uso al que se destinan.

En general, el acero inoxidable ofrece una gran resistencia a la corrosión, por ese motivo se usa mucho en la industria alimentaria.

La gama de aceros inoxidables disponibles es grande y la selección de la calidad más apropiada depende de las propiedades corrosivas (no sólo por lo que respecta a los iones químicos involucrados, sino también al pH y la temperatura) del proceso y de los productos de limpieza y desinfección.

Hay que tener en cuenta que, la elección también estará determinada por otros factores como las tensiones a las que esté sometido el acero y a su soldabilidad, dureza, coste, etc.

Los aceros utilizados en la industria alimentaria son:

- **AISI-304L:** para procesos en que se ve sometido a bajos niveles de cloruro, bajas temperaturas y pH no ácido.
- **AISI-316L:** que se utiliza más comúnmente por su mayor resistencia a la corrosión. Aunque si las temperaturas se acercan a 150° C, incluso estos aceros pueden sufrir corrosión.
- **AISI-410, AISI-409, AISI-329:** estos aceros son los que se recomienda utilizar para temperaturas mayores a 150° C.

V.3.4.5. Normativa aplicable

Teniendo en cuenta toda lo mencionado anteriormente, se detalla a continuación la normativa aplicable a este proyecto:

- Directiva 06/42/CE, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Reglamento 1935/2004 sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos y por el que se derogan Directivas 80/590 y 89/109.

- UNE-EN ISO 12100:2012 Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.
- UNE-EN ISO 13857:2008 Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores.
- UNE-EN 953:1998 Seguridad de las maquinas. Resguardos. Requisitos
- UNE-EN ISO 1672-1:2015. Maquinaria para procesado de alimentos: conceptos básicos y requisitos de higiene.
- UNE-EN 15180:2015. Maquinaria para el procesado de alimentos. Dosificadores de alimentos. Requisitos de seguridad e higiene.
- UNE 58224:1988. Aparatos de manutención continua para gráneles. Transportadores de tornillo sin fin. Reglas para el diseño de los accionamientos.
- UNE 58207:1989. Aparatos de manutención continúa para productos a granel. Transportadores de tornillo sin fin.

VI. CALCULOS Y DIMENSIONADO

VI.1. Dimensionado del transportador helicoidal

Este punto tiene el objetivo de recopilar todos los cálculos y comprobaciones necesarias para el dimensionado del transportador helicoidal.

Por este motivo, se ha dividido este apartado en tres puntos:

En el primer punto se especificara la cinemática del helicoidal para poder dimensionar el motor y el reductor que sean más apropiados a los requerimientos de par y velocidad.

En el segundo punto, se calcularan las dimensiones del eje y del tubo que transmiten el movimiento al transportador.

En el tercer punto y último punto se determinara el diseño del transportador.

VI.1.1. Calculo de la cinemática

La normativa aplicada a los transportadores helicoidales que se debe utilizar y los catálogos empleados donde se comercializan este tipo de componentes no muestran las variables que se deben utilizar para poder trabajar con alimentos como la pasta boloñesa o la ensaladilla rusa, por tanto, se decide seleccionar un alimento muy similar que si aparece en los catálogos, y este alimento es la carne picada.

El cambio de producto a dosificar es necesario para poder llevar a cabo el proyecto y no supone una gran desviación en cuanto a los resultados de los cálculos, debido a que sigue tratándose de un alimento con características muy similares a los seleccionados en un principio.

VI.1.1.2. Datos nuevos del producto

Las características del producto son las siguientes:

- **Material:** Carne picada

- **Tamaño de partículas:** 5 mm
- **Longitud de transporte:** 1000 mm (L)
- **Volumen de producto a transportar:** 840,7 kg/h (I_M)
- **Densidad aparente del material:** 881,015 kg/m³ (ρ)

La nomenclatura empleada es la que aparece en la norma UNE 58-224-88 y la gran mayoría de datos y fórmulas utilizadas se han extraído de esta.

VI.1.1.3. Calculo de la capacidad del transportador helicoidal

El volumen máximo por hora que puede alcanzar el transportador helicoidal es denominado capacidad nominal.

El caudal I_v se obtiene con el producto de la sección de trabajo del transportador helicoidal por la velocidad lineal del producto utilizado:

$$I_v = 3600Av$$

Donde A es la sección de trabajo del transportador y v es la velocidad lineal de desplazamiento del producto.

Sin embargo, no es posible calcular el caudal I_v a través de estas dos variables porque no se disponen de estos datos todavía.

En cambio este valor se puede obtener a través de los datos de partida puesto que se conoce el volumen de producto a transportar y la densidad aparente del mismo.

Como el volumen de producto a transportar I_M se obtiene con el producto del caudal de material y la densidad aparente de este, se obtiene que:

$$I_M = I_v \rho \rightarrow I_v = \frac{840,7}{881,015} = 0,954 \text{ m}^3/\text{h}$$

No obstante, este valor no es correcto del todo porque no se ha tenido en cuenta el tiempo de trabajo del transportador durante el proceso de dosificación.

Si el transportador estuviera en funcionamiento durante todo el proceso de dosificación este valor sería correcto. En cambio, debido al diseño del sistema de dosificación, el transportador no necesita estar continuamente en funcionamiento y únicamente trabaja 1 segundo de cada 3 segundos.

En este caso, el transportador tendrá que mover un mayor volumen de material en un tiempo más reducido por tanto el caudal aumentara. De esta manera, se obtiene que:

$$I_M = I_v \rho \rightarrow I_v = \frac{2547,6}{881,015} = 2,891 \text{ m}^3/\text{h}$$

VI.1.1.4. Calculo de la velocidad de rotación del helicoidal, la sección de trabajo y la velocidad lineal del producto

En primer lugar para realizar los cálculos siguientes se necesitan determinar algunas dimensiones del transportador como el diámetro del helicoidal, el paso o el coeficiente de llenado.

Debido a que la norma no muestra cómo obtener dichas variables se decide utilizar dos catálogos comerciales, uno de la empresa Syntron Material Handling llamado “*Link Belt Screw Conveyors*” y publicado por FMC Techonologies y el otro de la empresa Martin Sprocket & Gear llamado “*Material Handling*”. De esta manera se podrán obtener los valores dimensionales aproximados del transportador y después se ajustaran con los valores normalizados que indica la norma UNE-58-207-89.

Como ya se había explicado anteriormente al principio del punto ‘Calculo de la cinemática’ se ha tenido que cambiar el producto a dosificar por carne picada, y esto es debido a que en el siguiente punto se selecciona el tipo de material de una tabla genérica, y el producto más similar a los elegidos en un principio, es la carne picada.

Al seleccionar el material se facilitan una serie de características como se verán a continuación:

Tabla 1. Características de la carne picada según el catalogo “Link belt screw conveyors”

Características del material	
Material	Meat, ground (Carne picada)
Densidad aparente máxima	$55 \frac{lb}{ft^3} \rightarrow 881,015 \text{ kg}/dm^3$
Densidad aparente mínima	$50 \frac{lb}{ft^3} \rightarrow 802,6 \text{ kg}/dm^3$
Código de material	53E45HQTXX
Serie de componente	2A-2B
Factor de Material (Fm)	1,5

Table 4 (cont'd) Material Characteristics				
Material	Weight lbs/ft ³	Material Code	Component Series	Mat'l. Factor Fm
Litharge (Lead Oxide)	—	—	—	—
Lithopone	45-50	48A ₃₂₅ 35MR	1A-1B	1.0
Maize (See Milo)	—	—	—	—
Malt, Dry, Ground	20-30	25B ₃₅ NP	1A-1B-1C	.5
Malt, Meal	36-40	38B ₃₅ 25P	1A-1B-1C	.4
Malt, Dry Whole	20-30	25C ₃₅ N	1A-1B-1C	.5
Malt, Sprouts	13-15	14C ₃₅ P	1A-1B-1C	.4
Magnesium Chloride (Magnesite)	33	33C ₃₅ 45	1A-1B	1.0
Manganese Dioxide(*)	70-85	78A ₁₀₀ 35NRT	2A-2B	1.5
Manganese Ore	125-140	133D ₃₇	3D	2.0
Manganese Oxide	120	120A ₁₀₀ 36	2D	2.0
Manganese Sulfate	70	70C ₃₇	3D	2.4
Marble, Crushed	80-95	88B ₃₇	3D	2.0
Marl. (Clay)	80	80D ₃₆	2D	1.6
Meat, Ground	50-55	53E45HQTXX	2A-2B	1.5
Meat, Scrap (w/bone)	40	40E46H	2D	1.5
Mica, Flakes	17-22	20B ₃₆ 16MY	2D	1.0
Mica, Ground	13-15	14B ₃₆	2D	.9
Mica, Pulverized	13-15	14A ₁₀₀ 36M	2D	1.0
Milk, Dried, Flake	5-6	6B ₃₅ PUY	1B	.4

Figura 51. Tabla de materiales con sus respectivas características segundo el catalogo “Link belt screw conveyors”

Además, a través del código del material se obtienen otras características del producto:

Tabla 2. Características del material según el código obtenido del catálogo “Link belt screw conveyors”

Clasificación según el código de material	
E – Tamaño	Irregular, fibroso cilíndrico
4 - Fluidez	Lento, coeficiente de flujo < 2
5 - Abrasión	Media, índice 1-17
H	Descomposición, se deteriora en almacenamiento
Q	Degradable, le afecta el uso
T	Medianamente corrosivo
X	Se comprime bajo presión

Según el código de material asignado y junto a la capacidad I_v calculada en apartados anteriores se obtienen las siguientes características del transportador helicoidal:

Tabla 3. Características del transportador helicoidal según el material a transportar obtenido del catálogo “Link belt screw conveyors”

Características del transportador helicoidal	
Código de material	E45
Coefficiente de llenado máximo	30%
Diámetro del helicoidal	6" → 152,4 mm
RPM máxima	120 rpm
Capacidad a máximas revoluciones	$180 \frac{ft^3}{h} \rightarrow 5,1 m^3/h$
Capacidad a 1 revolución	$1,49 \frac{ft^3}{h} \rightarrow 0,04 m^3/h$
Paso recomendado	Paso (S) = Diámetro (D)

En este caso, al obtener datos del catálogo con medidas americanas se debe elegir de la norma UNE-58-207-89 un diámetro de helicoidal estandarizado más cercano al obtenido, donde el diámetro no sería 152,4 mm sino 160 mm. En esta misma línea, el paso del helicoidal también es 160 mm (S=D).

Una vez se han obtenido estos datos a través del catálogo, a continuación se puede calcular la sección de trabajo del transportador, la velocidad lineal del material y la velocidad de rotación del helicoidal.

La sección de trabajo del transportador A se obtiene con el producto del coeficiente máximo de llenado por el diámetro del helicoidal.

$$A = \phi \frac{\pi}{4} D^2$$

Donde ϕ es el coeficiente máximo de llenado y D es el diámetro del helicoidal.

La velocidad lineal de desplazamiento del material v se obtiene con el producto del paso y la velocidad de rotación del helicoidal.

$$v = S \frac{n}{60}$$

Donde S es el paso del helicoidal y n es la velocidad de rotación del mismo.

En el caso de la velocidad lineal del material puede ser obtenida a través de la fórmula para el cálculo del caudal Iv , y de esta manera la velocidad de rotación del helicoidal puede ser obtenida con la fórmula de la velocidad lineal del producto.

De este modo, se obtiene que:

Tabla 4. Calculo manual de la sección de trabajo y las velocidades del material y el transportador

Sección de trabajo y las velocidades del material y el transportador	
Sección de trabajo del transportador	$A = 0,3 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 160^2 = 6,03 \times 10^{-3} \text{ m}^2$
Velocidad lineal del material	$v = \frac{2,891}{3600 \cdot 6,03 \times 10^{-3}} = 0,133 \text{ m/s}$
Velocidad de rotación del helicoidal	$n = 60 \cdot \frac{0,133}{0,160} = 49,73 \text{ rpm}$

VI.1.1.5. Potencia requerida por el transportador helicoidal

La potencia necesaria para el accionamiento del transportador una vez está cargado con el material, se puede calcular de manera aproximada mediante la siguiente expresión:

$$P = PH + PN + PSt$$

Donde PH es la potencia requerida para el desplazamiento del material, PN es la potencia necesaria para el accionamiento del tornillo en vacío y PSt es la potencia requerida en el caso de que el tornillo tenga algún grado de inclinación.

En el caso de la potencia PSt no será necesario su cálculo debido a que el desplazamiento del material no se realiza con ningún grado de inclinación.

Como se ha comentado, la potencia se calcula de forma aproximada debido a que en la norma el método de cálculo no tiene en cuenta muchos parámetros y factores que se adquieren de forma empírica y que son la consecuencia de una gran experiencia práctica.

La potencia PH es el resultado del producto del volumen de material a transportar por la longitud del helicoidal, el coeficiente de resistencia al desplazamiento y la aceleración de la gravedad.

$$PH = \frac{I_M L}{3600} \lambda g$$

Donde I_M es el volumen de producto a transportar, L es la longitud del helicoidal, λ es el coeficiente de desplazamiento y g es la aceleración de la gravedad.

El coeficiente λ tiene en cuenta la resistencia al avance del producto por fricción de las partículas con las paredes del transportador, pero además también considera el deslizamiento de las partículas entre ellas, que genera una fricción en el interior que también provoca resistencia al desplazamiento.

En general el valor del coeficiente está comprendido entre 2 y 4, y cada material tiene un coeficiente en específico. La norma indica algunos valores para diferentes materiales, pero en este caso la carne picada no se encuentra entre ellos.

En cambio el catalogo '*Link belt screw conveyors*' utilizado anteriormente, indica que el valor de este coeficiente para la carne picada es 1,5, sin embargo este valor esta fuera del rango que establece la norma. Finalmente, se decide seleccionar el valor mínimo para estar dentro del rango de la norma y se establece que el valor del coeficiente sea 2.

La otra potencia a calcular es la potencia PN que se obtiene con el producto del diámetro y la longitud del tornillo.

$$PN = \frac{DL}{20}$$

Donde D es el diámetro y L es el la longitud del tornillo helicoidal.

Una vez se conocen todas las variables, se obtiene que:

Tabla 5. Calculo de la potencia nominal requerida por el transportador helicoidal

Potencia nominal requerida por el transportador	
Potencia requerida para el desplazamiento del material	$PH = \frac{2,547 \cdot 1}{367} \cdot 2 = 0,0138 \text{ kW}$
Potencia necesaria para el accionamiento en vacío	$PN = \frac{0,160 \cdot 1}{20} = 0,008 \text{ kW}$
Potencia requerida debido a la inclinación	$PSt = 0 \text{ kW}$
Potencia nominal requerida	$P = 0,0138 + 0,008 = 0,0218 \text{ kW}$ $P = 0,0293 \text{ CV}$

A pesar de los cálculos realizados, la potencia nominal obtenida a través de las expresiones utilizadas es únicamente un valor aproximado. Para obtener un valor más cercano a la realidad, se debe hacer uso de nuevo del catálogo 'Link belt screw conveyors' para escoger un factor de sobrecarga y un factor de eficiencia y calcular la potencia total requerida.

En este caso para calcular la potencia total requerida se debe utilizar los datos y las formulas del catálogo, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 6. Datos requeridos del transportador para calcular la potencia total requerida

Datos necesarios del transportador		
Longitud del transportador	$L = 3,28 \text{ ft}$	$L = 1 \text{ m}$
Velocidad de rotación	$N = 68,53$ rpm	
Capacidad del transportador	$C = 102,11$ ft^3/h	$C = 2,892$ m^3/h
Densidad aparente del material transportado	$W = 55$ lb/ft^3	$W = 881$ kg/m^3
Factor de diámetro del transportador	$Fd = 18$	
Factor del buje para colgante	$Fb = 1,7$	
Factor del material	$Fm = 2$	

En primer lugar, el proceso a seguir en el catálogo comienza explicando que la potencia requerida para accionar un transportador helicoidal es la suma de la potencia necesaria para vencer la fricción Hp_f y la potencia necesaria para mover el material dentro del transportador a la capacidad especificada Hp_m multiplicada por el factor de sobrecarga F_o y dividido entre la eficiencia total de transmisión e .

$$HP \text{ total} = \frac{(Hp_f + Hp_m)F_o}{e}$$

La potencia necesaria para vencer la fricción es el resultado del producto de la longitud del helicoidal, la velocidad de rotación, el factor de diámetro del transportador y el factor de buje para el colgante.

$$Hp_f = \frac{LNF_dF_b}{1000000}$$

Donde L es la longitud del transportador, N es la velocidad de rotación, F_d es el factor de diámetro del transportador y F_b es el factor de buje para el colgante.

La potencia necesaria para mover el material dentro del transportador a la capacidad especificada se obtiene con el producto de la capacidad del transportador, la longitud, la velocidad de rotación y el factor del material.

$$Hp_m = \frac{C_E LW F_m}{1000000}$$

Donde C_E es la capacidad del transportador, L es la longitud del transportador, W es la velocidad de rotación y F_m es el factor del material.

Una vez se tienen los datos y las formulas del catálogo se obtiene que:

Tabla 7. Potencias requeridas para el accionamiento del transportador helicoidal

Potencias para el accionamiento del transportador	
Potencia necesaria para vencer la fricción	$Hp_f = \frac{3,28 \cdot 68,53 \cdot 18 \cdot 1,7}{1000000} = 0,0068 \text{ CV}$
Potencia necesaria para mover el material dentro del transportador	$Hp_m = \frac{102,11 \cdot 3,28 \cdot 55 \cdot 2}{1000000} = 0,0368 \text{ CV}$
Potencia total requerida por el transportador	$HP \text{ total} = \frac{(0,0068 + 0,0368)F_o}{e} =$ $= \frac{0,0437F_o}{e}$

Como se puede observar la potencia total nominal es 0,0437 CV pero al no haber obtenido el factor de eficiencia y el factor de sobrecarga todavía no es posible determinar la potencia total requerida.

Para hallar esta potencia se debe utilizar una gráfica del catálogo, donde una vez se encuentre el valor obtenido de la potencia total nominal en la gráfica, se lleva verticalmente hasta la línea diagonal y a continuación a la izquierda se puede leer el valor del factor de carga correspondiente.

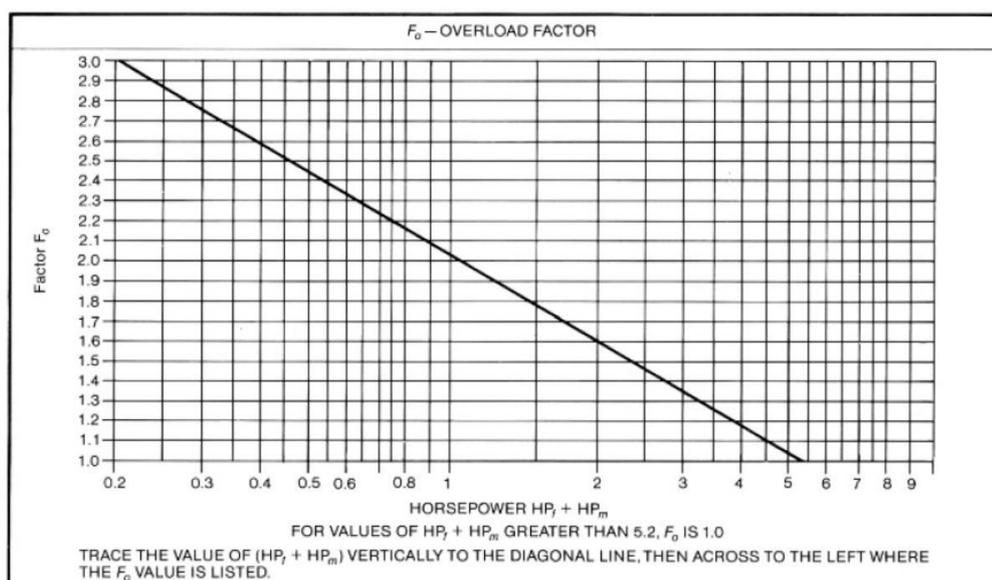


Figura 52. Grafica con los valores del factor de sobrecarga según la potencia total nominal calculada

En este caso el valor mínimo para la potencia total nominal en la gráfica es 0,2 CV, por tanto al obtener un valor que directamente no está dentro de la gráfica, es necesario escoger el factor de sobrecarga que corresponde a la potencia mínima de la gráfica, que en este caso es 3,6 de factor de sobrecarga.

Por otro lado, el factor de eficiencia que recomienda el catalogo utilizar es del 85%.

Finalmente, una vez se han obtenido todas las variables necesarias para el cálculo de la potencia total requerida se obtiene que:

Tabla 8. Potencia total requerida por el transportador

Potencia total requerida	$HP_{total} = \frac{0,0437 \cdot 3,6}{0,85} = 0,124 CV$
--------------------------	---

VI.1.1.6. Selección del motor reductor

Una vez se ha obtenido la potencia total requerida, es el momento de seleccionar un motor para el transportador. El catalogo nos muestra en un grafica que dependiendo del valor de potencia total requerida que se haya obtenido, se recomienda una potencia mayor a la obtenida para el motor que se seleccione después.



Figura 53. Grafica con los valores de potencia recomendada para el motor según la potencia total requerida para el transportador

En este caso, el valor mínimo de potencia total requerida que aparece en el grafica es 0,2 CV, donde para este valor recomienda escoger un motor con una potencia de 1 CV.

Al haber obtenido un valor de 0,124 CV, se procede a escoger un motor con potencia de 1 CV (0,75 kW).

La razón de escoger una potencia mayor para el motor que se seleccione posteriormente, es debido a que de esta manera se evitan problemas que puedan surgir después como por ejemplo contrarrestar arranques, partículas de mayor tamaño al estimado en un primer momento o incluso cambios en las propiedades del producto debido a la humedad.

A la hora de seleccionar el motor se decide escoger un motor reductor de 0,75 kW de la marca Nord 4 polos 60Hz modelo 80L/4 acoplado a un reductor SK 1SI 50 con reducción $i=20$ y velocidad de salida 84 rpm.

VI.1.2. Cálculo del tubo y el eje del transportador helicoidal

VI.1.1.7. Capacidad torsional de los componentes

El diseño estándar de los transportadores helicoidales está acotado por el torque que pueden llegar a soportar los tubos, los ejes y los pernos de acoplamiento.

La figura que se muestra en el siguiente párrafo del catálogo ‘*Link Belt Screw Conveyors*’, recoge las diferentes capacidades de torsión de los pernos, ejes y tubos de una manera más fácil para comparar la capacidad torsional de todas las partes que soportan esfuerzos.

Acoplamiento	Tubo		Ejes		Pernos					
	Ced. 40		Torque (lb-Pulgadas)*		Diámetro del Perno (Pulgadas)	Pernos al Corte (lb-Pulgadas)▼		Resistencia de los Barrenos (lb-Pulgadas)		
	Diámetro del Eje (Pulgadas)	Tamaño (Pulgadas)	Torque (lb-Pulgadas)	Estándar CEMA (C-1018)		Estándar AGMA (C-1045)	No. de Pernos		No. de Pernos	
							2	3	2	3
1	1½	3,140	<u>820</u>	999	¾	1,380	2,070	1,970	2,955	
1½	2	7,500	<u>3,070</u>	3,727	½	3,660	5,490	5,000	7,500	
2	2½	14,250	<u>7,600</u>	9,233	¾	7,600	11,400	7,860	11,790	
2½	3	23,100	15,090	18,247	¾	<u>9,270</u>	13,900	11,640	17,460	
3	3½	32,100	28,370	34,427	¾	16,400	24,600	<u>15,540</u>	23,310	
3	4	43,000	28,370	34,427	¾	<u>16,400</u>	24,600	25,000	37,500	
3½	4	43,300	42,550	51,568	¾	25,600	38,400	<u>21,800</u>	32,700	

Figura 54. Capacidades torsionales según los diferentes diámetros de tubos, ejes y pernos del transportador

Entre los tres componentes que muestra la figura (tubo, acoplamientos y pernos, respectivamente), será el que tenga menos capacidad torsional el que señale cuanto torque puede llegar a soportar el transportador en su conjunto.

Los valores que están subrayados señalan cual es la resistencia torsional de la parte limitante. Además los valores de torsión mostrados en la figura, en el caso de los ejes y los pernos de corte, son valores únicamente indicados para ejes no endurecidos y pernos de grado 2, A307-64.

Por otro lado, se puede observar que dependiendo del diámetro del tubo, de los ejes y de los pernos la parte limitante va cambiando, donde en ocasiones la parte limitante son los ejes o los pernos (tanto los pernos de corte como los pernos del cojinete).

En definitiva, la capacidad torsional del transportador se obtiene con la división de la potencia y las revoluciones por minuto del motor elegido anteriormente.

$$Torque = \frac{63,025 \times HP}{RPM}$$

Donde *HP* es la potencia del motor y *RPM* son las revoluciones por minuto del motor.

La potencia y las revoluciones del motor se conocen, por tanto se obtiene que:

Tabla 9. Capacidad torsional del transportador helicoidal

Capacidad torsional del transportador	$Torque = \frac{63,025 \times 0,5}{84} = 0,75 \text{ lb} - \text{Pulgada}$
---------------------------------------	--

Una vez calculada la capacidad torsional del transportador, se puede observar en la anterior figura, que al utilizar un eje de 1 pulgada y un tubo de 1 pulgada y media, la parte limitante es el eje y su capacidad torsional es 0,820 lb – pulgada.

En este caso, la capacidad torsional que se ha calculado es menor que la capacidad torsional anteriormente mencionada, por tanto, el diámetro del tubo del tornillo helicoidal debe ser de 1 pulgada y media y el diámetro de los ejes (acoplamientos) deben ser de 1 pulgada.

VI.1.1.1. Capacidad de potencia de los componentes

El diseño estándar de los transportadores helicoidales también está delimitado por la potencia que puede llegar a transmitir, de forma segura, los tubos, los ejes y los pernos de acoplamiento.

La figura que se muestra en el siguiente párrafo del catálogo ‘*Link Belt Screw Conveyors*’, recoge las diferentes capacidades de potencia de los pernos, ejes y tubos de una manera más fácil para comparar la capacidad de potencia de todas las partes que soportan esfuerzos.

Acoplamiento	Tubo		Ejes		Pernos					
	Diámetro del Eje (Pulgadas)	Tamaño (Pulgadas)	HP por RPM	HP por RPM		Diámetro de Perno (Pulgadas)	Pernos al Corte HP por RPM ▼		Resistencia de los Barrenos HP por RPM	
				Estándar CEMA (C-1018)	Estándar <i>Martin</i> (C-1045)		No. de Pernos		No. de Pernos	
							2	3	2	3
1	1¼	.049	<u>.013</u>	.016	¾	.021	.032	.031	.046	
1½	2	.119	<u>.048</u>	.058	½	.058	.087	.079	.119	
2	2½	.226	<u>.120</u>	.146	¾	.120	.180	.124	.187	
2⅞	3	.366	.239	.289	¾	<u>.147</u>	.220	.184	.277	
3	3½	.509	.450	.546	¾	.260	.390	<u>.246</u>	.369	
3	4	.682	.450	.546	¾	<u>.260</u>	.390	.396	.595	
3	4	.682	.675	.818	¾	.406	.609	<u>.345</u>	.518	
3	3½	.509	.450	.546	¾	.260	.390	.246	.369	

Figura 55. Capacidades de potencia según el diámetro de los tubos, ejes y pernos del transportador

Los valores que están subrayados señalan cual es la resistencia de potencia de la parte limitante. Además los valores de potencia mostrados en la figura, en el caso de los ejes y los pernos de corte, son valores únicamente indicados para ejes no endurecidos y pernos de grado 2, A307-64.

La capacidad de potencia del transportador se obtiene con la división de la potencia y las revoluciones por minuto del motor elegido anteriormente.

$$\text{Capacidad de potencia} = \frac{HP}{RPM}$$

Donde *HP* es la potencia del motor y *RPM* son las revoluciones por minuto del motor.

La potencia y las revoluciones del motor se conocen, por tanto se obtiene que:

Tabla 10. Capacidad de potencia del transportador helicoidal

Capacidad de potencia del transportador	$Potencia = \frac{1}{84} = 0,011 \text{ HP @ } 1 \text{ RPM}$
---	---

Una vez calculada la capacidad de potencia del transportador, se puede observar en la anterior figura, que al utilizar un eje de 1 pulgada y un tubo de 1 pulgada y media, la parte limitante es el eje y su capacidad de potencia es 0,013 HP @ 1 RPM.

En este caso, la capacidad de potencia que se ha calculado es menor que la capacidad de potencia anteriormente mencionada, por tanto, el diámetro del tubo del tornillo helicoidal debe ser de 1 pulgada y media y el diámetro de los ejes (acoplamientos) deben ser de 1 pulgada.

VI.1.1.2. Deflexión del transportador helicoidal

La deflexión suele ser un problema cuando se utilizan helicoidales más largos que los estándares, y en ese caso se deben instalar colgantes intermedios para evitar que el helicoidal haga contacto con el fondo de la artesa.

En este caso, el tornillo helicoidal tiene una longitud estándar de un metro, por tanto, la deflexión no es un problema y no es necesario calcularla.

VI.1.1.3. Diámetro del tubo y eje del transportador helicoidal

Según los cálculos realizados en apartador anteriores, se ha podido determinar los siguientes parámetros con respecto al transportador helicoidal:

Tabla 11. Diámetros calculados del tubo, ejes y pernos del transportador helicoidal

Diámetro del tubo	$\varnothing_{int} = 1 \frac{1}{2} \text{ pulgada} = 38,1 \text{ mm}$ $\varnothing_{ext} = 48,26 \text{ mm}$
Diámetro de los ejes (acoplamientos)	$\varnothing_{eje} = 1 \text{ pulgada} = 25,4 \text{ mm}$
Diámetro de los pernos	$\varnothing_{perno} = \frac{3}{8} \text{ pulgada} = 9,525 \text{ mm}$

VI.1.3. Selección del transportador helicoidal

Después de realizar los cálculos pertinentes se debe configurar la estructura del transportador helicoidal y seleccionar los diferentes componentes que faltan para su funcionamiento.

En este caso, con toda la información recopilada y los cálculos realizados, se decide contactar directamente con la empresa Martin Sprocket & Gear para que realicen un presupuesto del transportador helicoidal que se necesita.

La complejidad de fabricar un transportador helicoidal para transportar alimentos semisólidos viscosos de consumo humano y simular su correcto funcionamiento, es una de las razones que hacen que se tome dicha decisión.

Toda la información recopilada y los cálculos realizados de los catálogos es enviada a la empresa Martin Sprocket & Gear para que realicen un presupuesto para la fabricación de dicho transportador helicoidal.

Finalmente, dicha empresa con los datos facilitados anteriormente ofrece un transportador con tornillo helicoidal de 6 pulgadas de diámetro (152,4 mm) y 3 pies 3 3/8 pulgadas de largo (1028,7 mm). Además, la oferta incluye un motor de la marca Sew Eurodrive de 4 polos y 60Hz, modelo KAF37DRN71M4 de 0,75 Kw que esta acoplado a un reductor con reducción $i=20$ y velocidad de salida 87 rpm.

VI.2. Dimensionado del sistema dosificador

En este punto, únicamente se va a desarrollar como se han seleccionado los sensores ópticos que van a controlar el sistema dosificador.

Anteriormente, ya se seleccionó la configuración del sistema dosificador que consta de un vaso dosificador telescópico, alimentado a través de un tubo de precarga y desplazado a través de un cilindro neumático.

VI.2.1. Selección de los sensores

En el diseño del sistema dosificador se necesitan añadir sensores ópticos, o mejor llamados fotoeléctricos, que controlen cuando el tubo de precarga está vacío y cuando no lo está.

De esta manera, se quiere conseguir que el transportador de tornillo se ponga en funcionamiento cuando el tubo de precarga esta medio vacío y que se detenga cuando el tubo de precarga este casi lleno.

Los sensores ópticos pueden desempeñar esta función de control del transportador y el tubo de precarga. Para ello, el tubo de precarga en su parte central está fabricado en un material transparente, donde un sensor óptico puede trabajar sin grandes problemas.

A la hora de escoger que sensores ópticos pueden ser adecuados para desempeñar la función de control anteriormente explicada, se ha decidido escoger un tipo de sensor entre las dos siguientes opciones:

- Sensor fotoeléctrico de barrera, unidireccional
- Sensor fotoeléctrico de detección directa con evaluación de fondo

En el funcionamiento del sensor fotoeléctrico de barrera tiene que haber un emisor y un receptor, es decir dos sensores que están en carcasas separadas y a una distancia en paralelo, entre ellos, determinada. El emisor tiene la función de emitir una luz directamente al receptor, y en el momento en que un objeto interrumpe el haz de luz, la señal del receptor cambia de estado.

Por otro lado, para el funcionamiento del sensor fotoeléctrico de detección directa se necesita un sensor (emisor) y una cartulina negra (receptor), por ejemplo, que haga de fondo a una distancia determinada en paralelo también. El emisor emite una luz directamente al receptor, y en este caso el emisor se guarda la distancia a la que se encuentra el receptor y también la intensidad de luz que refleja el receptor.

Una vez estos parámetros que han sido guardados previamente sean diferentes, la señal del emisor cambia de estado.

El sensor de detección directa puede adaptarse mejor cuando se trabaje con un alimento semisólido bastante viscoso, debido a que este tipo de alimentos suelen dejar las paredes del tubo de precarga impregnadas de restos que no dejan mucha visibilidad, y este sensor puede ajustarse para detectar la masa del alimento, incluso con las paredes así.

Ello no quita, que haya que ajustar el sensor cada vez que se dosifique un alimento de diferentes características con la finalidad de que la maquina sea prácticamente autónoma y no necesite de un operario. De todas formas, habría que probarlo y ver si es 100% fiable.

Por otro lado, el sensor de barrera realiza su función perfectamente cuando se trata de alimentos semisólidos viscosos que no dejan impregnadas las paredes del tubo de precarga. En cambio, cuando se trata de alimentos muy viscosos, no puede desempeñar su función de la misma manera y para ello se necesitaría de un operario que controle el nivel del tubo de precarga y el funcionamiento del transportador.

Básicamente, la finalidad del proyecto no es realizar una maquina automática con ajustes complicados y de difícil manejo, sino una maquina automática o semiautomática con ajustes sencillos y de un manejo más básico.

De este modo, se decide seleccionar un sensor fotoeléctrico de barrera unidireccional que se ajusta mejor a las necesidades de la máquina.

VI.3. Dimensionado del sistema de vacío

Una vez vistos todos los puntos, por último se necesita seleccionar un eyector de vacío que cumpla los requisitos de presión, caudal de aire aspirado y tiempo de evacuación, y así poder realizar una correcta dosificación.

Los eyectores y los datos que se comentaran a continuación han sido obtenidos de los catálogos facilitados por la empresa AR-Vacuum.

VI.3.1. Presión de vacío

‘Se llama presión manométrica o presión relativa a la diferencia entre la presión absoluta o real y la presión atmosférica. Se aplica tan solo en aquellos casos en los que la presión es superior a la presión atmosférica; cuando esta cantidad es negativa se llama presión de vacío’

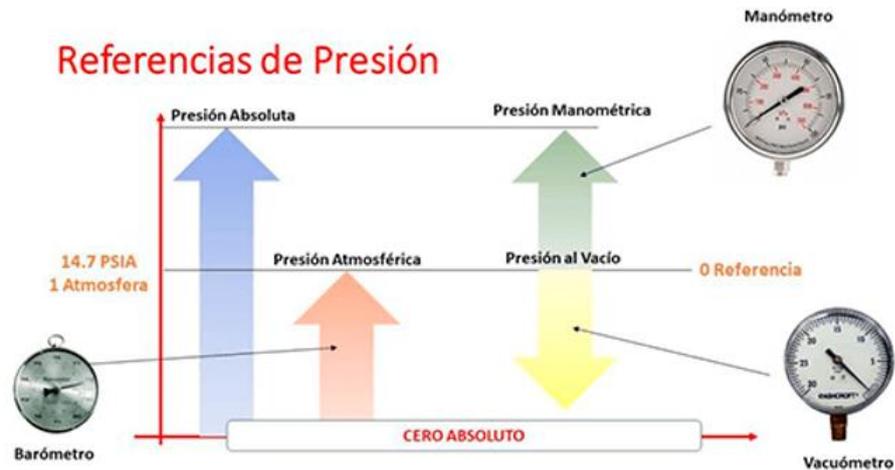


Figura 56. Grafica con las diferentes presiones que existen

En esta definición se puede entender que es la presión de vacío, pero si con esta definición todavía no queda suficientemente explicado, básicamente comentar que la presión de vacío es causada por la ausencia de aire, en relación con la atmosfera, en un volumen de espacio.

Una vez entendido esto se necesita conocer que presión de vacío es necesaria para realizar un vacío adecuado para conseguir que el producto se comprima y así conseguir una dosificación correcta y constante. La idea es realizar un vacío donde se aspire tanto aire como líquido que pueda contener el producto.

Para profundizar más en el tema, se ha hecho una investigación más exhaustiva sobre los eyectores de vacío, y se ha llegado a la conclusión que los eyectores por una cuestión de diseño no superan los -920 mbar de presión.

Por otro lado, los aspiradores industriales que aspiran polvo y líquido utilizan presiones entre -600 y -650 mbar.

Por tanto, una presión de -920 mbar o incluso menor sería suficiente para realizar un vacío que aspire tanto aire como líquido y así poder conseguir una dosificación correcta y constante del producto.

VI.3.2. Cálculo del caudal de aire aspirado

Otro punto importante antes de seleccionar un eyector para el sistema de vacío, es conocer cuánto caudal de aire aspirado se requiere para realizar una pequeña compresión en el producto y así poder establecer una dosificación constante durante todo el proceso.

En primer lugar, se debe calcular el volumen de aire que hay entre el tubo de precarga y el eyector de vacío, para tener una referencia de cuanto volumen de aire es necesario aspirar al comenzar el proceso de vacío (compresión) del producto.

Para ello se tiene que tener en cuenta todos los elementos que hay entre el tubo de precarga, incluido este, y el eyector de vacío.

En el siguiente dibujo se pueden apreciar de forma más visual los elementos que forman parte del circuito de vacío.

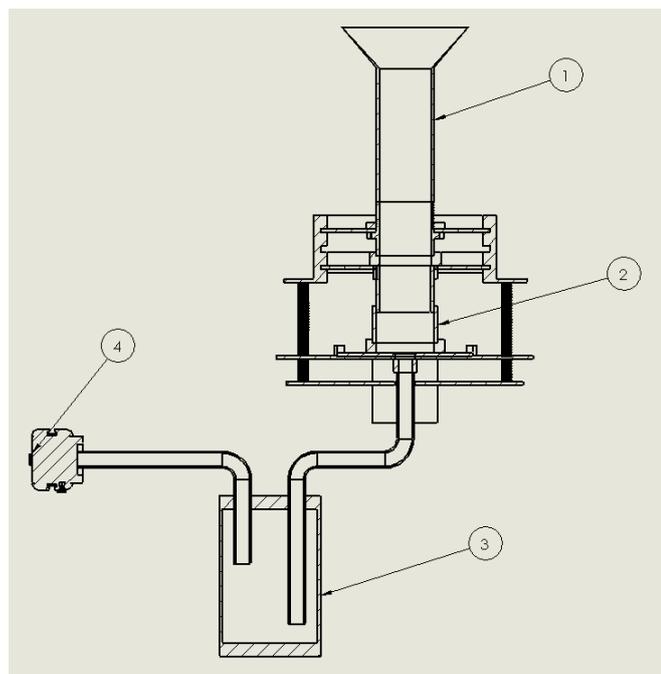


Figura 57. Dibujo del sistema dosificador y del sistema de vacío de la máquina.

Nota: 1. Tubo de precarga; 2. Vaso dosificador; 3. Depósito de vacío; 4. Eyector de vacío.

El cálculo se realiza dónde comienza el tubo de precarga y donde acaba la entrada de aire del eyector porque el circuito de vacío está comprendido entre estos dos elementos de la máquina.

A continuación se procede a calcular el volumen de aire que contiene cada elemento.

Tabla 12. Volúmenes de aire que contiene cada elemento

Volumen de aire de cada elemento	
Volumen del tubo de precarga	V= 1590,42 cm ³
Volumen del vaso dosificador	V= 530,14 cm ³
Volumen de la tubería 1	V= 565,49 cm ³
Volumen del deposito	V= 20000 cm ³
Volumen de la tubería 2	V= 530,14 cm ³
Volumen total	VT= 23.261,11 cm ³

El resultado son 23.261,11 cm³ de volumen de aire que se deben aspirar para realizar la depresión requerida en todo el circuito de vacío al comenzar el proceso. Este volumen se ha calculado estimando que no hay producto en el tubo de precarga y tampoco en el vaso dosificador pero realmente no es así.

El volumen de aire aspirado al iniciar el proceso de vacío se puede apreciar mejor en el siguiente dibujo.

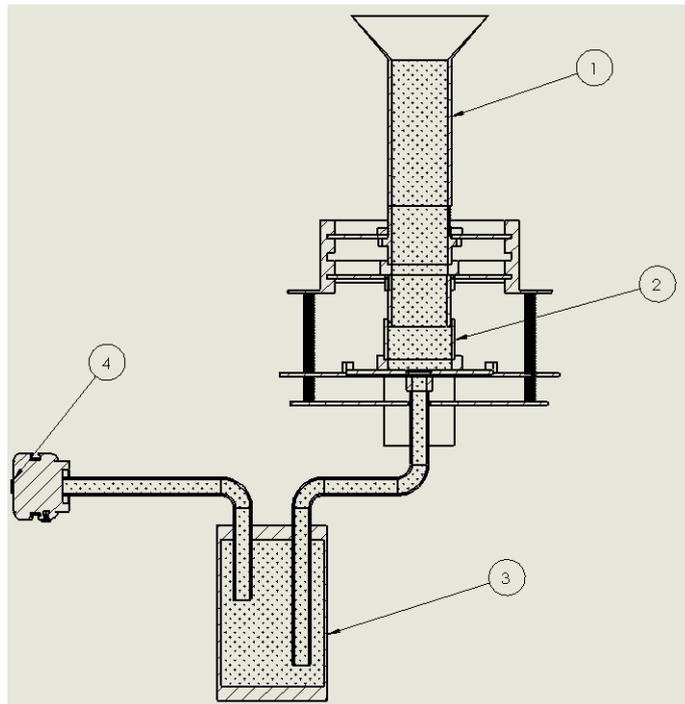


Figura 58. Dibujo del volumen de aire aspirado al iniciar el proceso de vacío del producto.

Nota: La parte sombreada con cruces entre los elementos se corresponde con el volumen de aire aspirado.

Una vez aspirado dicho volumen de aire, la idea es mantener la depresión requerida en el sistema de vacío (eyector y deposito), a través de una válvula de doble asiento o una válvula antirretorno, de manera que solo sea necesario aspirar el aire del vaso y del tubo de precarga (sistema dosificador) cada vez que se realice una nueva dosificación.

Al mantener la depresión requerida en el sistema de vacío, cada vez que se realice una nueva dosificación se tendrá que aspirar únicamente el volumen de aire del vaso y el tubo de precarga, siendo mucho más rápido el proceso.

El volumen de aire a desalojar, entre el vaso y el tubo de precarga, cada vez que se realice una nueva dosificación, es 2120,56 cm³.

En el siguiente dibujo se puede visualizar el proceso de vacío mencionado.

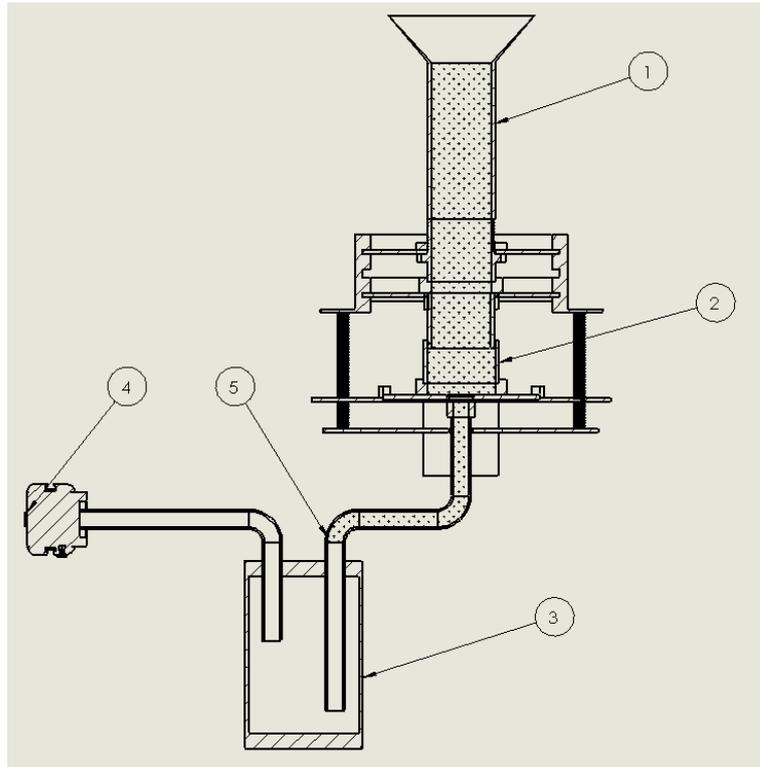


Figura 59. Dibujo del proceso de vacío cada vez que se realiza una nueva dosificación.

Nota: 5. Válvula de doble asiento o válvula antirretorno

En este caso, también se ha estimado que el tubo de precarga y el vaso están vacíos, pero no es así ya que ambos contendrán un producto, por tanto el volumen de aire será menor. Al no poder calcular exactamente el volumen de aire que contendrán, debido a que depende de los espacios entre las partículas del producto, se decide sobredimensionar y estimar que el vaso y el tubo de precarga están vacíos.

VI.3.3. Tiempo de evacuación

Antes de seleccionar un eyector de vacío, se necesita saber el tiempo de evacuación, que es el periodo que el eyector debe estar en funcionamiento hasta llegar a la depresión requerida.

En este caso, se requiere que el tiempo de evacuación a la hora de realizar una nueva dosificación sea mínimo de 1 segundo. Se pretende realizar una dosificación cada 2 segundos, por tanto el tiempo que tiene el eyector para realizar la compresión en el vaso y en el tubo de precarga, cada vez que se realice una nueva dosificación, no debe superar 1 segundo.

Por otro lado, el tiempo de evacuación al comenzar el proceso de vacío también es importante, para así poder empezar cuanto antes con el proceso de dosificación.

VI.3.4. Selección del eyector

Una vez vistos todos los puntos, por último se necesita seleccionar un eyector de vacío que cumpla los requisitos de presión, caudal de aire aspirado y tiempo de evacuación, y así poder realizar una correcta dosificación.

Para ello, en esta parte de la investigación, se ha contactado con diferentes/diversas empresas del sector que ofrecen este tipo de producto.

Los eyectores y los datos que se comentaran a continuación, finalmente han sido obtenidos de los catálogos facilitados principalmente por la empresa AR-Vacuum, que también ha prestado sus servicios para la compresión y desarrollo de este punto.

Los eyectores seleccionados son los siguientes:

- K3B
- K3BE
- KZ80

Las depresiones máximas de los eyectores son las siguientes:

Tabla 13. Depresiones máximas de cada eyector

Depresiones máximas	
K3B	-920 mbar
K3BE	-920 mbar
KZ80	-800 mbar

En este caso las depresiones máximas son más que suficientes en los tres eyectores para llegar a realizar una pequeña compresión en el producto y así poder realizar una correcta dosificación.

A continuación, se van a indicar los caudales máximos de aspiración de cada eyector y se va a proceder a realizar los cálculos pertinentes para saber que eyector cumple los requisitos de volumen de aire aspirado.

Los caudales máximos de aspiración son los siguientes:

Tabla 14. Caudales máximos de aspiración de cada eyector

Caudales máximos de aspiración	
K3B	120 l/min = 0,002 m ³ /s
K3BE	270 l/min = 0,0045 m ³ /s
KZ80	460 l/min = 0,0077 m ³ /s

El volumen de aire, aproximadamente, que se necesita aspirar al iniciar el proceso de vacío, es 0,0233 m³.

Por tanto, con los caudales máximos de aspiración de los eyectores se puede determinar que el eyector KZ80 sería el más rápido en aspirar dicho volumen de aire, seguido del eyector K3BE y por último del eyector K3B.

Por otro lado, el volumen de aire que se necesita aspirar en el proceso de dosificación es 0,00213 m³. En este caso, se requiere aspirar dicho volumen en mínimo 1 segundo.

Con los datos obtenidos del catálogo se puede determinar que el eyector K3BE y el KZ80 son los únicos que pueden cumplir dicho requisito, ya que el eyector K3B tiene un caudal máximo de 0,002 m³/s y no cumple.

Otro dato importante, es que cuanto más caudal tenga el eyector quiere decir también que a depresiones más altas trabajara también a caudales más altos que el resto. En este caso, esto puede ayudar a que productos más porosos, que son más difíciles de aspirar, sean más manejables.

Por ejemplo, el eyector KZ80 que tiene una depresión máxima de -800 mbar, puede llegar a tener un caudal de 100 l/min a -750 mbar. En cambio, el eyector K3B3 que tiene una depresión máxima de -920 mbar, alcanza un caudal de 60 l/min a una depresión de -750 mbar.

Por último lugar, los tiempos de evacuación de los eyectores hasta llegar a su depresión máxima son los siguientes:

Tabla 15. Tiempos de evacuación de cada eyector cuando la depresión es máxima

Tiempos de evacuación	
K3B	65 s en alcanzar -900 mbar para 25 l
K3BE	48,5 s en alcanzar -900 mbar para 25 l
KZ80	49 s en alcanzar -800 mbar para 100 l

Con los datos obtenidos se puede determinar que los eyectores K3BE y KZ80 tienen los mejores tiempos de evacuación, incluso, el eyector KZ80 puede alcanzar depresiones muy altas en poco tiempo con grandes volúmenes de aire.

En cambio, lo que interesa saber es si estos eyectores son capaces de llegar a su depresión máxima aspirando un volumen de aire aproximado de 2,13 litros, que es el volumen de aire que contiene el vaso de dosificación con el tubo de precarga, en mínimo 1 segundo.

Y los resultados son los siguientes:

Tabla 16. Tiempos de evacuación de cada eyector para 2,13 litros

Tiempos de evacuación para 2,13 litros	
K3B	5,53 s en alcanzar -900 mbar
K3BE	4,13 s en alcanzar -900 mbar
KZ80	1,04 s en alcanzar -800 mbar

Observando los datos se puede determinar que ningún eyector es capaz de llegar a su depresión máxima para un volumen de 2,13 litros en mínimo un segundo.

En cambio, el volumen de aire que se ha calculado se ha sobredimensionado, por tanto, el eyector KZ80 sí que es capaz de crear un vacío adecuado para el proceso de dosificación en 1 segundo o incluso menos.

También, otro dato a tener en cuenta es que al realizar un vacío previo en todo el sistema (sistema de dosificación y sistema de vacío) al iniciar el proceso, a la hora de realizar el vacío únicamente en el vaso dosificador y en el tubo de precarga (aproximadamente 10% de aire del total) el vacío se realizara antes, porque al abrir la válvula de retención el vacío se estabilizara inmediatamente a -750 mbar, por ejemplo.

En definitiva, el eyector seleccionado para poner en marcha el circuito de vacío es el eyector KZ80.

La depresión máxima que alcanza es suficiente para realizar una compresión adecuada en el producto antes de su dosificación, el caudal de aspiración que llega a desarrollar es muy alto, lo que incluso da opciones a trabajar con productos más porosos, y por último, el tiempo de evacuación es el requerido para realizar el vacío en el proceso de dosificación en al menos 1 segundo.

VI.3.5. Dimensionado del equipo compresor

Para el funcionamiento del sistema de vacío y otros elementos de la maquina se necesita un equipo compresor que suministre el aire comprimido que utiliza el eyector de vacío, el cilindro neumático y la entrada de aire.

En este caso la empresa de alimentación dispone actualmente de un sistema de aire comprimido totalmente integrado en sus instalaciones y no es necesario seleccionar ningún equipo compresor.

En cambio, si este no fuera el caso sería necesario hacer un estudio para seleccionar un equipo compresor que sea adecuado para el sistema de vacío diseñado.

Por ello, se ha decidido realizar un estudio igualmente para poder ver con más detalle que sistema compresor sería necesario en tal caso.

VI.3.1.2. Parámetros

Antes de realizar la selección del sistema compresor se necesitan recopilar los datos de caudal consumido y presión de alimentación de cada elemento.

Los datos recopilados son los siguientes:

1. Eyector de vacío KZ80 (sistema de vacío):

- Caudal consumido = 290 N l / min
- Presión de alimentación = > 5 bar

2. Cilindro neumático ADN-20-150-ELB-I-P-A (sistema dosificador):

- Caudal consumido = 50 N l / min
- Presión de alimentación = 6-8 bar

3. Entrada de aire (sistema dosificador)

- Caudal consumido = 50 N l / min
- Presión de alimentación = 8 bar

4. Depósito de vacío:

- Capacidad = 25 L

VI.3.1.3. Selección del equipo compresor

Después de la recopilación de datos de cada elemento que está implicado en la selección del equipo compresor, se ha decidido contactar con la empresa Serviaire que ofrece dichos equipos, pero además aseguran una calidad 1 del aire comprimido que es incluso más puro que al aire ambiental típico.

Finalmente, la empresa Serviaire con los datos facilitados anteriormente ofrece un equipo compresor Kaeser SX6 con un depósito de aire comprimido vertical galvanizado de 350L, y ambos tienen una sobrepresión máxima de 11 bar.

VI.4. Estudio económico

VI.4.1. Presupuesto de la estructura

Tabla 17. Presupuesto de materiales, procesos y componentes normalizados de la estructura de la maquina

ESTRUCTURA					
MATERIALES Y PROCESOS	Uds.	Cant.	Coste	Coste total	Fuente
ESTRUCTURA					
<i>Perfil ISO 40x40x4 Acero inox 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2) de 6 m</i>	m	42	3,63 €	152,46 €	Comercial Garcia
<i>Corte en taller</i>	ud.	68	4,21 €	286,28 €	Laser Boost
CARCASA DEL DOSIFICADOR					
<i>Chapa de acero inox. 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2) de 1000x2000x1 mm</i>	kg	16	8,31 €	132,96 €	Comercial Garcia
<i>Corte por láser y plegado</i>	ud.	1	48,63 €	48,63 €	Laser Boost
ACOPLE DE SUJECCION DEL DOSIFICADOR					
<i>Pletina de acero inox 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2), acabado mate</i>	kg	3,18	8,31 €	26,43 €	Comercial Garcia
<i>Corte por láser y plegado</i>	ud.	3	6,78 €	20,34 €	Laser Boost
CHAPA BASE DE LA ESTRUCTURA					
<i>Chapa de acero inox. 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2) de 1000x2000x2 mm</i>	kg	64	8,31 €	531,84 €	Comercial Garcia
<i>Corte por laser</i>	ud.	11	31,82 €	350,02 €	Laser Boost
PUERTA DEL ARMARIO					
<i>Chapa de acero inox. 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2) de 1000x2000x1 mm</i>	kg	16	8,31 €	132,96 €	Comercial Garcia
<i>Corte por láser y plegado</i>	ud.	2	35,93 €	71,86 €	Laser Boost
CHAPA LATERAL Y TRASERA DEL ARMARIO					
<i>Chapa de acero inox. 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2) de 1000x2000x1 mm</i>	kg	32	8,31 €	265,92 €	Comercial Garcia
<i>Corte por laser</i>	ud.	9	31,82 €	286,38 €	Laser Boost
MARCO DEL ARMARIO					
<i>Chapa de acero inox. 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2) de 1000x2000x2 mm</i>	kg	32	8,31 €	265,92 €	Comercial Garcia
<i>Corte en taller</i>	ud.	44	2,94 €	129,36 €	Laser Boost
COMPONENTES					
<i>Rueda Blickle HRIG-POA 72G</i>	ud.	4	130,94 €	523,76 €	BLICKLE
<i>Bisagra</i>	ud.	4	6,43 €	25,72 €	RS ONLINE
<i>Pomo de la puerta</i>	ud.	2	1,93 €	3,86 €	RS ONLINE
<i>Tapa de ventilación</i>	ud.	1	22,13 €	22,13 €	RS ONLINE
<i>Tornillo M12</i>	ud.	6	0,75 €	4,50 €	RS ONLINE
<i>Tornillo M8</i>	ud.	16	0,65 €	10,40 €	RS ONLINE
<i>Tornillo M4</i>	ud.	4	0,52 €	2,08 €	RS ONLINE
<i>Tuerca M12</i>	ud.	6	0,25 €	1,50 €	RS ONLINE
<i>Tuerca M8</i>	ud.	4	0,18 €	0,72 €	RS ONLINE
<i>Tuerca M4</i>	ud.	4	0,15 €	0,60 €	RS ONLINE
TOTAL MATERIAL				3.296,63 €	

Tabla 18. Presupuesto de la mano de obra utilizada para la estructura de la maquina

MANO DE OBRA	Uds.	Cant.	Coste	Coste total
Oficial de 1a soldador	h	16	16,92 €	270,72 €
Auxiliar de soldador	h	16	15,77 €	252,32 €
Montador	h	8	10,00 €	80,00 €
TOTAL MANO DE OBRA				603,04 €

VI.4.2. Presupuesto del sistema dosificador

Tabla 19. Presupuesto de materiales, procesos y componentes normalizados del sistema dosificador

SISTEMA DOSIFICADOR					
MATERIALES Y PROCESOS	Uds.	Cant.	Coste	Coste total	Fuente
TUBO DE PRECARGA					
<i>Tubo hueco Ø96x80 Acero inox 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2)</i>	kg	1,15	8,31 €	9,56 €	Comercial Garcia
<i>Tubo hueco Ø96x50 Acero inox 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2)</i>	kg	1,07	8,31 €	8,89 €	Comercial Garcia
<i>Tubo hueco Ø85x143 PMMA (polimetilmetacrilato)</i>	kg	0,08	3,55 €	0,28 €	Plasticos y caucho
SOPORTE SENSOR					
<i>Chapa de acero inox 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2), acabado mate</i>	kg	0,62	8,31 €	5,14 €	Comercial Garcia
<i>Corte laser</i>	ud.	4	5,24 €	20,96 €	Laser Boost
TAPA DE ENTRADA DE AIRE COMPRIMIDO					
<i>Tubo macizo Ø58x50 Acero inox 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2)</i>	kg	1,94	2,58 €	5,01 €	Comercial Garcia
PLACA DE GUIAS LATERAL					
<i>Pletina de acero inox 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2), acabado mate</i>	kg	8,25	8,31 €	68,56 €	Comercial Garcia
PLACA DE GUIAS FRONTAL					
<i>Pletina de acero inox 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2), acabado mate</i>	kg	3,07	8,31 €	25,51 €	Comercial Garcia
CHAPA PASATABIQUES					
<i>Chapa de acero inox. 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2) de 1000x2000x3 mm</i>	kg	2,74	8,31 €	22,77 €	Comercial Garcia
<i>Corte laser y plegado</i>	ud.	1	25,43 €	25,43 €	Laser Boost
PASATABIQUES					
<i>Tubo hueco Ø86x80 Acero inox 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2)</i>	kg	1,78	8,31 €	14,79 €	Comercial Garcia
ACOPLES ESTANCOS DEL PASATABIQUES Y DEL VASO DOSIFICADOR					
<i>Plancha de iglidur® A160 de 300x500x25 mm</i>	ud.	1	391,00 €	391,00 €	Igus

CHAPA VASO DOSIFICADOR					
Chapa de acero inox. 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2) de 1000x2000x3 mm	kg	2,83	8,31 €	23,52 €	Comercial Garcia
Corte laser y plegado	ud.	1	27,73 €	27,73 €	Laser Boost
VASO DOSIFICADOR					
Tubo hueco Ø85x70 Acero inox 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2)	kg	0,7	8,31 €	5,82 €	Comercial Garcia
Tubo hueco Ø96x55 Acero inox 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2)	kg	0,63	8,31 €	5,24 €	Comercial Garcia
CHAPA EXTRAIBLE					
Chapa de acero inox. 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2), acabado mate	kg	2,67	8,31 €	22,19 €	Comercial Garcia
Corte laser	ud.	1	25,43 €	25,43 €	Laser Boost
CHAPA INFERIOR MOVIL					
Chapa de acero inox. 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2), acabado mate	kg	6,6	8,31 €	54,85 €	Comercial Garcia
Corte laser	ud.	1	25,43 €	25,43 €	Laser Boost
CHAPA NEMA					
Chapa de acero inox. 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2), acabado mate	kg	2,18	8,31 €	18,12 €	Comercial Garcia
Corte laser	ud.	1	25,43 €	25,43 €	Laser Boost
COMPONENTES					
Sensor fotoelectronico OBE12M-R100-S2EP-IO-V13	ud.	4	88,37 €	353,48 €	BERDIN
Racor de entrada aire comprimido acero inox AISI 316	ud.	4	30,00 €	120,00 €	FESTO
Guia LM SR-MSW	ud.	4	54,17 €	216,68 €	THK
Patin LM SR-MSW	ud.	8	98,64 €	789,12 €	THK
Soporte de husillo SFA/SLA	ud.	1	46,00 €	46,00 €	TECNOPOWER
Cilindro neumatico ADN-20-130-ELB-I-P-A	ud.	6	117,32 €	703,92 €	FESTO
Muelle Ø48x40 AISI 316	ud.	1	8,25 €	8,25 €	RS-ONLINE
Filtro alimentario de junta clamp acero inox AISI 316	ud.	1	11,32 €	11,32 €	TECNOPRODUCTS
Husillo roscado Ø8x1000	ud.	1	12,11 €	12,11 €	RS-ONLINE
Tuerca husillo Ø eje 8 mm, Øext. 48 mm, longitud 35 mm	ud.	4	46,16 €	184,64 €	RS-ONLINE
Acople rigido 5x8 mm	ud.	4	3,50 €	14,00 €	TECNOPOWER
Motor NEMA 1703HS168A	ud.	4	14,95 €	59,80 €	IMPRESORAS 3D
Tornillo M2	ud.	32	0,44 €	14,08 €	RS ONLINE
Tornillo Allen M3	ud.	16	0,49 €	7,84 €	RS ONLINE
Tornillo M4	ud.	4	0,52 €	2,08 €	RS ONLINE
Tornillo Allen M4	ud.	68	0,54 €	36,72 €	RS ONLINE
Tornillo Allen M6	ud.	4	0,61 €	2,44 €	RS ONLINE
Tuerca M4	ud.	4	0,15 €	0,60 €	RS ONLINE
Tuerca M10	ud.	2	0,21 €	0,42 €	RS ONLINE
			TOTAL MATERIAL	3.415,14 €	

Tabla 20. Presupuesto de la mano de obra utilizada para el sistema dosificador

MANO DE OBRA	Uds.	Cant.	Coste	Coste total
Oficial de 1a soldador	h	4	16,92 €	67,68 €
Auxiliar de soldador	h	4	15,77 €	63,08 €
Montador	h	6	10,00 €	60,00 €
TOTAL MANO DE OBRA				190,76 €

Tabla 21. Presupuesto del equipo utilizado para la fabricación del sistema dosificador

EQUIPO	Uds.	Cant.	Coste	Coste total
Fresadora CNC	h	8	42,50 €	340,00 €
Torno CNC	h	16	35,00 €	560,00 €
Taladro	h	6	25,00 €	150,00 €
TOTAL EQUIPO				1.050,00 €

VI.4.3. Presupuesto del sistema de vacío

Tabla 22. Presupuesto de los materiales y componentes utilizados para el sistema de vacío

SISTEMA DE VACIO	Uds.	Cant.	Coste	Coste total	Fuente
MATERIALES					
CUERPO DEL DEPOSITO					
<i>Tubo hueco Ø270x460 PMMA (polimetilmetacrilato)</i>	kg	2,88	3,55 €	10,22 €	Plasticos y caucho
TAPA DEL DEPOSITO					
<i>Pletina de PA 6 (Poliamida 6)</i>	kg	4,1	1,80 €	7,38 €	Plasticos y caucho
BASE DEL DEPOSITO					
<i>Pletina de PA 6 (Poliamida 6)</i>	kg	2,63	1,80 €	4,73 €	Plasticos y caucho
BASE DEL DEPOSITO FIJA					
<i>Pletina de PA 6 (Poliamida 6)</i>	kg	5,27	1,80 €	9,49 €	Plasticos y caucho
COMPONENTES					
<i>Eyector de vacío EVKZ80</i>	ud.	1	817,14 €	817,14 €	AR VACUUM
<i>Valvula de bola DN40 PN30 acero inoxidable AISI 316</i>	ud.	1	38,45 €	38,45 €	RS ONLINE
<i>Codo sanitario 90 DN38 acero inoxidable AISI 316</i>	ud.	1	9,67 €	9,67 €	BEDEC
<i>Racor SMS 38 acero inoxidable AISI 316</i>	ud.	1	12,25 €	12,25 €	RS ONLINE
<i>Tubo hueco rígido DN35</i>	ud.	1	117,32 €	117,32 €	
<i>Pasatabique G1 1/2"</i>	ud.	1	8,25 €	8,25 €	RS ONLINE
<i>Racor SMS 25</i>	ud.	2	11,32 €	22,64 €	RS ONLINE
<i>Tubo hueco rígido DN 40</i>	ud.	1	12,11 €	12,11 €	
TOTAL MATERIAL				1.069,65 €	

Tabla 23. Presupuesto de la mano de obra utilizada para el sistema de vacío

MANO DE OBRA	Uds.	Cant.	Coste	Coste total
Oficial de 1a soldador	h	2	16,92 €	33,84 €
Auxiliar de soldador	h	2	15,77 €	31,54 €
Montador	h	4	10,00 €	40,00 €
			TOTAL MANO DE OBRA	105,38 €

Tabla 24. Presupuesto del equipo utilizado para la fabricación del sistema de vacío

EQUIPO	Uds.	Cant.	Coste	Coste total
Fresadora CNC	h	4	42,50 €	170,00 €
Torno CNC	h	8	35,00 €	280,00 €
Taladro	h	3	25,00 €	75,00 €
			TOTAL EQUIPO	525,00 €

VI.4.4. Presupuesto del transportador de tornillo

Tabla 25. Presupuesto del transportador de tornillo ofrecido por Martin Sprocket & Gear

TRANSPORTADOR HELICOIDAL DE TORNILLO	Uds.	Cant.	Coste	Coste total	Fuente
TRANSPORTADOR	ud.	1	32.642	32.642 €	MARTIN SPROCKET
TOTAL				32.642 €	

VI.4.5. Presupuesto final

Tabla 26. Presupuesto final de fabricación de la maquina dosificadora

PRECIO TOTAL DE FABRICACION	42.897,60 €
------------------------------------	--------------------

VII. LINEAS FUTURAS

VII.1. Objetivos alcanzados

El objetivo principal de este proyecto era diseñar una máquina de dosificación de alimentos semisólidos viscosos que pudiera garantizar la seguridad y calidad del producto durante todo el proceso, y así se ha hecho.

El producto es tratado con cuidado a través de todos los sistemas por los que pasa, desde el transportador hasta el sistema de vacío.

Otro punto importante era conseguir que la maquina pudiera garantizar que el mantenimiento y la desinfección se pudiera realizar de manera sencilla y eficiente, con un diseño de fácil montaje y desmontaje, y también se ha conseguido.

El diseño de la maquina se ha enfocado en que todas las partes de la maquina sean de sencillo montaje y que tenga una buena accesibilidad para su desmontaje.

Pero sobretodo, el objetivo más importante era poder ofrecer una alternativa a una empresa de alimentación que busca un máquina que pueda dosificar un alimento semisólido viscoso, y que actualmente su proceso es completamente manual, y también se ha alcanzado dicho objetivo.

La máquina es capaz de funcionar de forma autónoma o semiautónoma, pudiendo trabajar con diferentes tipos de alimentos semisólidos viscosos sin grandes problemas.

VII.2. Futuras líneas de investigación y desarrollo

Una vez desarrollado el proyecto, se han descubierto líneas de investigación con las que se puede mejorar y ampliar el diseño de la máquina.

A continuación, se enumeran algunas de ellas:

- La mayoría de los tornillos sin fin que se fabrican actualmente no están enfocados a productos de alimentación semisólidos viscosos y la información que hay al respecto es muy poca, por tanto, se podría realizar una mayor y profunda investigación al respecto.
Incluso se podría realizar un diseño propio del transportador de tornillo sin fin, para ello se necesitaría estudiar y hacer ensayos en el laboratorio para poder testear la fluidez de los productos en el diseño realizado.
- El proyecto se ha centrado en un rango de dosificación de entre 200 y 400 g, tal y como se requería, pero se podría ampliar dicho rango, diseñando un abanico más grande de tubos de precarga, vasos dosificadores y chapas, que fueran intercambiables según la cantidad que se requiera dosificar.
- El diseño de la máquina se ha enfocado más en la parte mecánica, por tanto, se podría desarrollar la parte eléctrica, neumática y del sistema de control que maneja la máquina.

VIII. ANEJOS

Anejos: tabla de contenido

VIII.1. BIBLIOGRAFIA.....	119
VIII.2. LISTA DE FIGURAS	120
VIII.3. LISTA DE TABLAS.....	121
VIII.4. LISTA DE EMPRESAS CONTACTADAS	122
VIII.5. PLANOS	129
VIII.6. PRESUPUESTOS DE EMPRESAS	130

VIII.1. BIBLIOGRAFIA

Günter Gruner, K., Bruce Traill, W. (1997). *Product and process innovation in the food industry*. Reino Unido: Springer.

Laura Passos, M., P. Ribeiro, C. (2010). *Innovation in Food Engineering: New Techniques and Products*. Estados Unidos: CRC Press.

Pinto Fajardo, C.H., Duran Sanchez H. (2006). *Diseño, modelamiento y simulación de maquina dosificadora de alimento granulado para animales* (Trabajo de grado). Recuperado de: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1077&context=ing_automatizacion

Alvaro Gomez, R.L., Calderon Pico, N. (2011). *Diseño, construcción y pruebas de un prototipo automatizado para dosificación y mezclado de 4 componentes, tres de ellos a granel y uno líquido*. (Trabajo de grado). Recuperado de: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1077&context=ing_automatizacion

Calapaqui Guamani, T.G., Duran Tenesaca, H.B. (2012). *Dimensionamiento y construcción de una máquina para el dosificado y sellado de envases de yogurt semi-industrial con el uso de un mini PLC*. (Trabajo de grado) Recuperado de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5430/1/CD-4610.pdf>

Martinez, C. (Enero de 2008). *Mechatronics design of a low-cost packaging and dosing machine for doughy products*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/229040784_Mechatronics_Design_of_a_Low-Cost_Packaging_and_Dosing_Machine_for_Doughy_Products

VIII.2. LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principales partes de un dosificador común	7
Figura 2. a) Esquema simplificado de un sistema dosificador con bomba dosificadora y sus componentes principales, b) Ejemplo real de una maquina dosificadora de pistón.	9
Figura 3. Clasificación de los dosificadores principales que existen en la actualidad	18
Figura 4. Dosificador de doble pistón accionado por pedal	19
Figura 5. Esquema simplificado de un dosificador de tornillo sin-fin formado por un mecanismo de accionamiento (1), un nivel de control (2), un removedor (3), un tubo dosificador (4), una entrada auxiliar para el producto (5), una tolva (6), un tornillo dosificador (7) y un embudo para la salida del producto (8).	20
Figura 6. Dosificador de seis vasos telescópicos accionado por servomotor.	21
Figura 7. Esquema simplificado del funcionamiento de un dosificador por gravedad y las partes que lo componen	22
Figura 8. Dibujo de un dosificador de tornillo y balanza	23
Figura 9. Dibujo de un dosificador con balanza multicabezal etapa por etapa (desde la entrada del producto hasta su salida)	24
Figura 10. Dosificador de un único canal vibratorio.....	25
Figura 11. Dibujo de una embutidora vertical manual.....	26
Figura 12. Esquema de una embutidora vertical automática con sistema hidráulico.....	27
Figura 13. Diseño en 3D de una tolva vibratoria torbellino.....	28
Figura 14. Despiece completo de un alimentador de tornillo sin fin	29
Figura 15. Alimentador de banda industrial con un depósito instalado en la parte superior y una tolva en la parte inferior	29
Figura 16. Sistema dosificador con tolva y alimentador vibratorio	30
Figura 17. Sensor de temperatura del motor de una maquina o vehículo.	34
Figura 18. Final de carrera con accionamiento por leva	34
Figura 19. Sensor de nivel con accionamiento por flotador.....	35
Figura 20. Circuito eléctrico compuesto por relés, contactos normalmente abiertos y pulsadores.....	35
Figura 21. Resistencia LDR	36
Figura 22. Fotodiodo.....	36
Figura 23. Fototransistor	36
Figura 24. Interruptores de botón pulsador	37
Figura 25. Potenciómetro del sistema de aire acondicionado de un local.....	37
Figura 26. Motor eléctrico de dos estados (marcha/paro).	38
Figura 27. Válvula de paso de agua regulable	38
Figura 28. Dosificador DML-50-1/1450-600.....	44
Figura 29. Diseño interno del funcionamiento del dosificador Azodos tipo P DV.....	45
Figura 30. Dosificador Azodos tipo P DV	46
Figura 31. Esquema simplificado de la dosificadora volumétrica Rovema VDD formada por un tubo de carga (1), un contenedor de alimentación (2), una regleta de nivel (3), una placa de dosificación (4) y un tubo de descarga (5).	47
Figura 32. Dosificadora volumétrica de vasos telescópicos Rovema VDD.....	48
Figura 33. Maquina dosificadora Leonhardt SD.....	49
Figura 34. Tubo de precarga de la dosificadora Leonhardt SD con sus cuatro sensores ópticos posicionados.....	50
Figura 35. Diseño final de la maquina dosificadora de alimentos semisólidos viscosos	53
Figura 36. Dimensiones generales de la vista frontal de la maquina	54

Figura 37. Dimensiones generales de la vista lateral de la maquina.....	55
Figura 38. Diseño final en perspectiva del transportador de tornillo	56
Figura 39. Sistema motriz del transportador de tornillo.....	57
Figura 40. Diseño final en perspectiva del sistema dosificador	58
Figura 41. Diseño final en vista lateral del sistema dosificador.....	59
Figura 42. Diseño final en perspectiva del sistema dosificador	60
Figura 43. Tubo de precarga	61
Figura 44. Vaso dosificador	61
Figura 45. Interior del sistema dosificador en vista lateral	62
Figura 46. Interior del sistema dosificador en perspectiva.....	63
Figura 47. Diseño final del sistema de vacío en perspectiva.....	65
Figura 48. Diseño final del sistema de vacío en perspectiva.....	66
Figura 49. Cinta transportadora de cangilones.....	71
Figura 50. Transportador de tornillo sin fin	71
Figura 51. Tabla de materiales con sus respectivas características segundo el catalogo “Link belt screw conveyors”	83
Figura 52. Grafica con los valores del factor de sobrecarga según la potencia total nominal calculada.....	89
Figura 53. Grafica con los valores de potencia recomendada para el motor según la potencia total requerida para el transportador.....	90
Figura 54. Capacidades torsionales según los diferentes diámetros de tubos, ejes y pernos del transportador	91
Figura 55. Capacidades de potencia según el diámetro de los tubos, ejes y pernos del transportador	93
Figura 56. Grafica con las diferentes presiones que existen	98
Figura 57. Dibujo del sistema dosificador y del sistema de vacío de la máquina.....	99
Figura 58. Dibujo del volumen de aire aspirado al iniciar el proceso de vacío del producto. .	101
Figura 59. Dibujo del proceso de vacío cada vez que se realiza una nueva dosificación.	102

VIII.3. LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características de la carne picada según el catalogo “Link belt screw conveyors”	83
Tabla 2. Características del material según el código obtenido del catálogo “Link belt screw conveyors”	83
Tabla 3. Características del transportador helicoidal según el material a transportar obtenido del catálogo “Link belt screw conveyors”	84
Tabla 4. Calculo manual de la sección de trabajo y las velocidades del material y el transportador	85
Tabla 5. Calculo de la potencia nominal requerida por el transportador helicoidal	87
Tabla 6. Datos requeridos del transportador para calcular la potencia total requerida	87
Tabla 7. Potencias requeridas para el accionamiento del transportador helicoidal	89
Tabla 8. Potencia total requerida por el transportador	90
Tabla 9. Capacidad torsional del transportador helicoidal	92
Tabla 10. Capacidad de potencia del transportador helicoidal	94
Tabla 11. Diámetros calculados del tubo, ejes y pernos del transportador helicoidal	94
Tabla 12. Volúmenes de aire que contiene cada elemento	100
Tabla 13. Depresiones máximas de cada eyector	103
Tabla 14. Caudales máximos de aspiración de cada eyector	104
Tabla 15. Tiempos de evacuación de cada eyector cuando la depresión es máxima	105
Tabla 16. Tiempos de evacuación de cada eyector para 2,13 litros	105
Tabla 17. Presupuesto de materiales, procesos y componentes normalizados de la estructura de la maquina	108
Tabla 18. Presupuesto de la mano de obra utilizada para la estructura de la maquina	109
Tabla 19. Presupuesto de materiales, procesos y componentes normalizados del sistema dosificador	109
Tabla 20. Presupuesto de la mano de obra utilizada para el sistema dosificador	111
Tabla 21. Presupuesto del equipo utilizado para la fabricación del sistema dosificador	111
Tabla 22. Presupuesto de los materiales y componentes utilizados para el sistema de vacío ..	111
Tabla 23. Presupuesto de la mano de obra utilizada para el sistema de vacío	112
Tabla 24. Presupuesto del equipo utilizado para la fabricación del sistema de vacío	112
Tabla 25. Presupuesto del transportador de tornillo ofrecido por Martin Sprocket & Gear	113
Tabla 26. Presupuesto final de fabricación de la maquina dosificadora	113

VIII.4. LISTA DE EMPRESAS CONTACTADAS

VIII.4.1. Transportador de tornillo helicoidal

Empresa	Descripción	Sitio web	Datos de contacto
FLEXICON	<p>Flexicon Corporation es líder mundial en el diseño y la fabricación de equipos de manejo de materiales a granel y sistemas diseñados e integrados especialmente en toda una planta que transportan, descargan, llenan, pesan, mezclan, suministran y dosifican una amplia gama de materiales sólidos en polvo y a granel.</p> <p>Tiene presencia en los siguientes países: Estados Unidos, Reino Unido, Australia, Sudáfrica, España, Alemania, Francia, Singapur, Indonesia y Malasia</p>	https://www.flexicon.com/	ventas@flexicon.es
TIPSA	<p>TIPSA es una empresa de Ingeniería, equipos y servicios a nivel industrial de Guatemala. Ofrece servicios de: Fabricación de transportadores, ingeniería mecánica y eléctrica, ingeniería de automatización de procesos industriales, metalmecánica industrial, refrigeración, hornos industriales, mantenimiento predictivo, reconstrucción de equipos, obra civil, taller de torno y venta de bandas y accesorios</p>	https://www.tipsa.com.gt/	tipsa@tipsa.com.gt
LINDIS	<p>Lindis es una empresa española que ofrece soluciones en transmisión, automatización y manutención en los mercados de transmisión de energía, transporte industrial y automatización.</p> <p>Enfocan su desempeño en los campos de acoplamientos, engranajes y cremalleras, piñones y cadenas de rodillos, poleas y correas trapeciales, transporte industrial, tornillos especiales y proyectos a medida.</p>	https://lindis.com/es/	jgarcia@lindis.es

MARTIN SPROCKET	La empresa Marin ofrece soluciones de calidad para la transmisión de potencia y manejo de materiales. Sus principales líneas de producto son: transmisión de potencia, manejo de materiales, fabricación especial, poleas para banda transportadora, rodillos, herramientas industriales de mano. Tienen presencia en los siguientes países: Estados Unidos, Canadá, México, Brasil, China y Reino Unido.	https://es.martinsprocket.com	SFox@martinsprocket.com
BONNER	Empresa búlgara que ofrece: diseño, construcción e implementación de equipos complejos de empresas en la industria alimenticia.	https://www.bonnerbg.com/	jivanova@bonnerbg.com
APULLMA	Apullma es una mediana empresa alemana especializada en la transformación de metales. Desde 1975 se han especializado en la técnica de transporte.	https://www.apullma.de/	info@apullma.de
SYNTRON	Syntron Material Handling, con sede en Tupelo, Mississippi – Estados Unidos, es líder mundial en el suministro de soluciones innovadoras para la manipulación de materiales. Durante más de 100 años, han estado a la vanguardia de la tecnología de transporte y vibración, al proporcionar un rendimiento y valores excepcionales para la manipulación de materiales a granel a través de sus marcas Link-Belt y Syntron.	https://syntronmh.com/es	john.morgan@syntronmh.com
Solids Handling Technologies, Inc.	Es una empresa estadounidense dedicada a la fabricación de maquinaria industrial	http://solidshandlingtech.com/	scott@solidshandlingtech.com
GERICKE	Gericke es una empresa internacional que diseña y fabrica equipos y sistemas para procesamiento de material sólido	https://www.gerickegroup.com/	info@gericke.net
KWSMFG	KWS Manufacturing Company, Ltd. Es una empresa estadounidense líder en el diseño y fabricación de equipos de transporte para la industria de manejo de materiales a granel.	https://www.kwsmfg.com/	sales@kwsmfg.com, info@kwsmfg.com

FANSIDER	The Fansider Company Ltd, es una empresa italiana de ingeniería industrial especializada en el suministro de mezcladores, transportadores de tornillo, dosificadores, divisores de bolsas y válvulas.	https://www.fansider.it/	info@fansider.it
ACRISON	Acrison es una empresa estadounidense líder en la tecnología de dosificación y manejo de sólidos secos por más de 50 años.	https://acrison.com/es/	informail@acrison.com
CONVEYOR	En Conveyor Engineering & Manufacturing son especialistas en diseñar y desarrollar transportadores, prensas, mezcladores, componentes de stock y productos especiales de la más alta calidad. La empresa se encuentra en Estados Unidos.	https://www.conveyoreng.com	sales@conveyoreng.com
JMS (Jim Myers & Sons)	JMS es una empresa estadounidense de ingeniería industrial especializada en fabricación, tratamiento de agua, aguas residuales, manipulación de materiales, cintas transportadoras, decantador de placas, floculador, transportadores de tornillo, tolva de fondo vivo, clasificador de arena, compactador de cribado, tubo de escoria, aireador en cascada, sedimentación, floculación y aireación	https://jms-equipment.com/	sales@jmsequipment.com

VIII.4.2.Sistema de vacío

Empresa	Descripción	Sitio web	Datos de contacto
SERVIAIRE	Serviaire es una empresa española de compresores de aire y soluciones globales para la Industria. Son líderes en tecnología, diseño, calidad y servicio para aire comprimido, refrigeración industrial y vacío.	https://www.serviaire.com/	comercial@serviaire.com
SUMINISTROS J. ORTS	Empresa española de referencia en suministro y mantenimiento industrial.	https://jorts.es/	jorts@jorts.es

AR Vacuum	Empresa española que tiene como objetivo el diseño y fabricación componentes y sistemas completos de vacío industrial de altas prestaciones.	https://ar-vacuum.com/es/	sandra@ar-vacuum.com
DIPRAX	Diprax es una empresa española de comercialización, diseño, fabricación y mantenimiento de equipos. Son especialistas en neumática, hidráulica y vacío industrial.	http://www.diprax.es/	info@diprax.es
HASKEL	La empresa Haskel Sistemas de Fluidos España, S.R.L., situada en San Sebastián - España, es filial del grupo internacional Haskel Inc. cuya sede central se encuentra en U.S.A. Haskel Sistemas de Fluidos, están especializados en sistemas y elementos de presurización de aire, líquidos y gases. Asimismo, la empresa reagrupa el estudio, el diseño, el montaje, el servicio postventa y el almacenaje.	https://www.haskel-es.com/	haskelES@haskel.com
NOVACOM	NOVACOM es una empresa cuya sede central se encuentra en el corazón de Europa, cerca de Lille, en el norte de Francia, y que ha estado diseñando, fabricando y desarrollando componentes para la manipulación por vacío durante más de 29 años.	https://novacom-vacio.es/	info@novacom-grp.com
VALPI	Valpi Pneumatic, S.L. son especialistas en la distribución de componentes neumáticos para la automatización industrial. Comercializan productos técnicamente avanzados e innovadores, idóneos para la optimización de equipos e instalaciones productivas. La empresa se encuentra en España.	https://www.valpi.es	comercial@valpi.es
SCHMALZ	Schmalz es una empresa líder del mercado en la automatización con vacío, así como en los sistemas de manipulación ergonómica. La empresa se encuentra en Alemania	https://www.schmalz.com/es-es/	schmalz@schmalz.es

BECKER	Becker es una compañía alemana pionera en tecnología de bombas de vacío y de aire a presión para múltiples sectores. Son fabricantes a nivel mundial de bombas de vacío, compresores y sistemas de suministro de aire.	https://www.becker-international.com/es/es/	info@becker-iberica.com
VACUUBRAND	Vacuubrand fabrica bombas de vacío de alto rendimiento para laboratorios de enseñanza e investigación, instrumentación y aplicaciones industriales. Están especializados en bombas de diafragma sin aceite y silenciosas, y sistemas de bombeo integrados, tanto para aplicaciones de servicio estándar como para las aplicaciones corrosivas que se encuentran en muchos laboratorios de química y ciencias de la vida. La empresa se encuentra en Estados Unidos	https://www.vacuubrand.com/es/	roberto.fritzler@vacuubrand.com
Marpa Vacuum	Marpa Vacuum S.L. es una empresa española especializada en el campo de la Tecnología del Vacío, desde el bajo vacío hasta el ultra-alto vacío. Marpa Vacuum S.L ofrece un amplio rango de bombas de vacío, realiza el diseño y dimensionado de instalaciones, suministra una gran variedad de recambios y servicios para realizar mantenimientos y reparaciones.	https://marpavacuum.com/	ventas@marpavacuum.com

VIII.4.3.Sistema dosificador

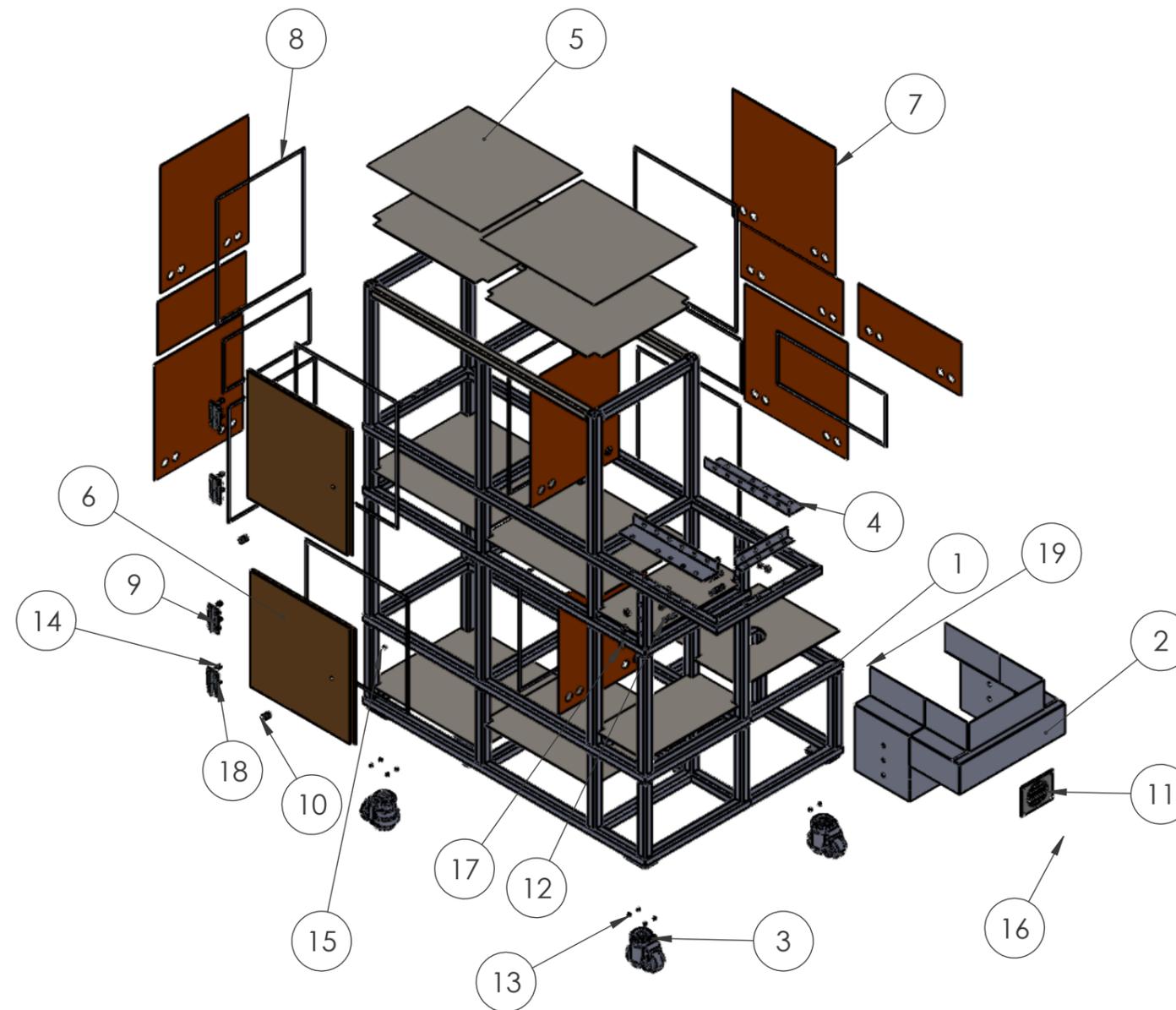
Empresa	Descripción	Sitio web	Datos de contacto
Leonhardt	Leonhardt ofrece soluciones de dosificación para la industria alimentaria. La empresa se encuentra en Alemania.	www.leonhardt.es	leonhardt.es@gmail.com

RO-CA	RO-CA Tecnoalimentaria es una empresa especializada en el sector de la maquinaria industrial de alimentación. No solo ofrecen maquinaria industrial de alimentación, puesto que también hacen instalaciones completas y todo tipo de montajes. Su especialidad es la maquinaria industrial de alimentación para colegios, hospitales, clínicas, colectividades, geriátricos, etc. La empresa se encuentra en España.	www.tecn oalimentar ia.es, http://ww w.ro- ca.com/	Car@ro-ca.com
--------------	--	---	---------------

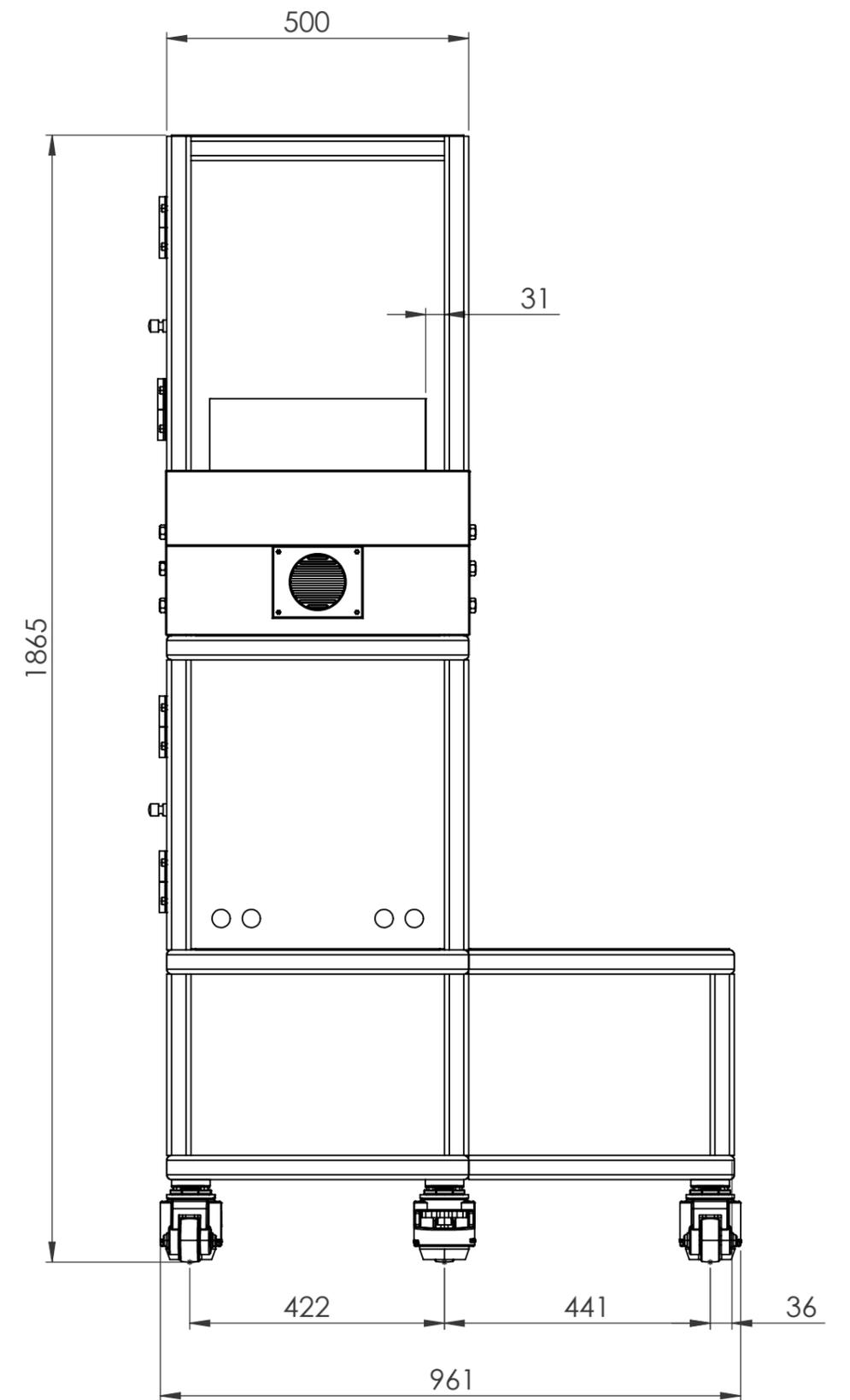
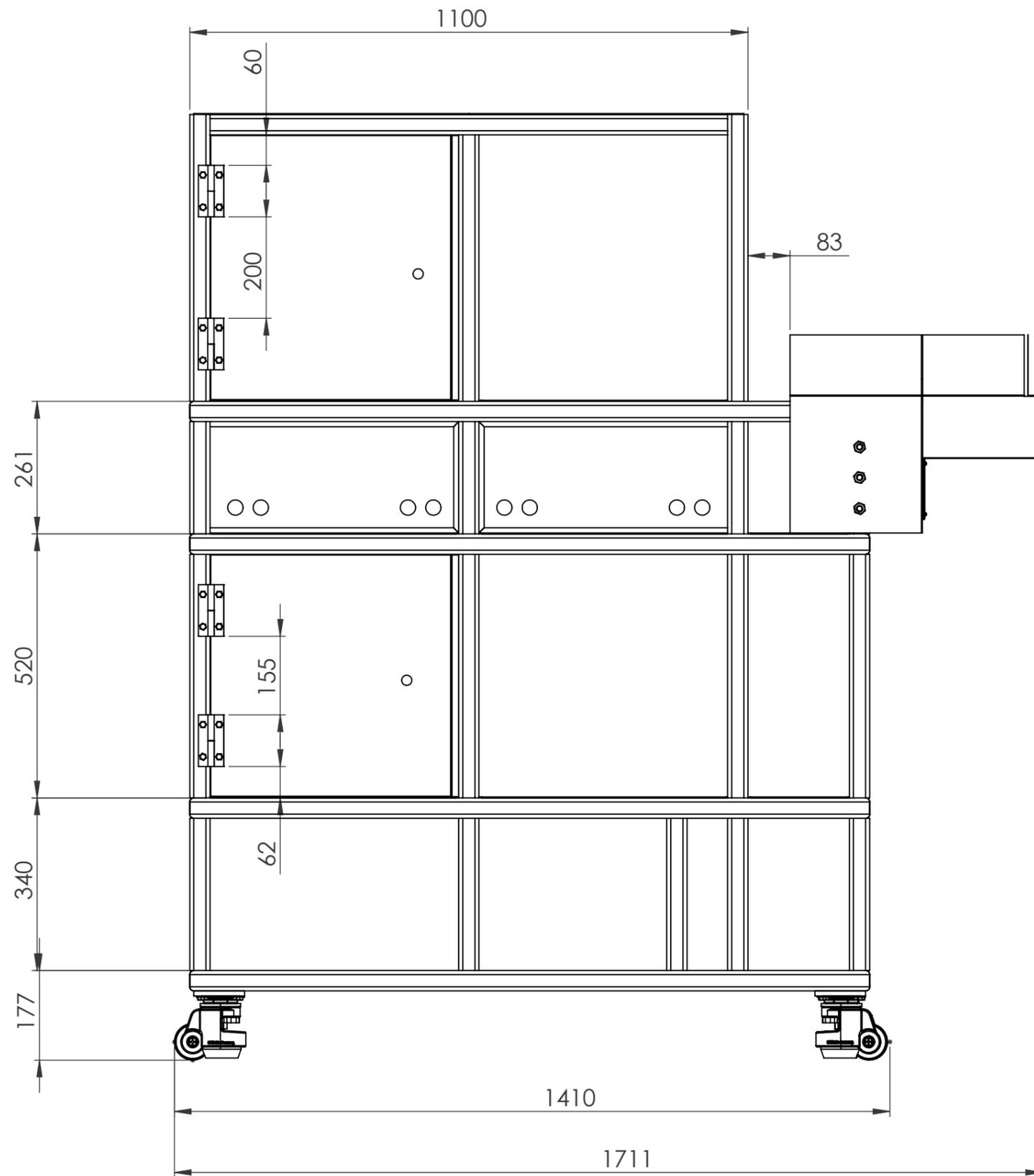
VIII.4.4.Otros componentes

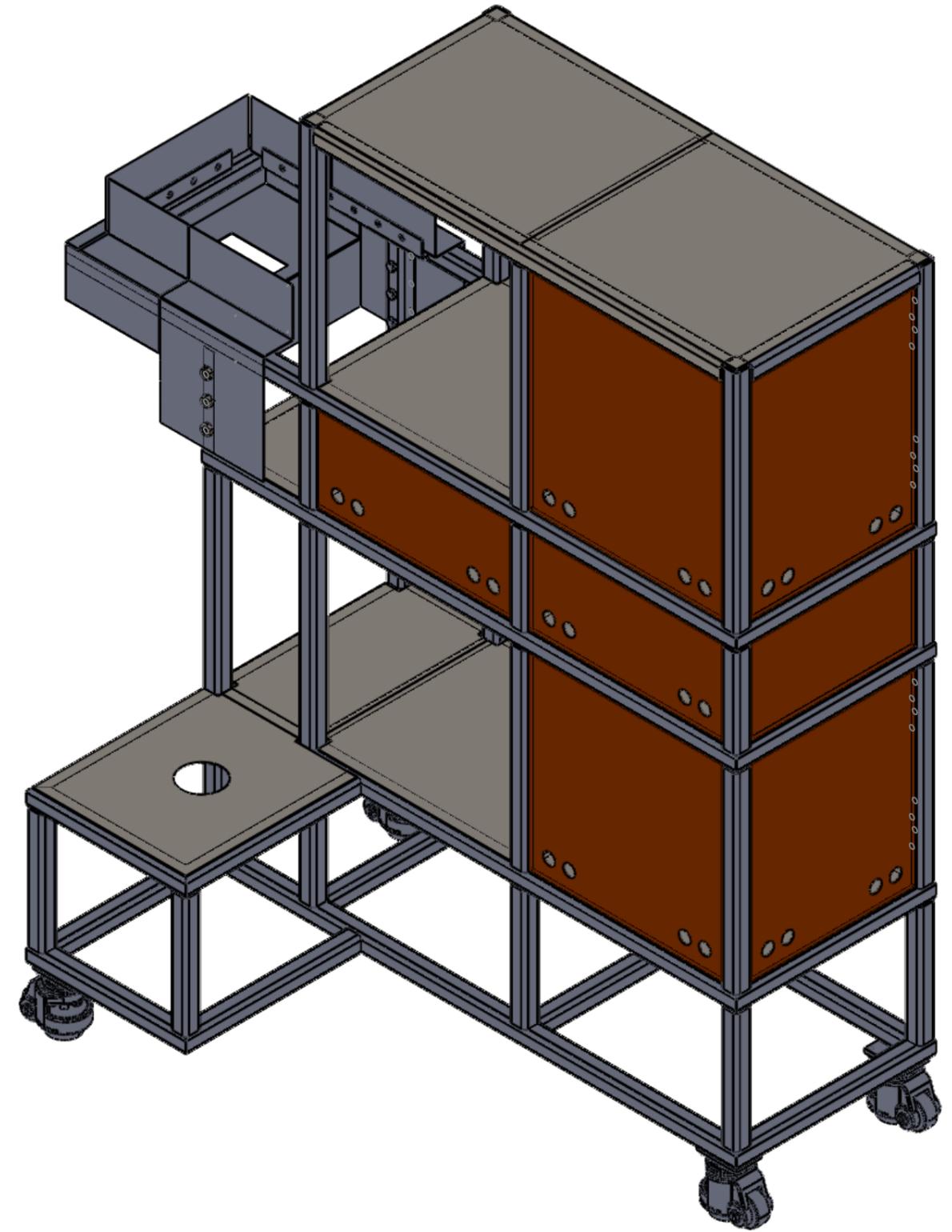
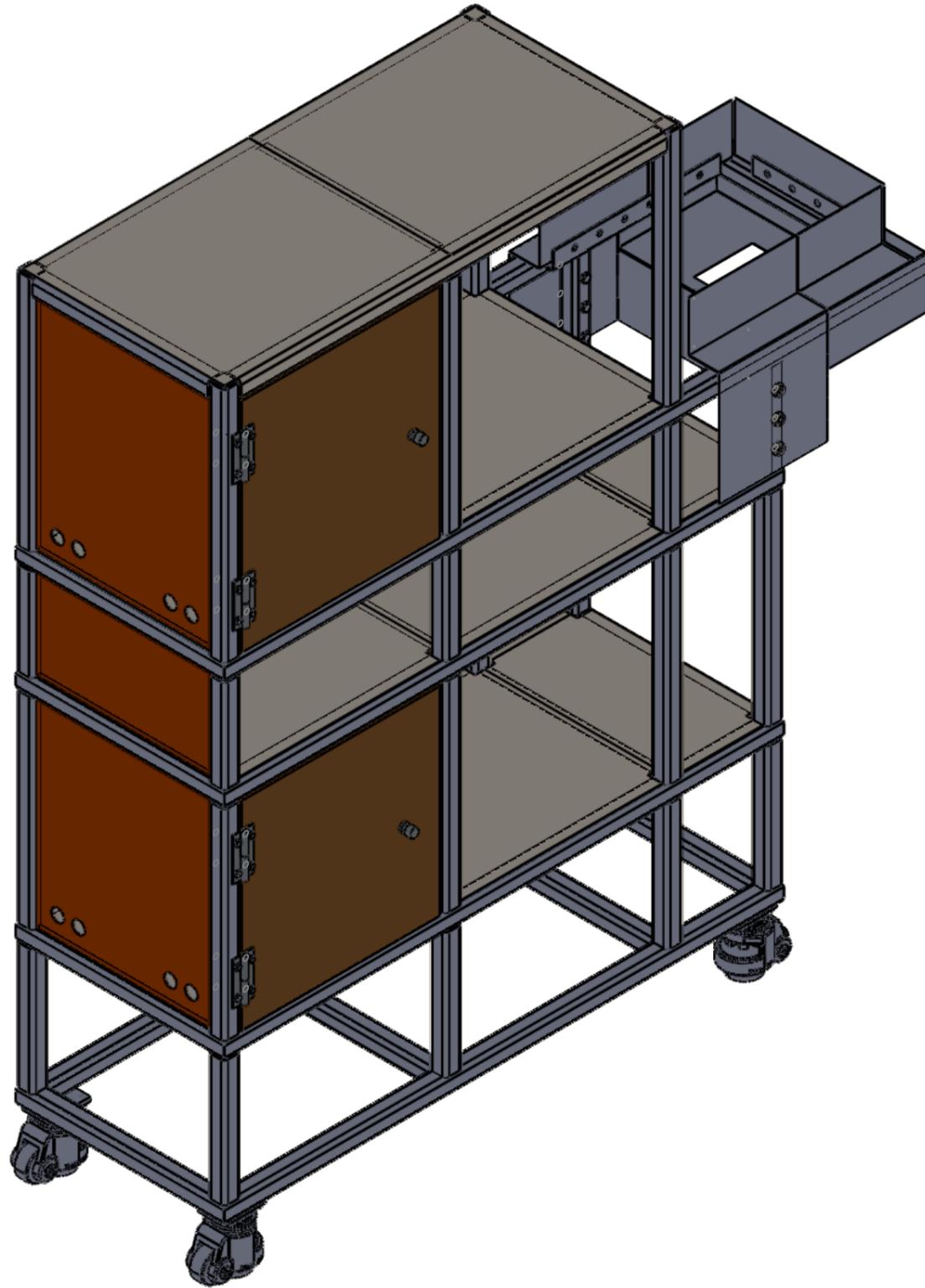
Empresa	Descripción	Sitio web	Datos de contacto
BERDIN	Empresa española de distribución de material eléctrico y electrónico	https://ww w.berdin.c om/	lucerolevant@berd in.com
PEPPERL- FUCHS	En la actualidad, Pepperl+Fuchs es conocida por clientes de todo el mundo como una empresa pionera e innovadora en protección contra explosiones eléctricas y tecnología de sensores. La empresa se encuentra en España.	https://ww w.pepperl- fuchs.com /spain/es	pablomengual@inamu r.es
THK	THK es una empresa alemana pionera de los sistemas de movimiento lineal. Su guía LM es un componente indispensable de los sistemas mecánicos y electrónicos en una amplia variedad de industrias.	https://ww w.thk.com /	info-dus@thk.de

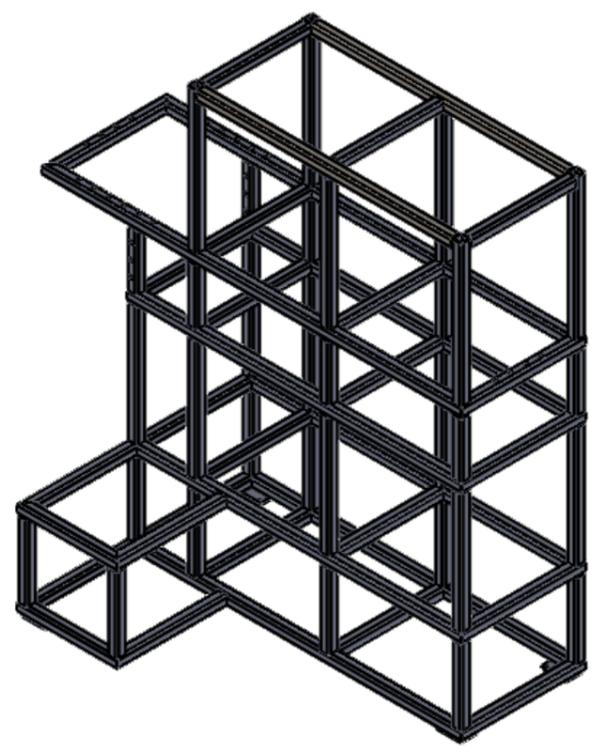
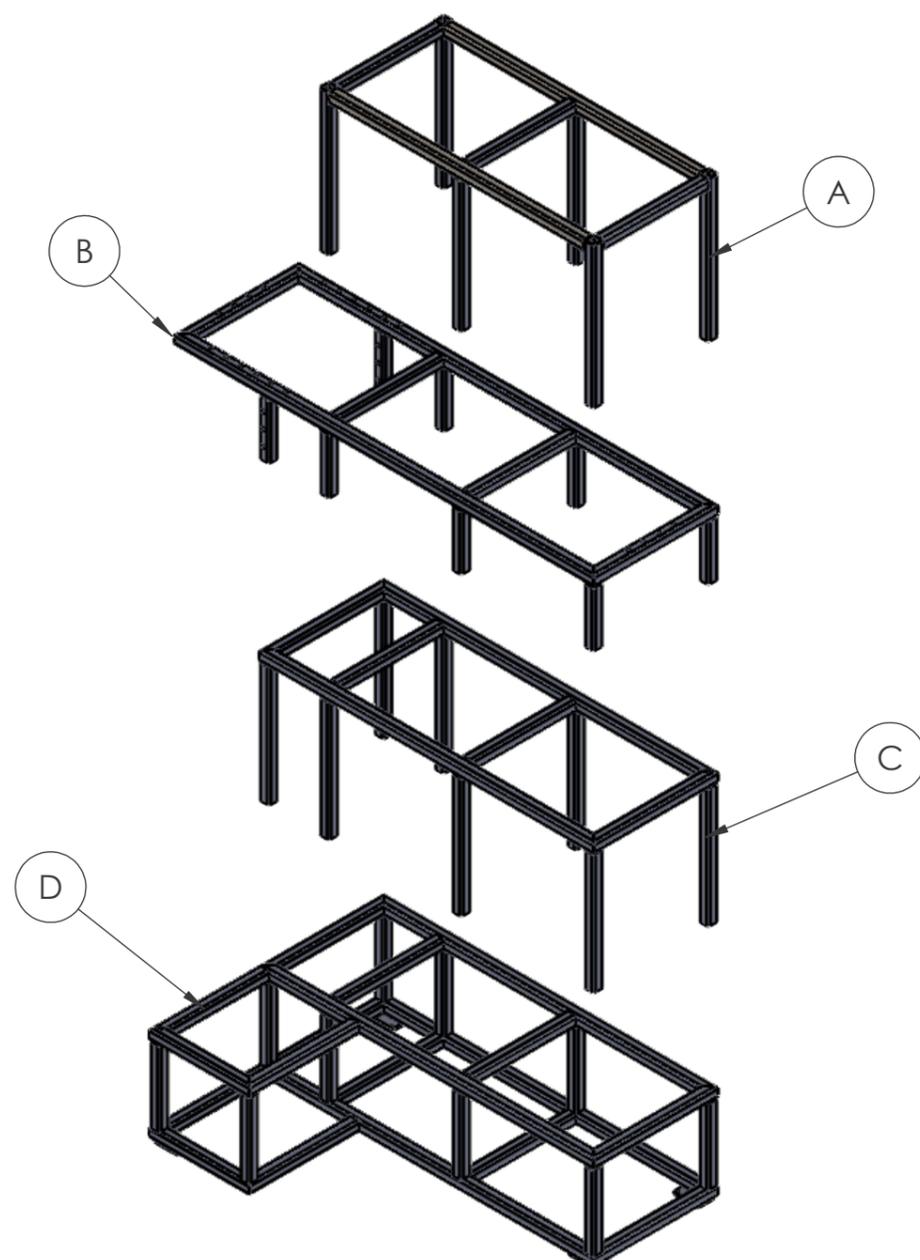
VIII.5. PLANOS



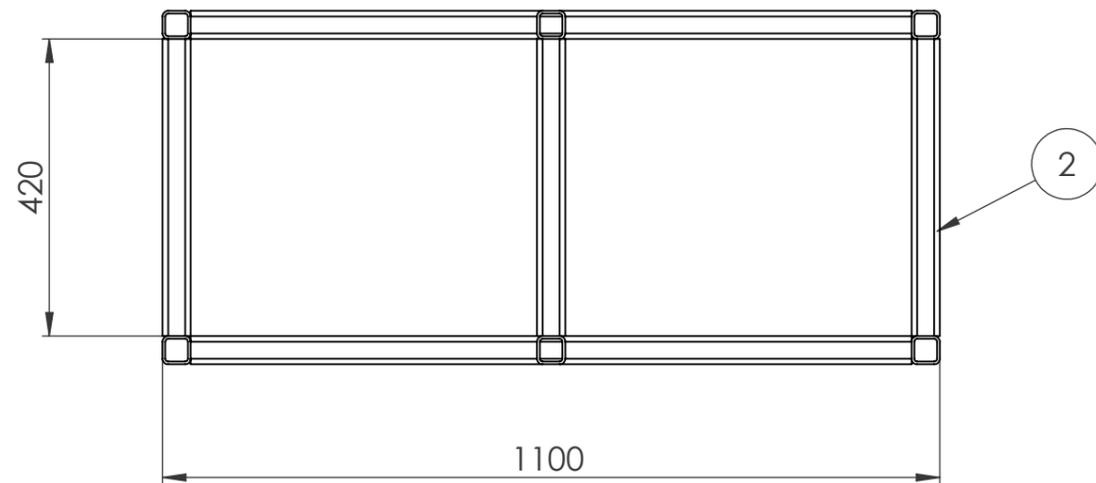
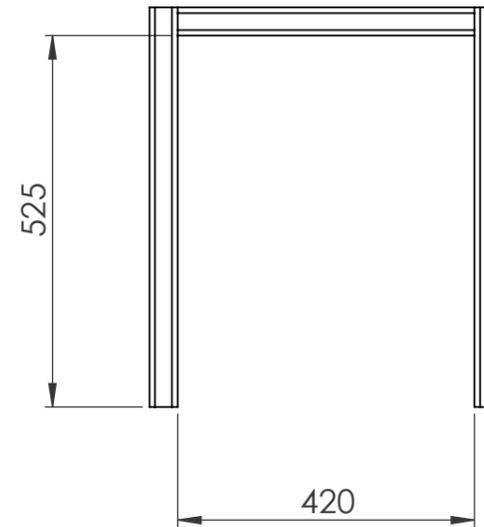
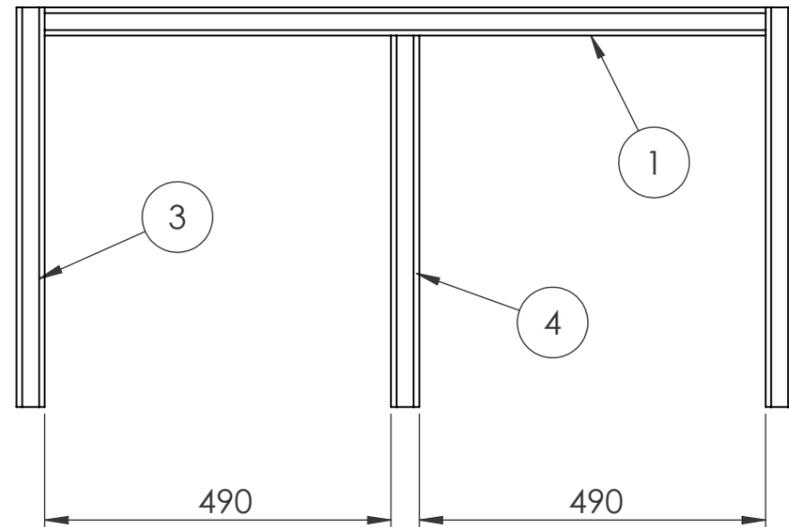
N	DESCRIPCION	UDS.
1	ESTRUCTURA	1
2	CARCASA DEL DOSIFICADOR	1
3	RUEDA BLICKLE HRIG-POA 72G	4
4	ACOPLE DE SUJECCION DEL DOSIFICADOR	3
5	CHAPA BASE DE LA ESTRUCTURA	11
6	PUERTA DEL ARMARIO	2
7	CHAPA LATERAL Y TRASERA DEL ARMARIO	9
8	MARCO DEL ARMARIO	11
9	BISAGRA	4
10	POMO DE LA PUERTA	2
11	TAPA DE VENTILACION	1
12	TORNILLO M12 (CARCASA)	6
13	TORNILLO M8 (RUEDA)	16
14	TORNILLO M8 (BISAGRA)	8
15	TORNILLO ALLEN M4 (POMO)	2
16	TORNILLO M4 (TAPA DE VENTILACION)	4
17	TUERCA M12	6
18	TUERCA M8 (BISAGRA)	4
19	TUERCA M4 (TAPA DE VENTILACION)	4



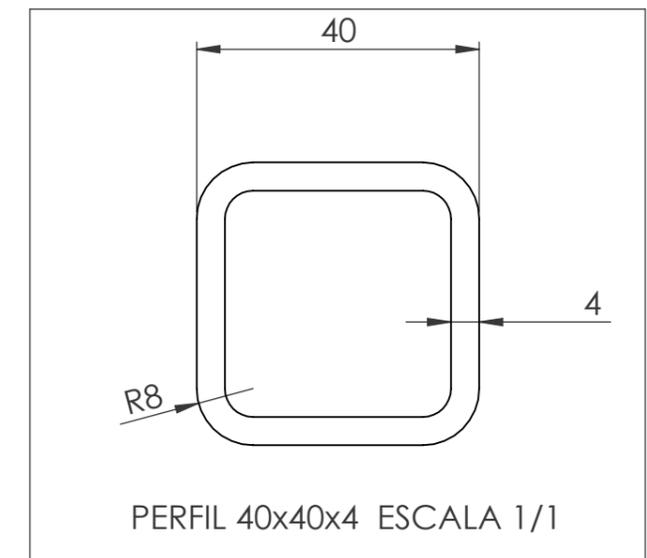


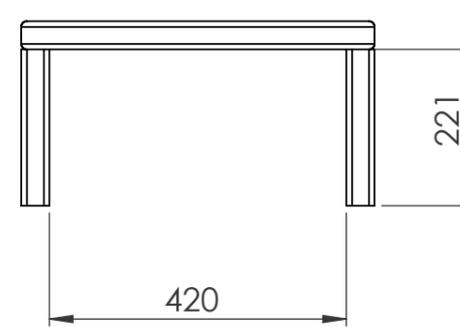
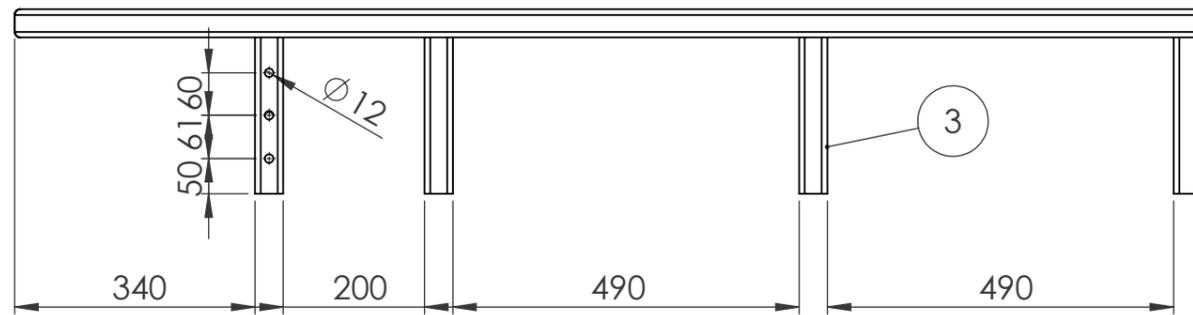
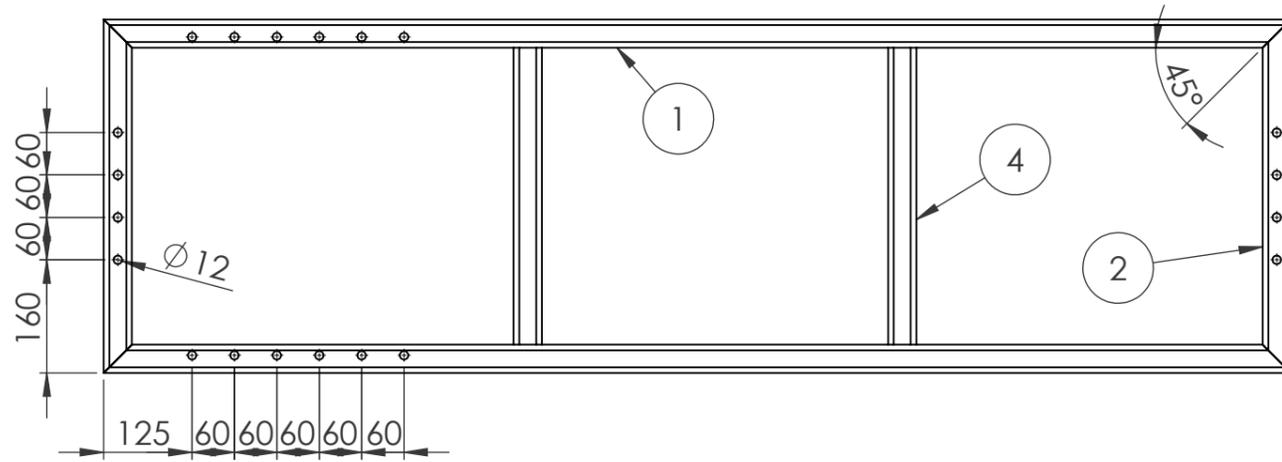


N	DESCRIPCION COMPONENTE
A	ESTRUCTURA NIVEL 1
B	ESTRUCTURA NIVEL 2
C	ESTRUCTURA NIVEL 3
D	ESTRUCTURA NIVEL 4

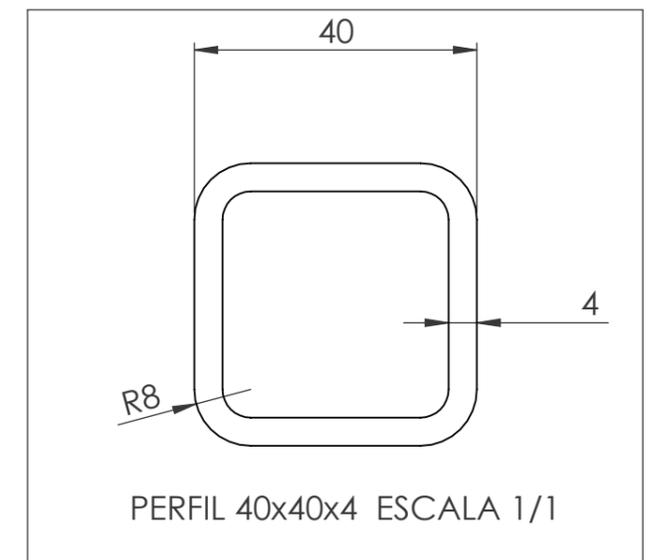


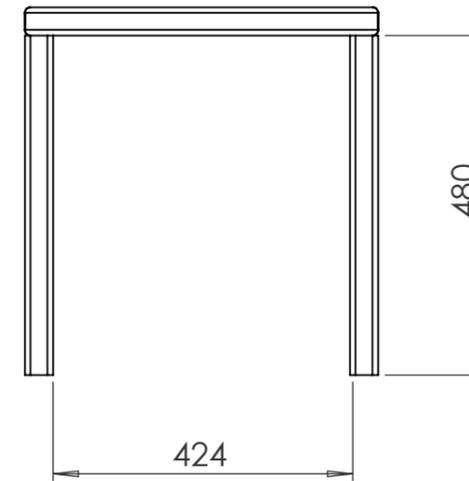
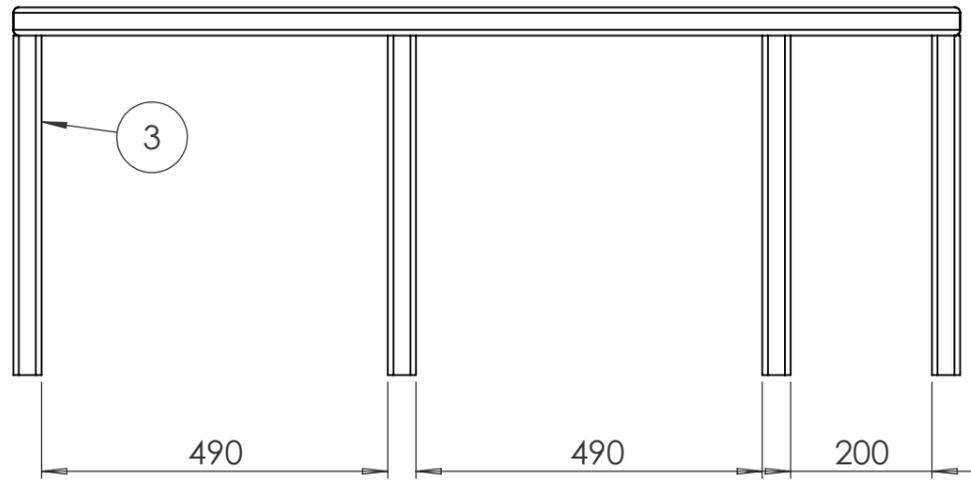
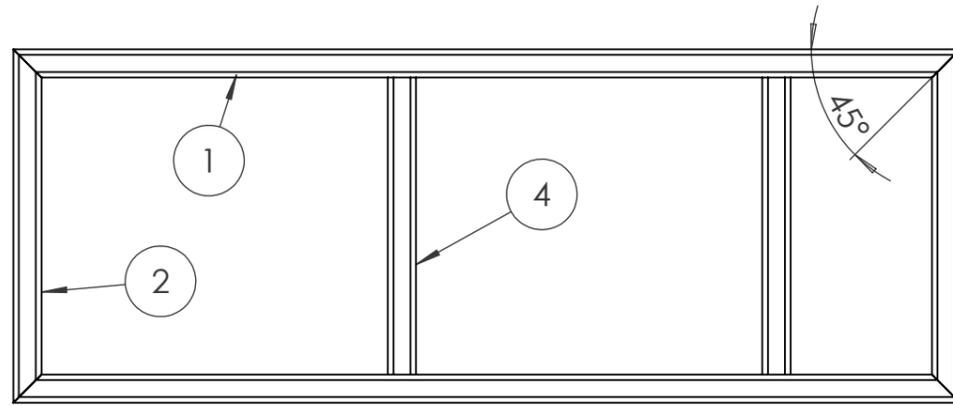
N	DESCRIPCION	UDS.
1	PERFIL ISO 40X40X4 L=1020	2
2	PERFIL ISO 40X40X4 L=420	3
3	PERFIL ISO 40X40X4 L=565	4
4	PERFIL ISO 40X40X4 L=525	2



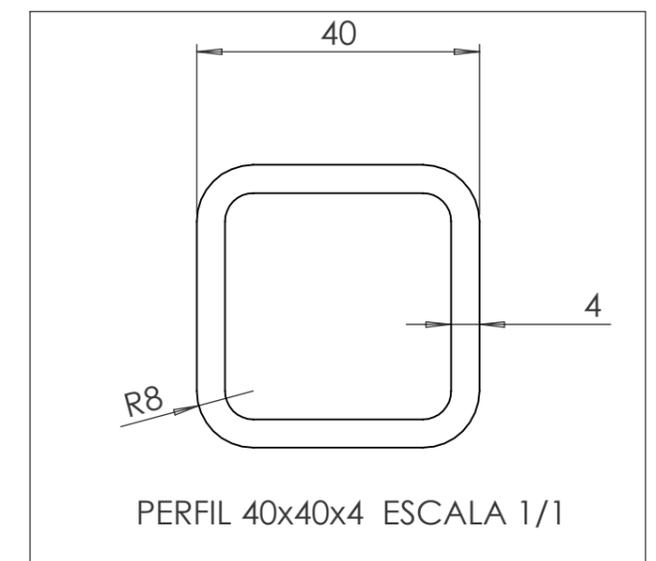


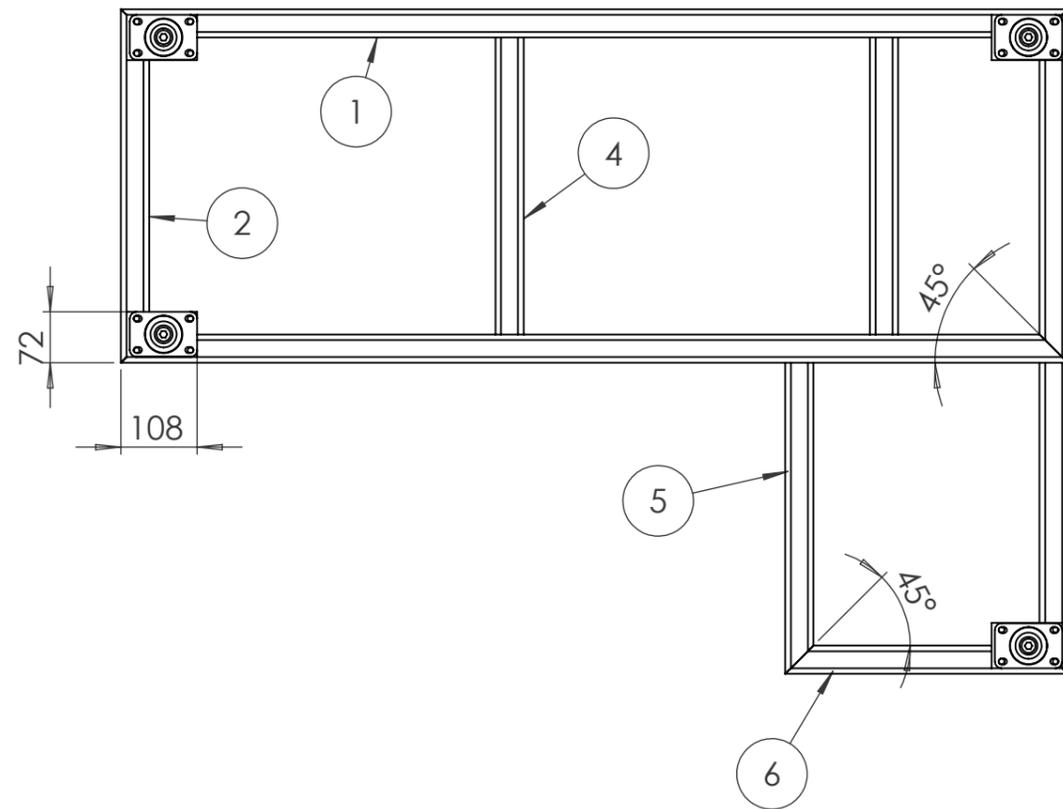
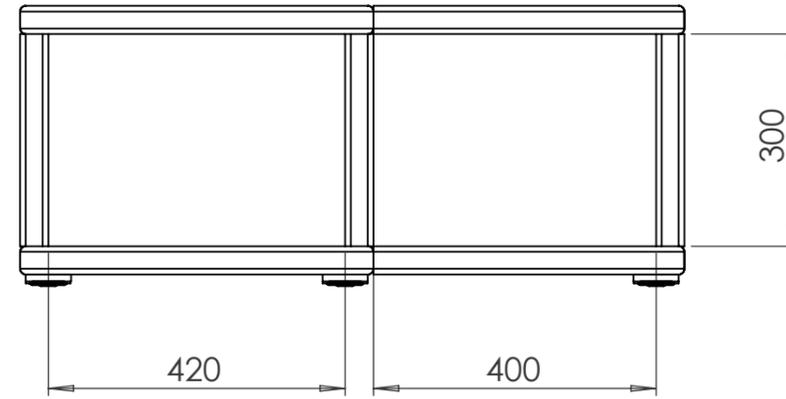
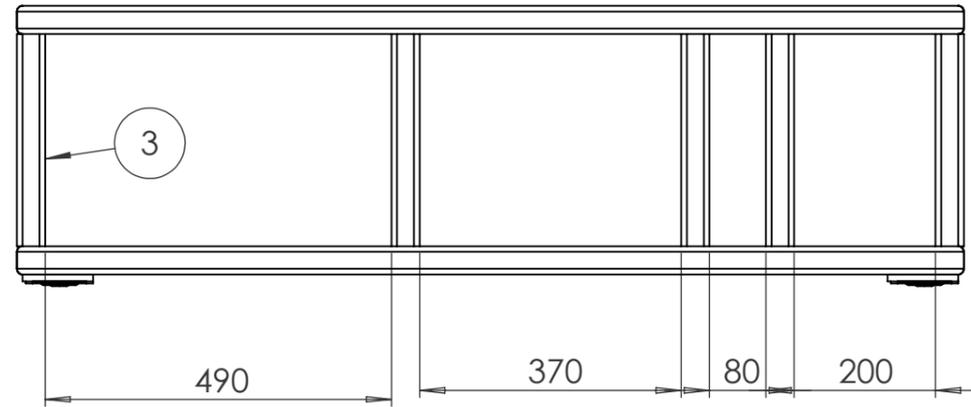
N	DESCRIPCION	UDS.
1	PERFIL ISO 40X40X4 L=1680	2
2	PERFIL ISO 40X40X4 L=500	2
3	PERFIL ISO 40X40X4 L=221	8
4	PERFIL ISO 40X40X4 L=420	2



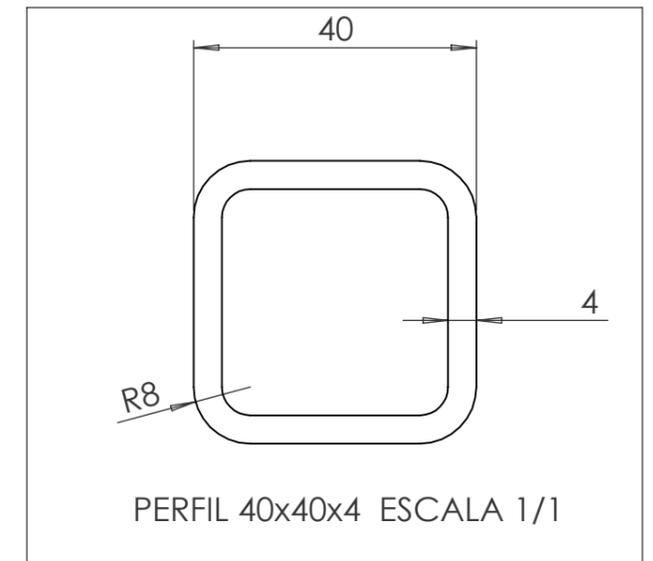


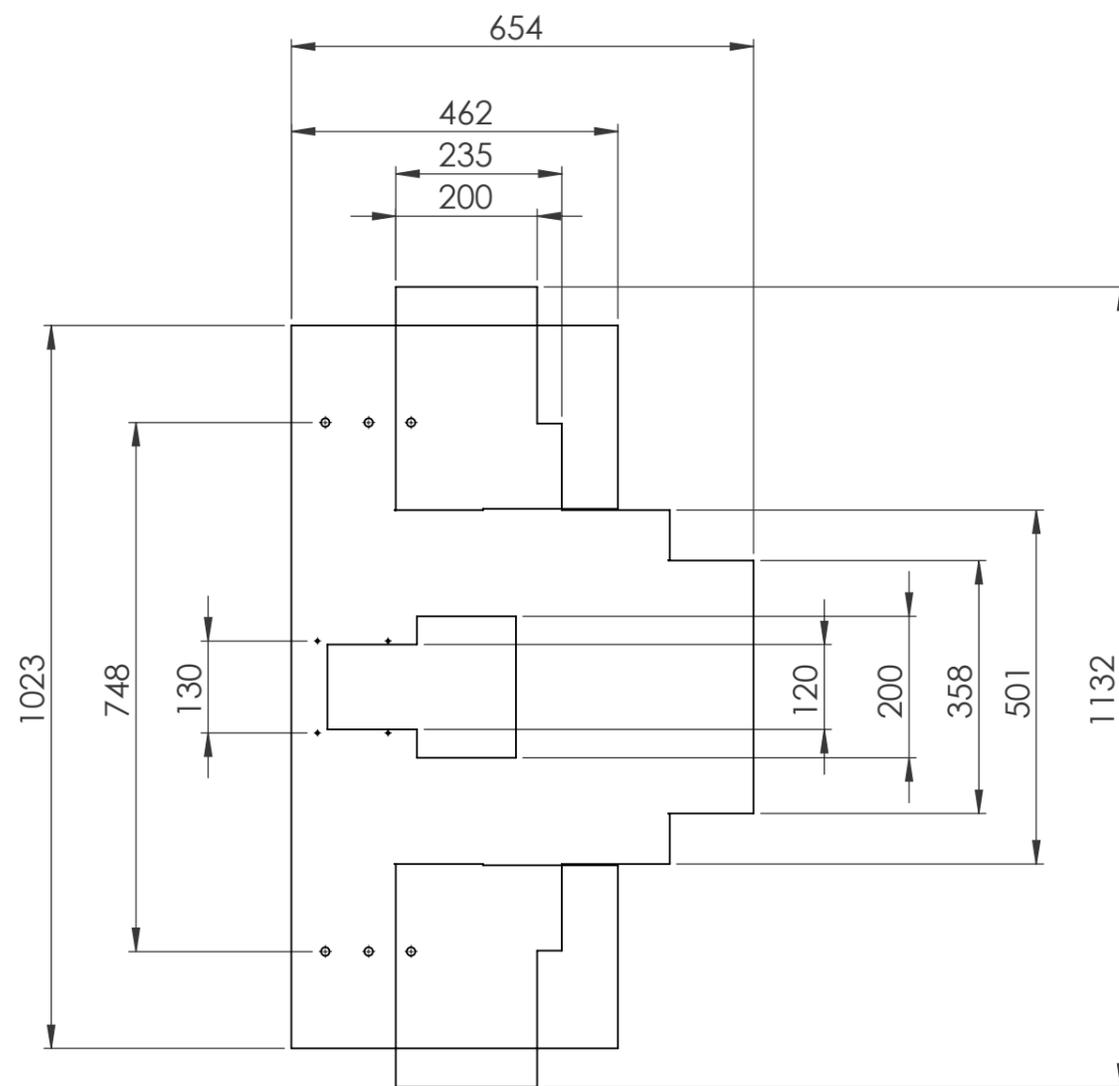
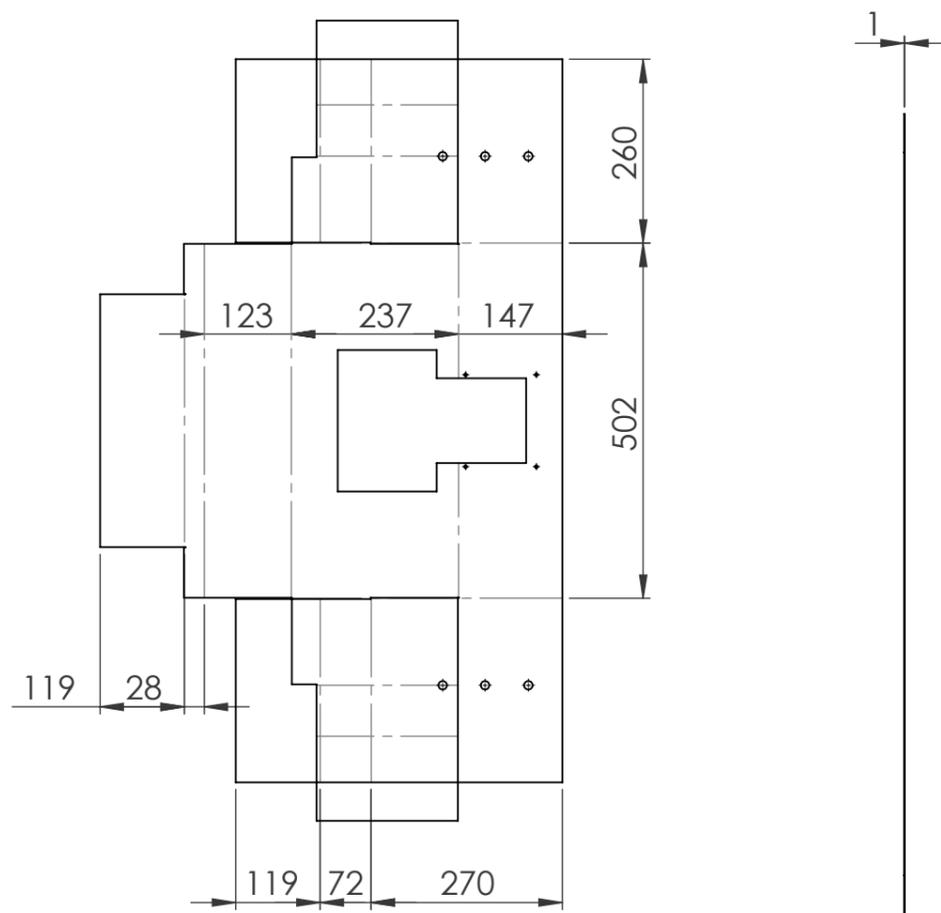
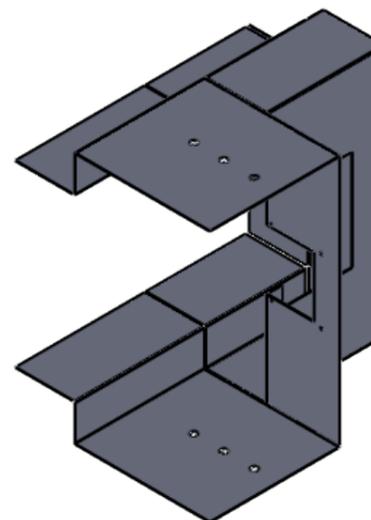
N	DESCRIPCION	UDS.
1	PERFIL ISO 40X40X4 L=1340	2
2	PERFIL ISO 40X40X4 L=500	2
3	PERFIL ISO 40X40X4 L=480	8
4	PERFIL ISO 40X40X4 L=420	2



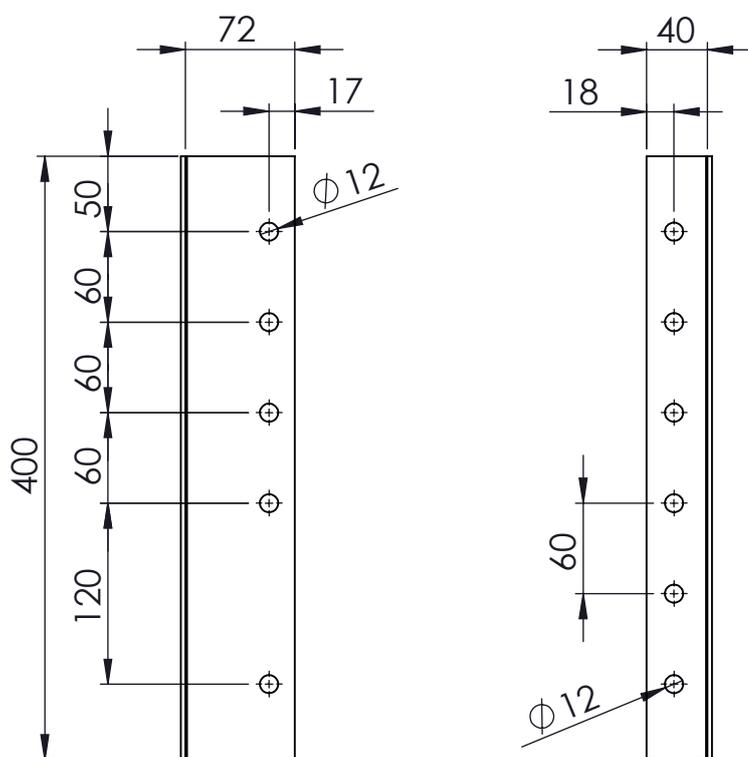
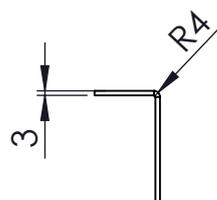


N	DESCRIPCION	UDS.
1	PERFIL ISO 40X40X4 L=1340	2
2	PERFIL ISO 40X40X4 L=500	2
3	PERFIL ISO 40X40X4 L=300	10
4	PERFIL ISO 40X40X4 L=420	2
5	PERFIL ISO 40X40X4 L=448	4
6	PERFIL ISO 40X40X4 L=400	2





TODOS LOS PLIEGUES ESTAN A 90° CON RESPECTO AL ANTERIOR Y TODOS LOS REDONDEOS EXTERIORES SON DE 1,5 MM



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

ACOPLE IZQUIERDO DEL SISTEMA DOSIFICADOR

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

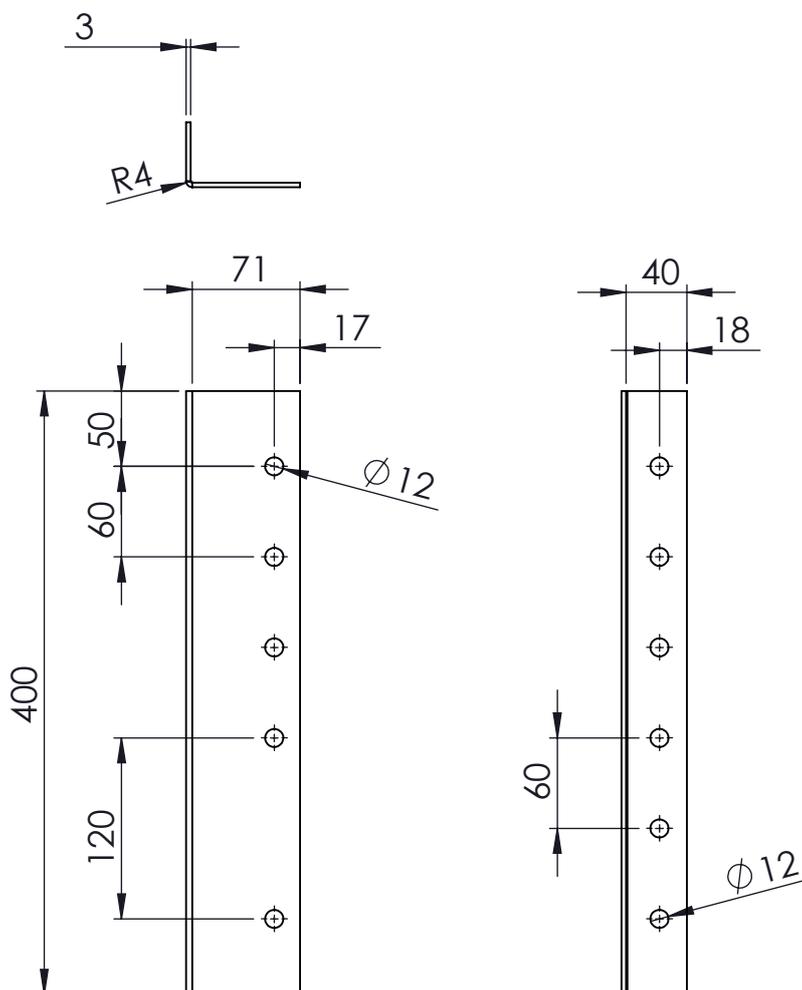
10

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

ACOPLE DERECHO DEL SISTEMA DOSIFICADOR

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

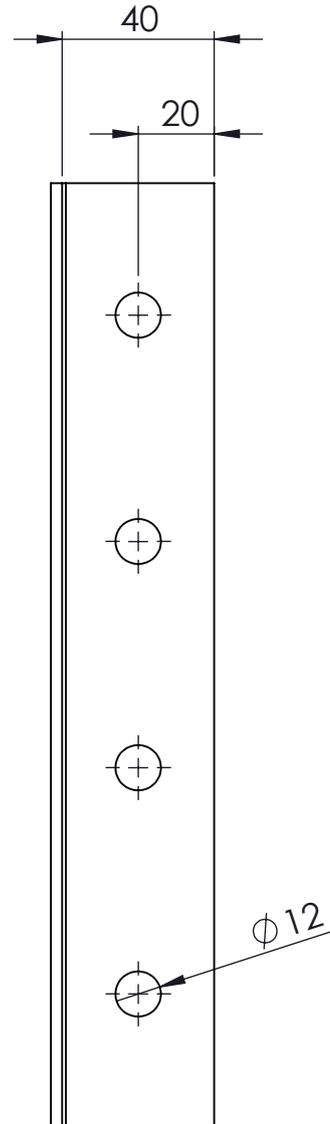
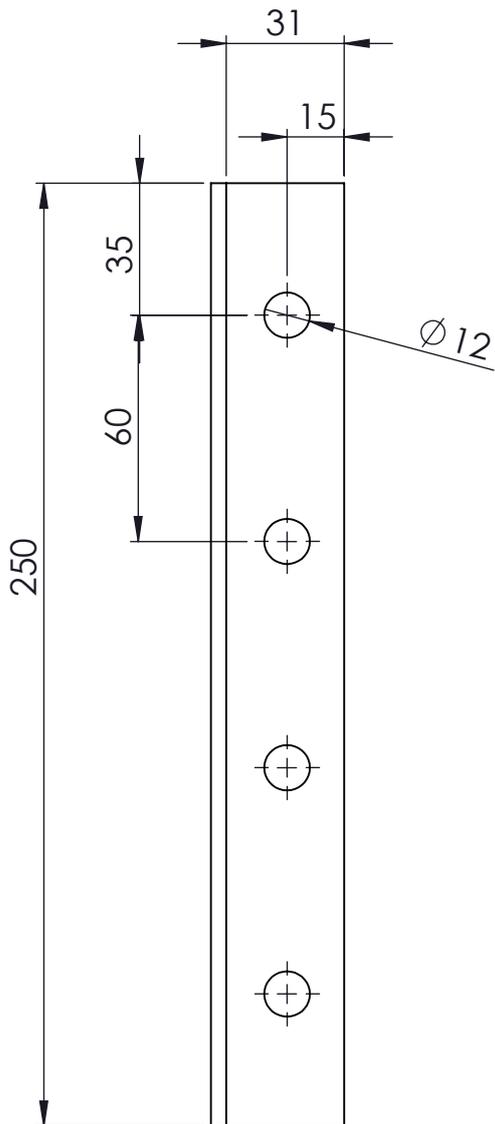
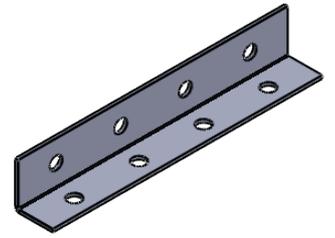
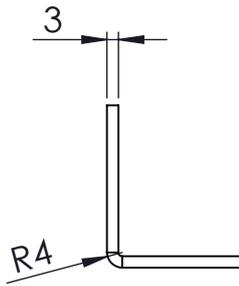
11

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

ACOPLE FRONTAL DEL SISTEMA DOSIFICADOR

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

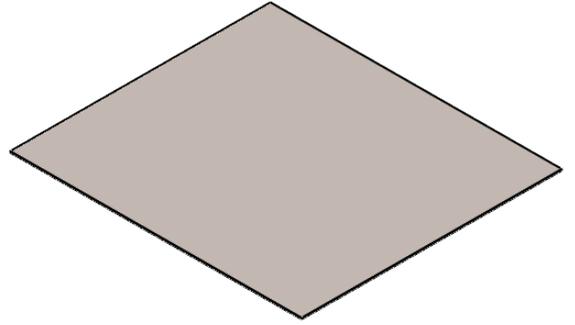
01

AUTOR:

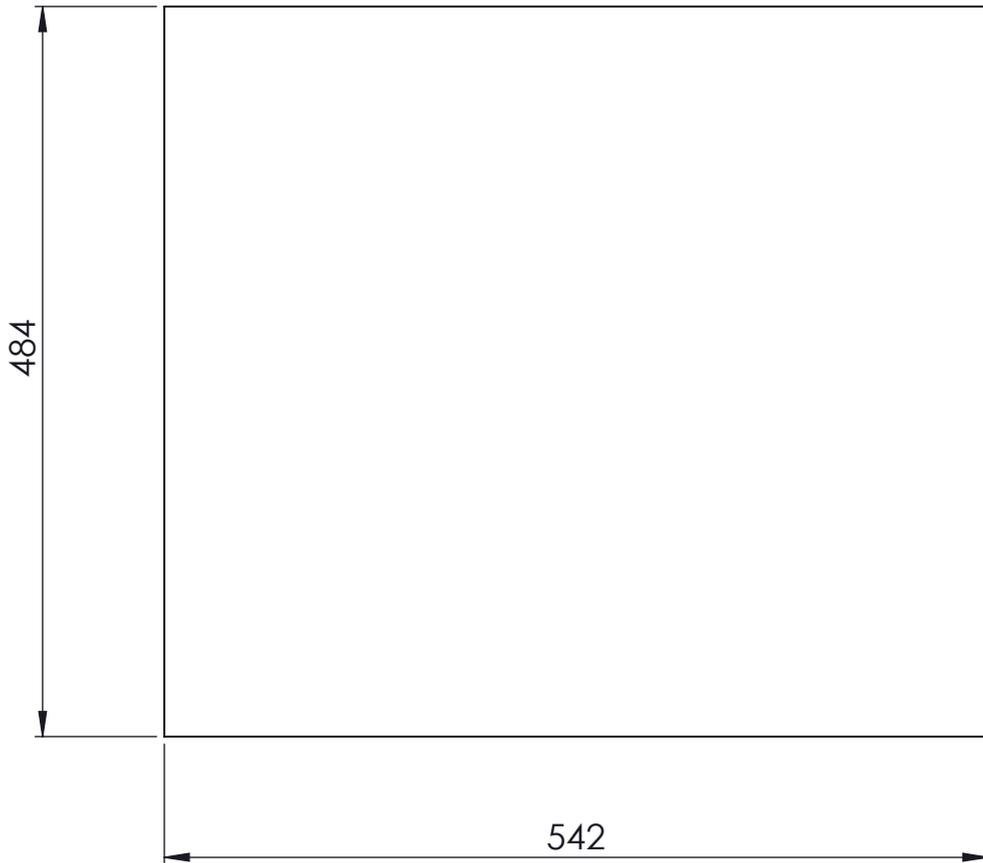
RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/2



2



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOY

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

CHAPA BASE DE LA SECCION A DE LA ESTRUCTURA

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

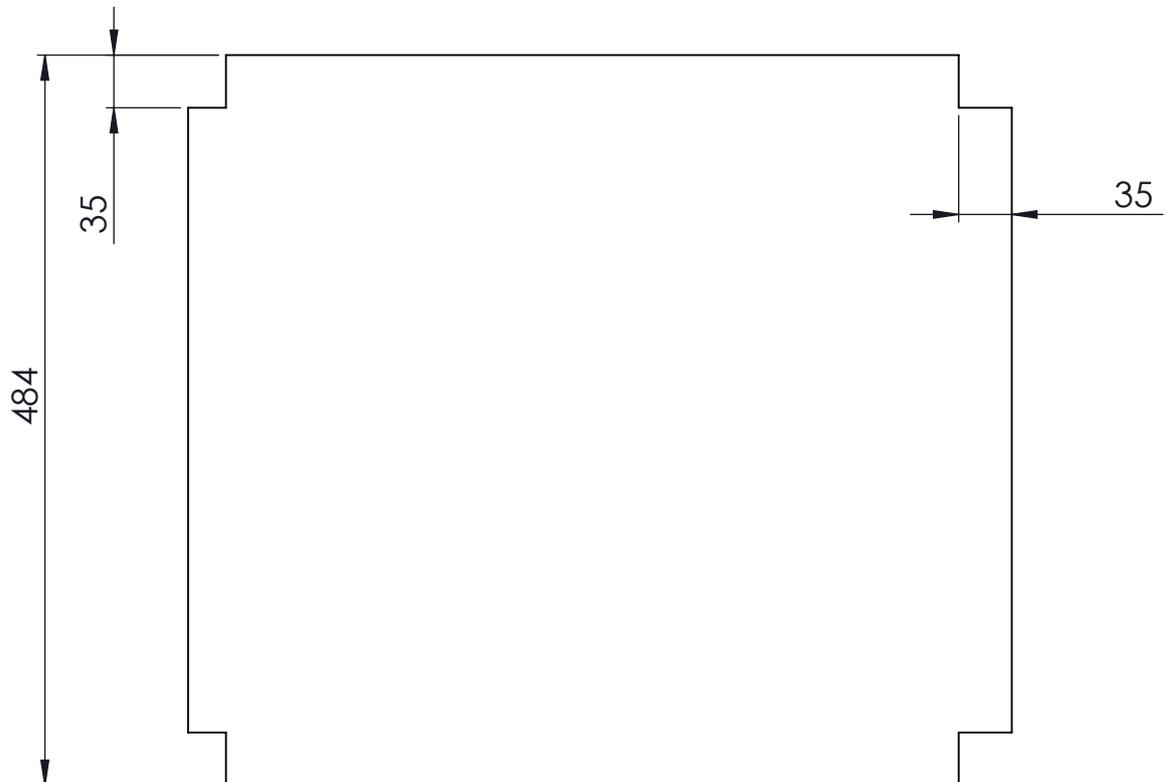
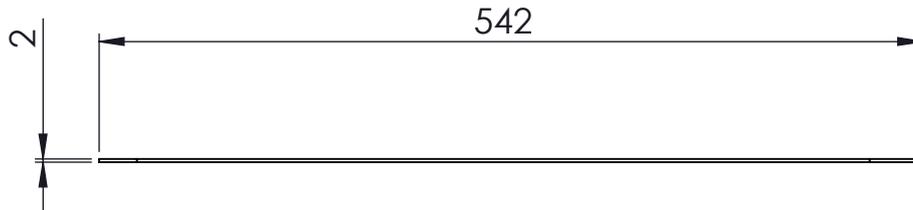
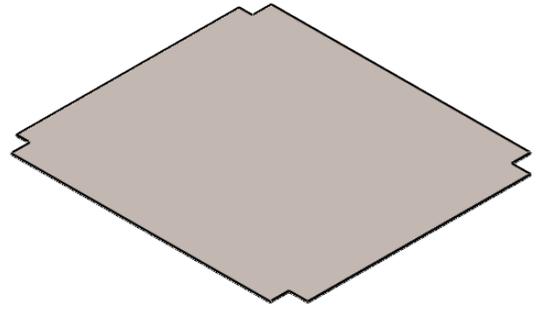
13

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOY

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

CHAPA BASE DE LA SECCION B Y C DE LA ESTRUCTURA

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

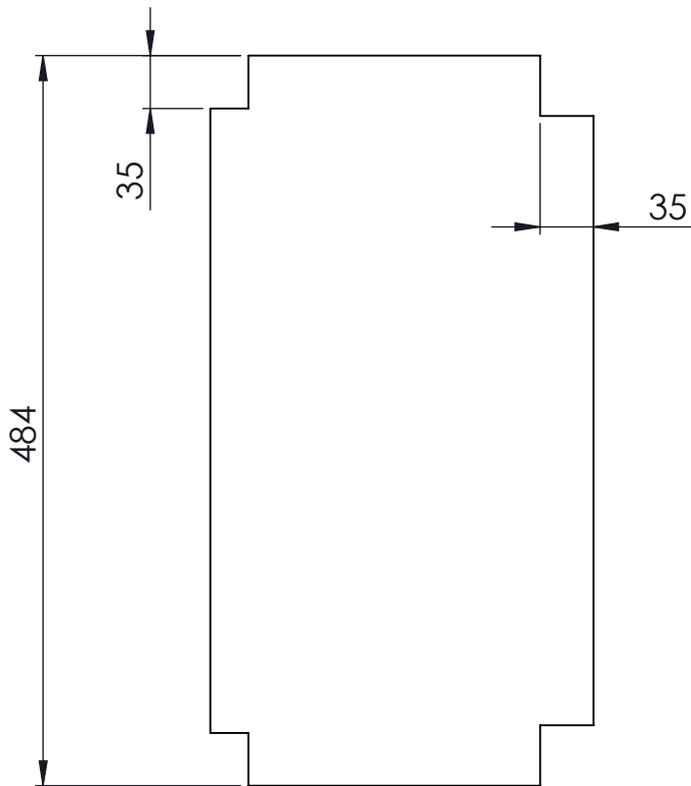
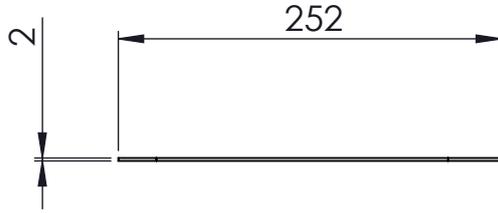
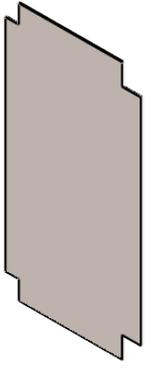
14

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:
CHAPA BASE DE LA SECCION B Y C DE LA ESTRUCTURA
Y EL SISTEMA DOSIFICADOR

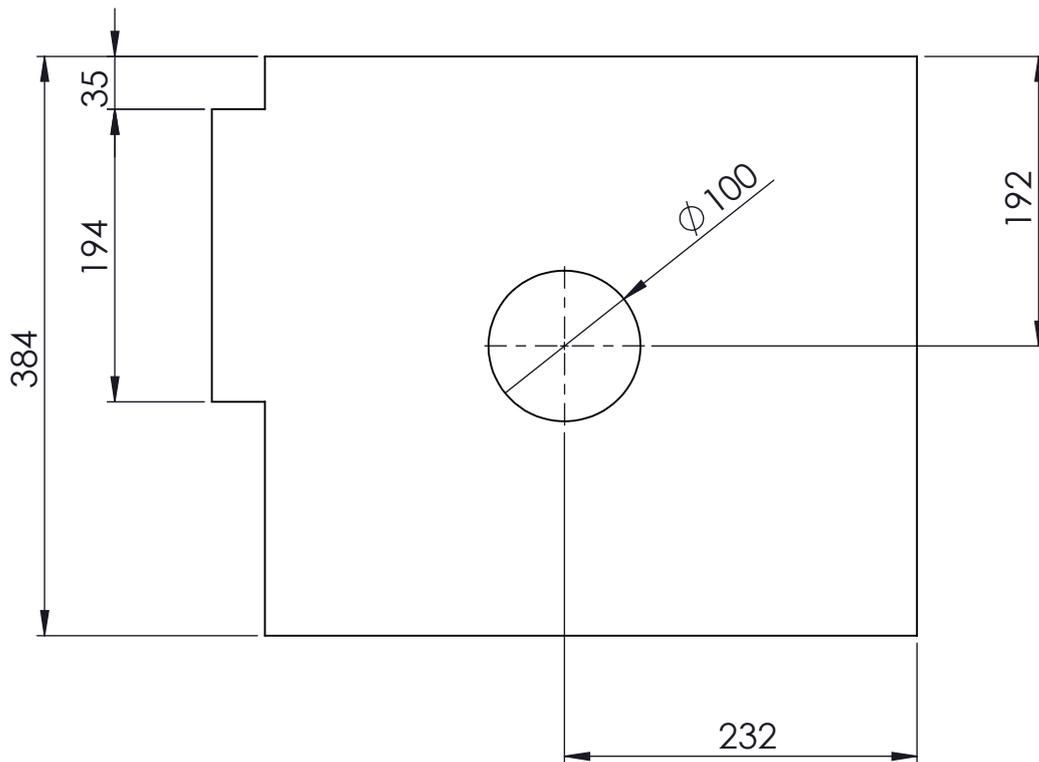
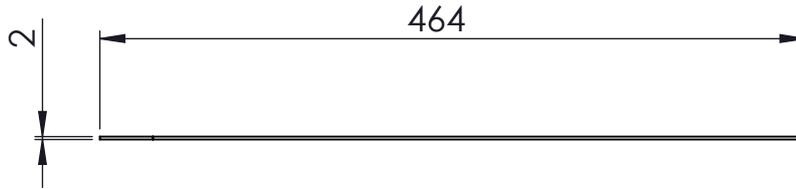
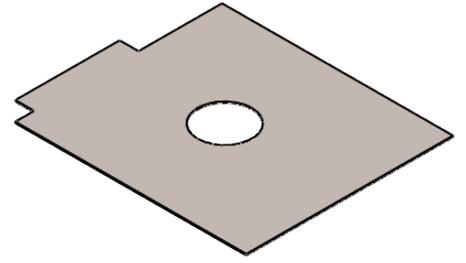
FECHA:
30/05/2022

PLANO N°:

15

AUTOR:
RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:
1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:
CHAPA BASE DE LA SECCION C DE LA ESTRUCTURA
Y EL SISTEMA DE VACIO

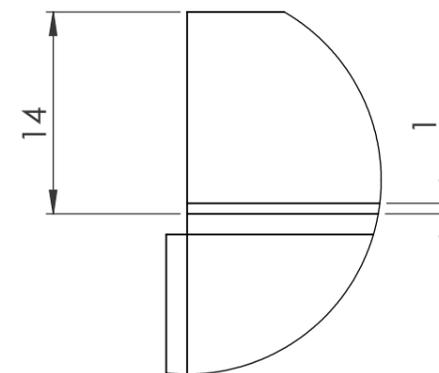
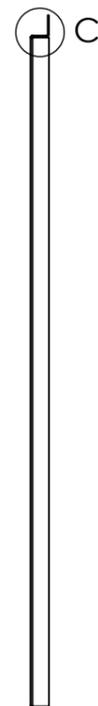
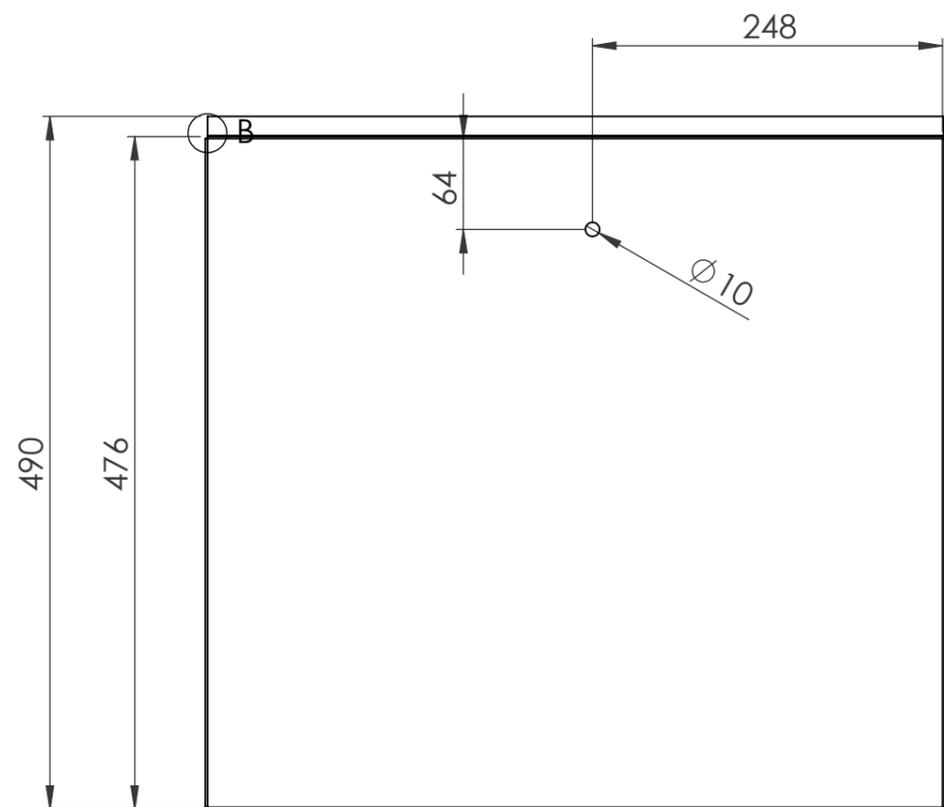
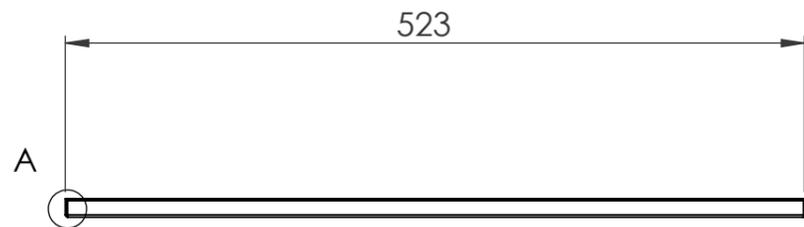
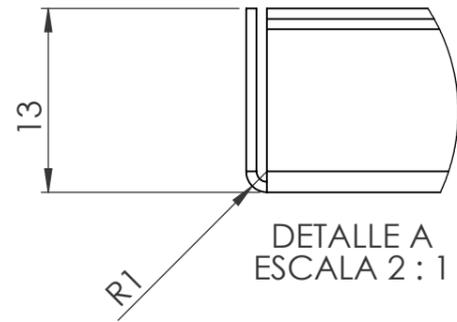
FECHA:
30/05/2022

PLANO N°:

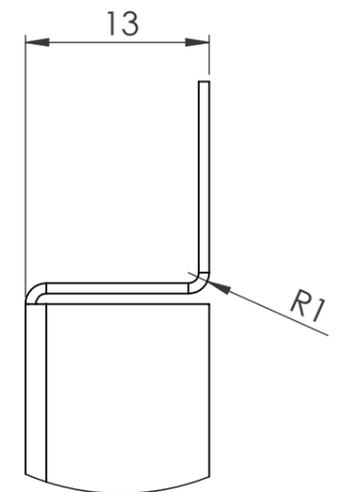
AUTOR:
RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:
1/5

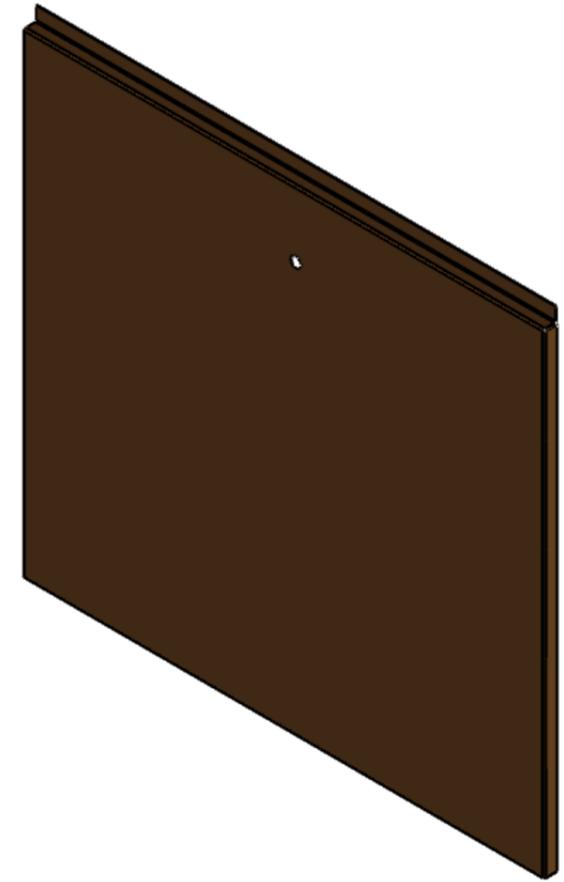
16

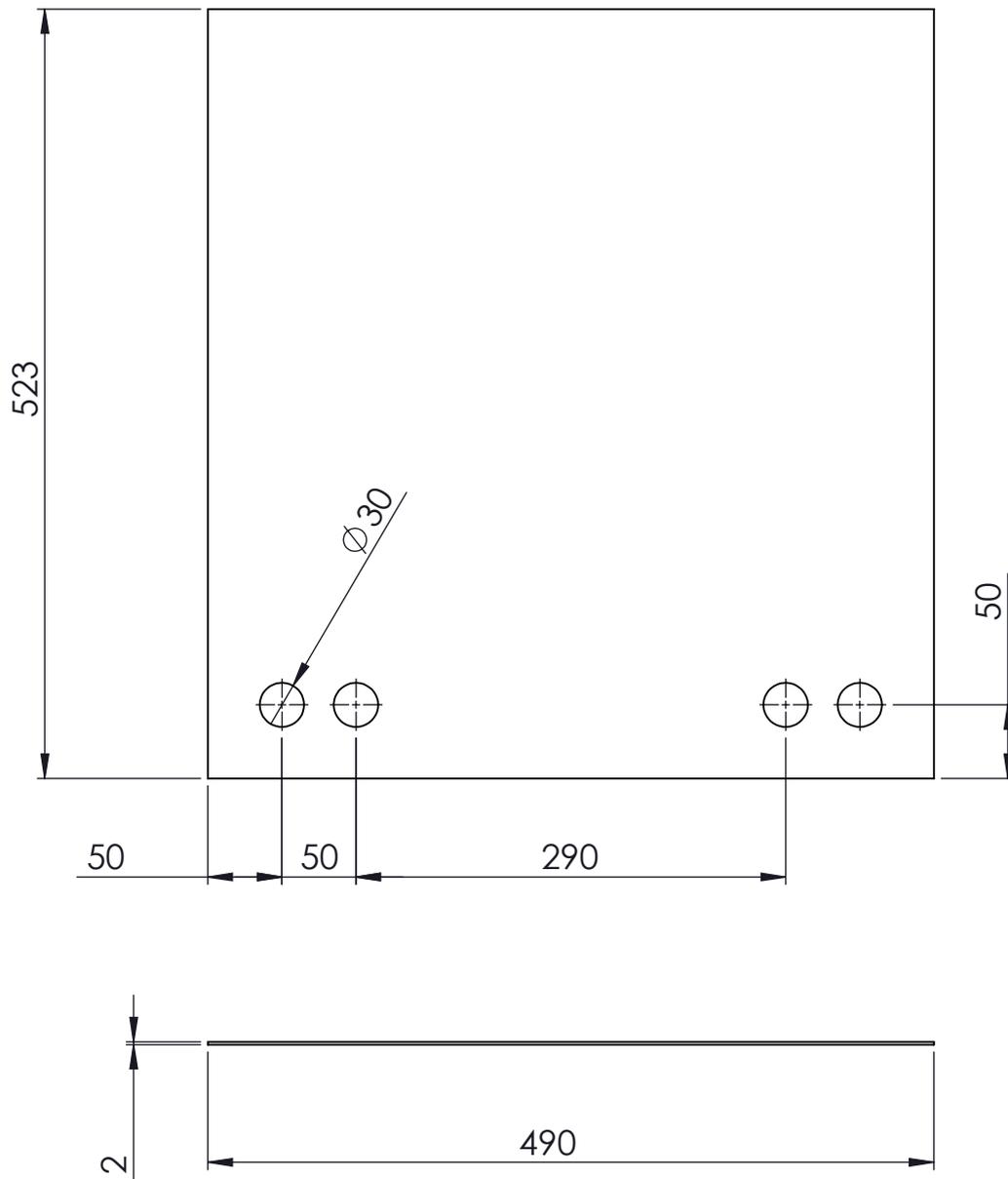
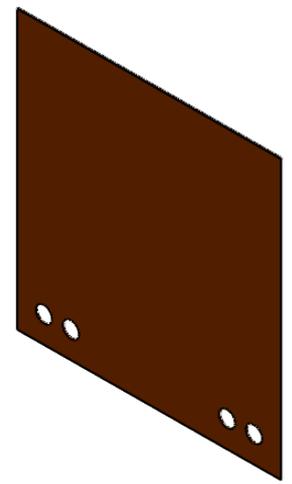


DETALLE B
ESCALA 2 : 1



DETALLE C
ESCALA 2 : 1





ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

CHAPA TRASERA DEL ARMARIO DE LA SECCION A

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

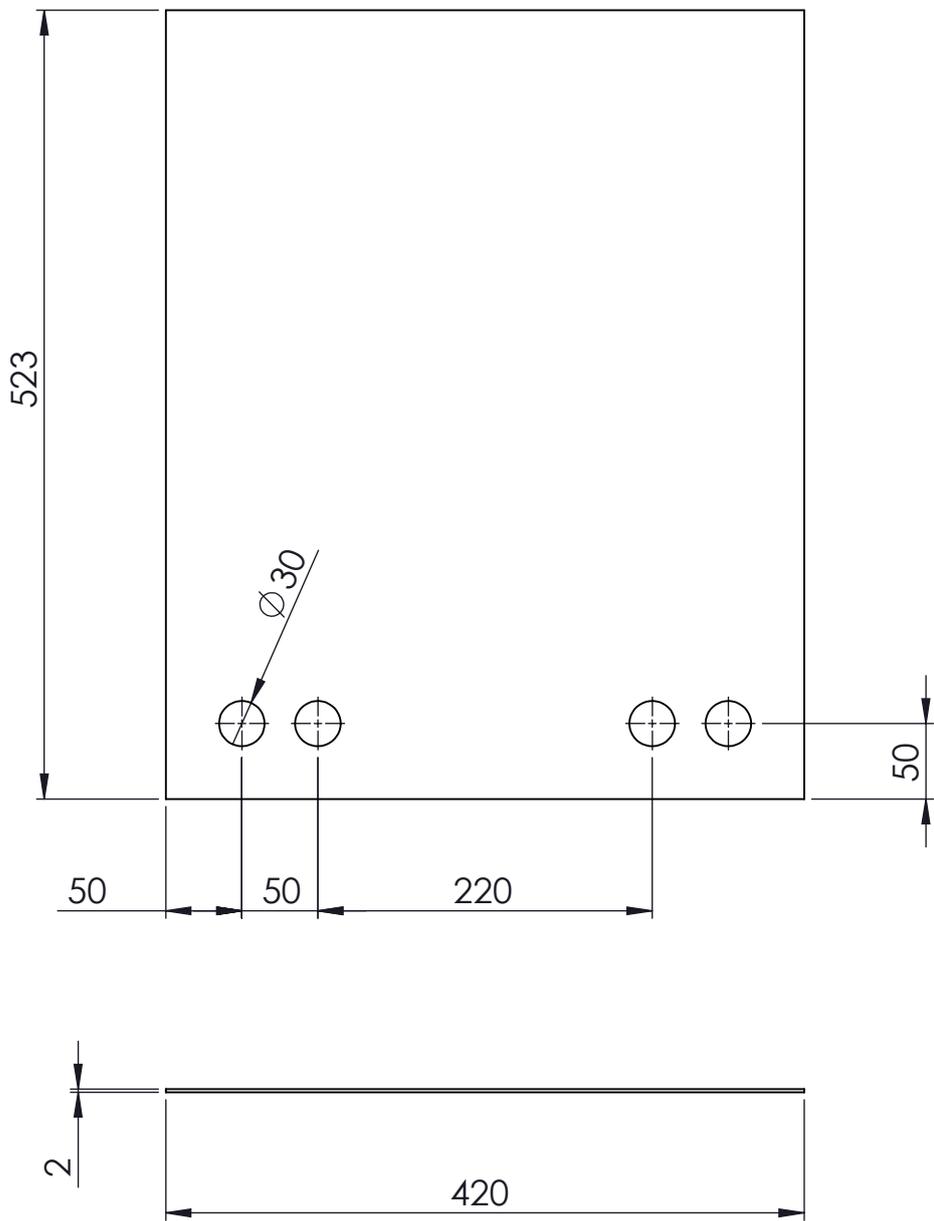
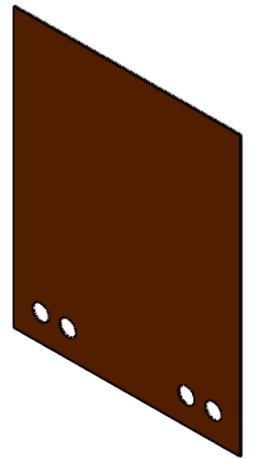
18

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOY

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

CHAPA LATERAL DEL ARMARIO DE LA SECCION A

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

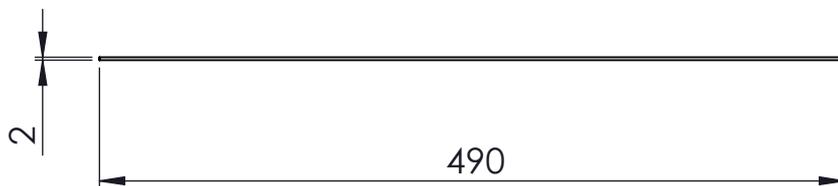
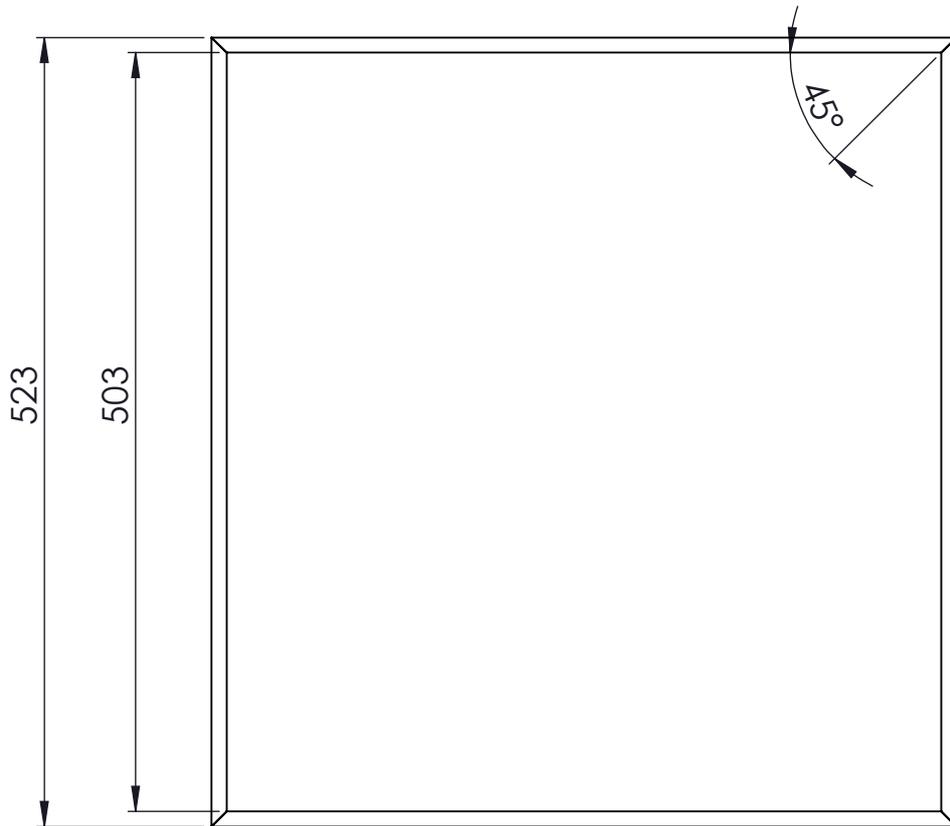
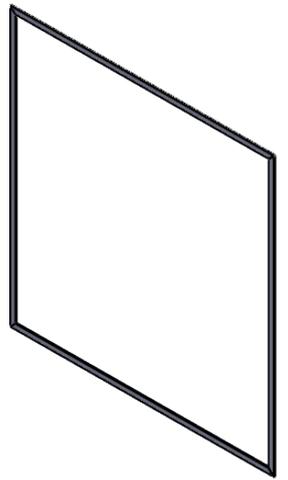
19

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOY

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

MARCO FRONTAL Y TRASERO DEL ARMARIO DE LA SECCION A

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

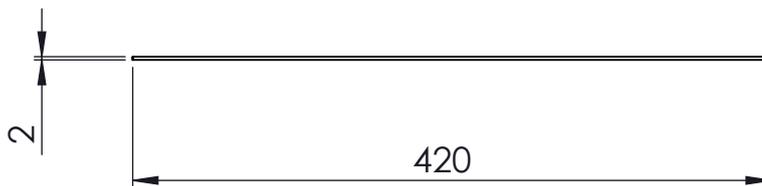
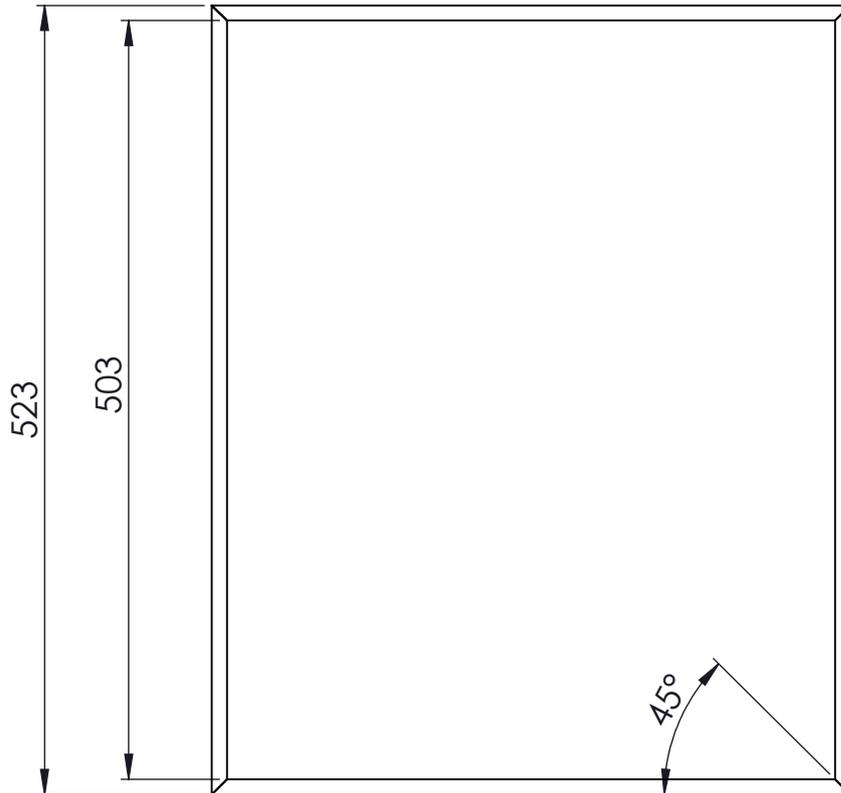
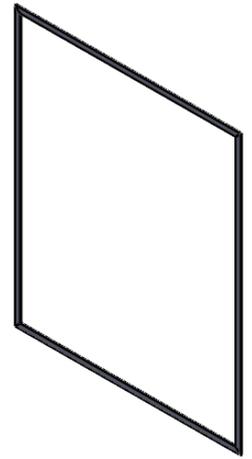
20

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOY

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

MARCO LATERAL DEL ARMARIO DE LA SECCION A

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

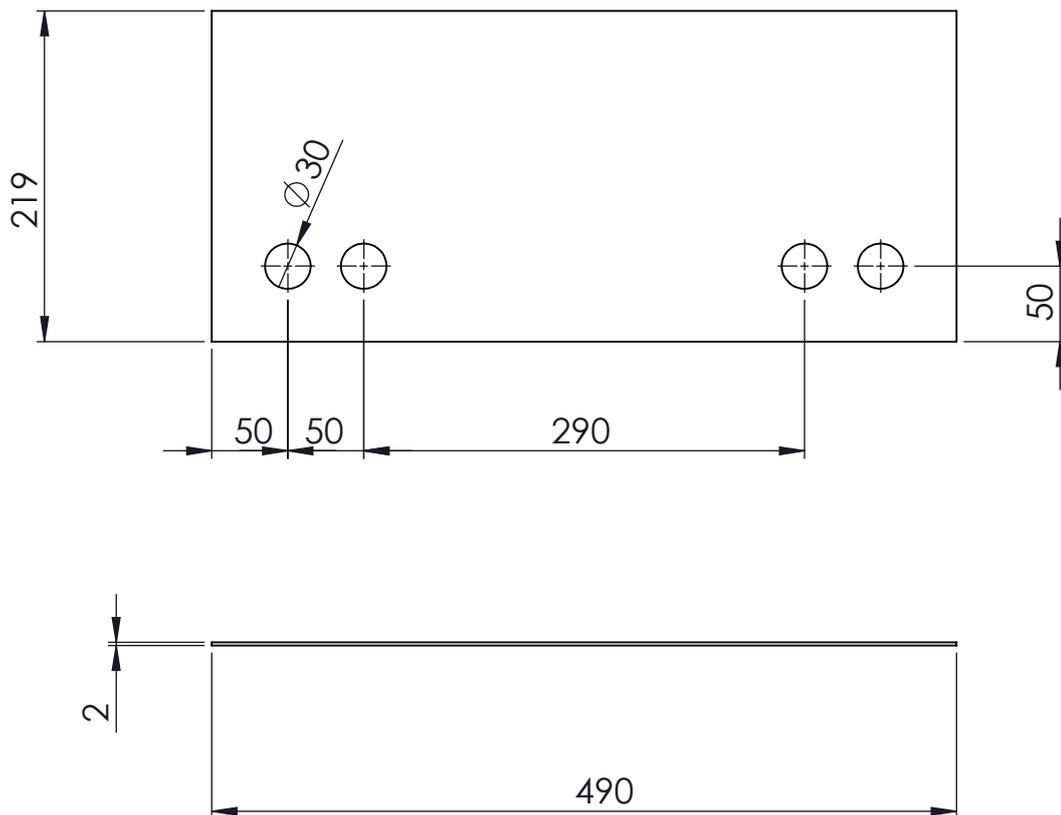
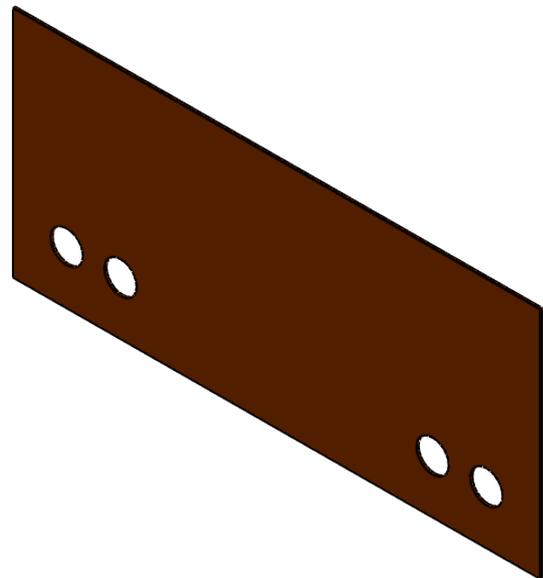
21

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

CHAPA TRASERA DEL ARMARIO DE LA SECCION B

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

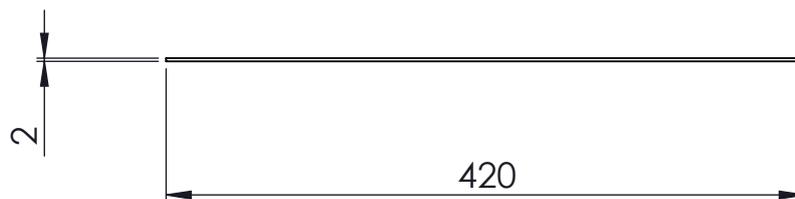
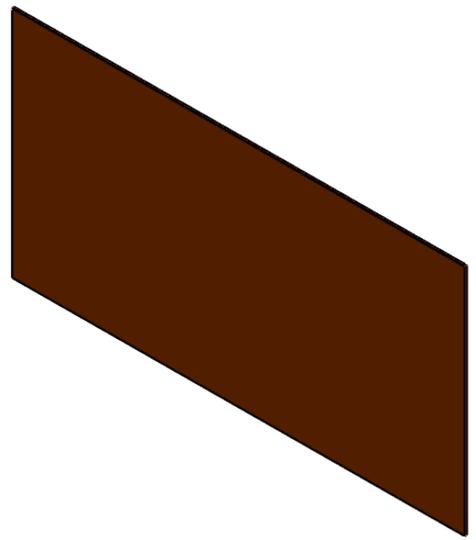
22

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

CHAPA LATERAL DEL ARMARIO DE LA SECCION B

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

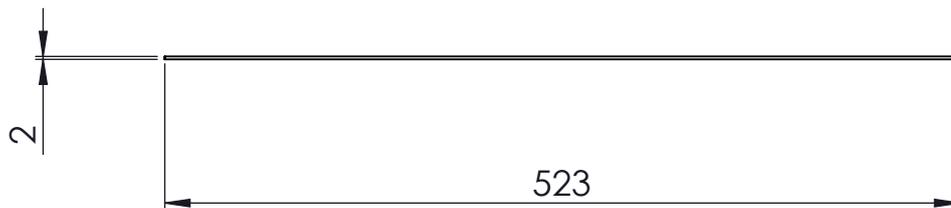
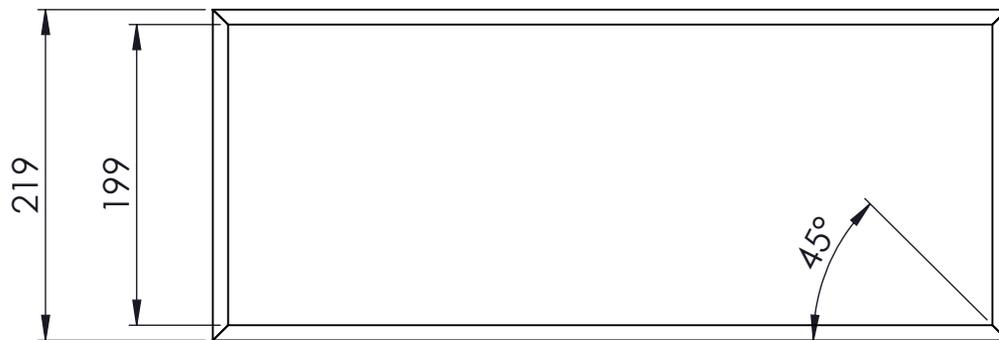
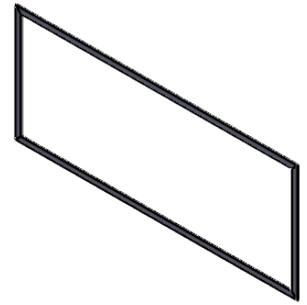
23

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

MARCO TRASERO DEL ARMARIO DE LA SECCION B

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

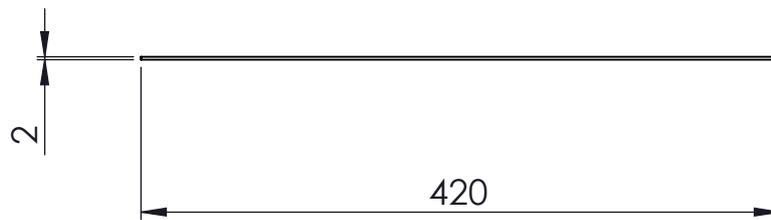
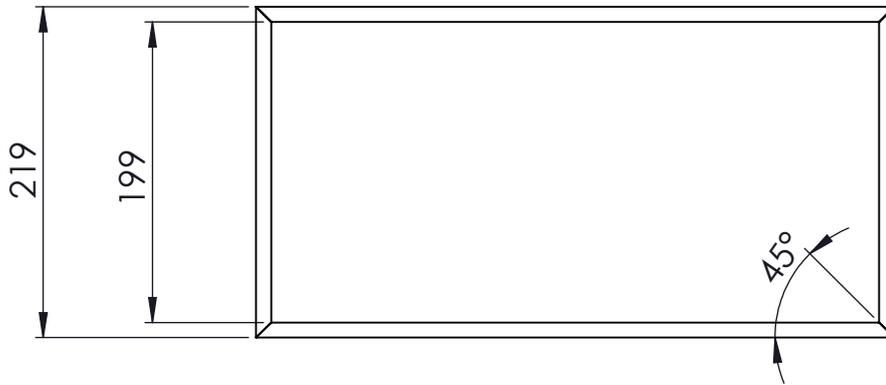
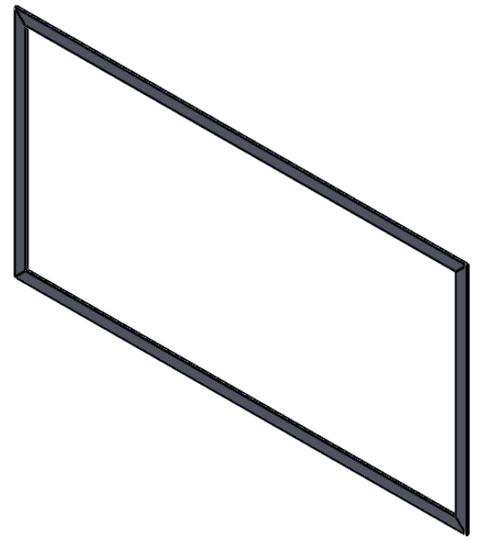
24

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOY

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

MARCO LATERAL DEL ARMARIO DE LA SECCION B

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

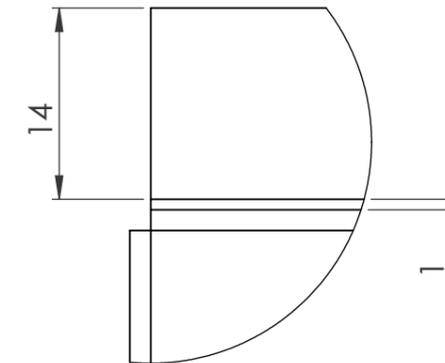
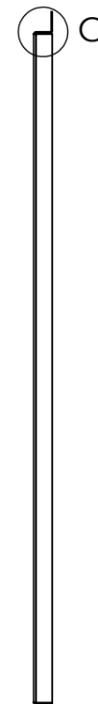
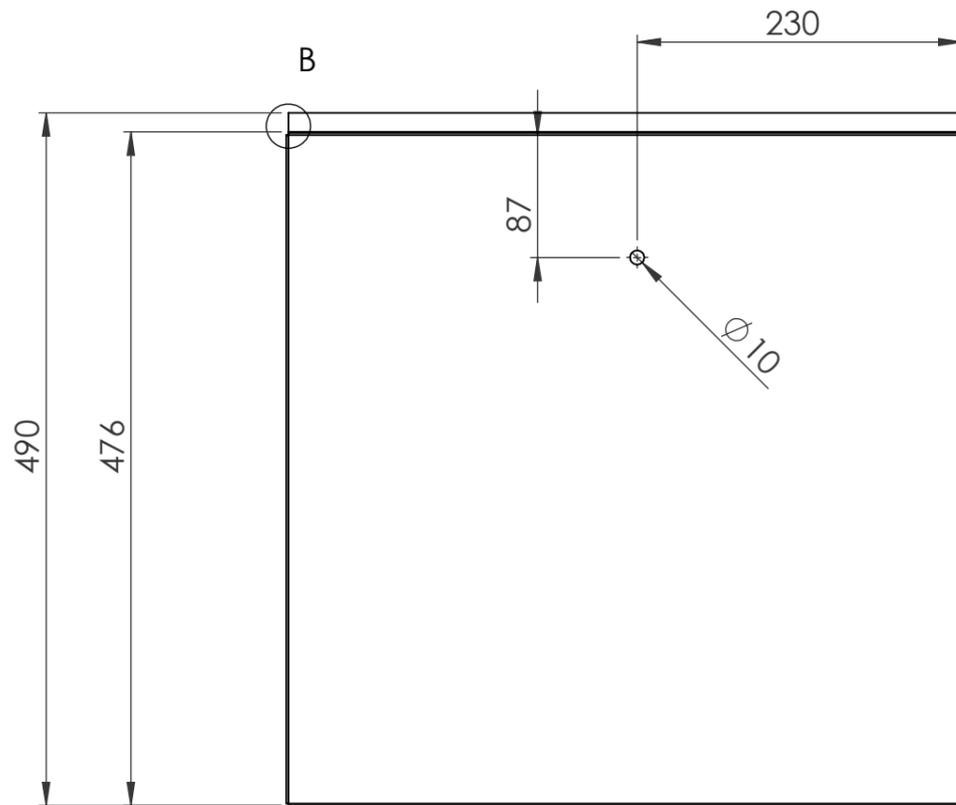
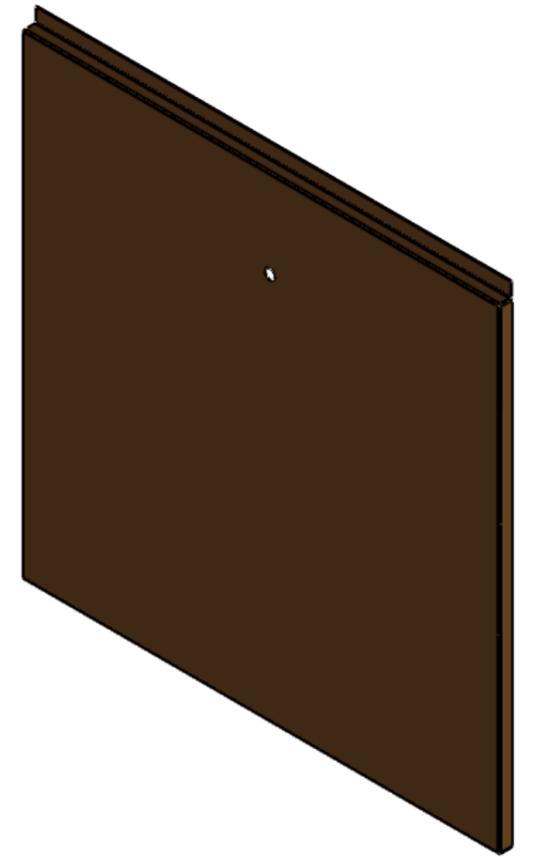
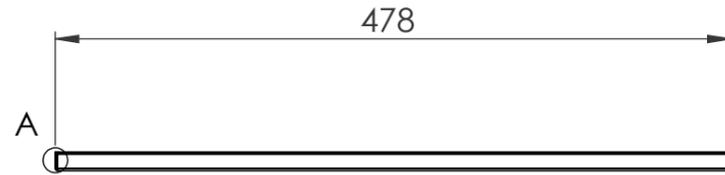
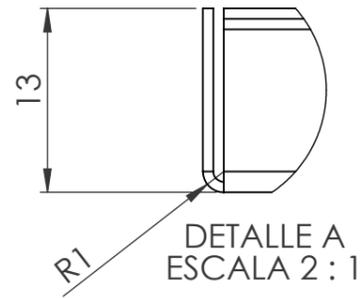
25

AUTOR:

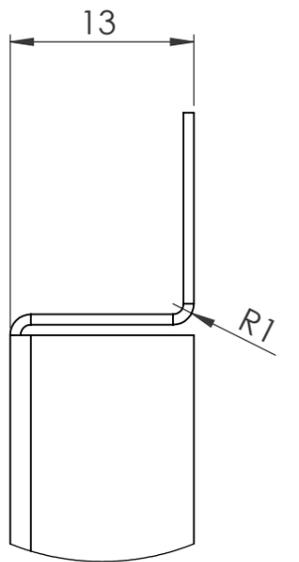
RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

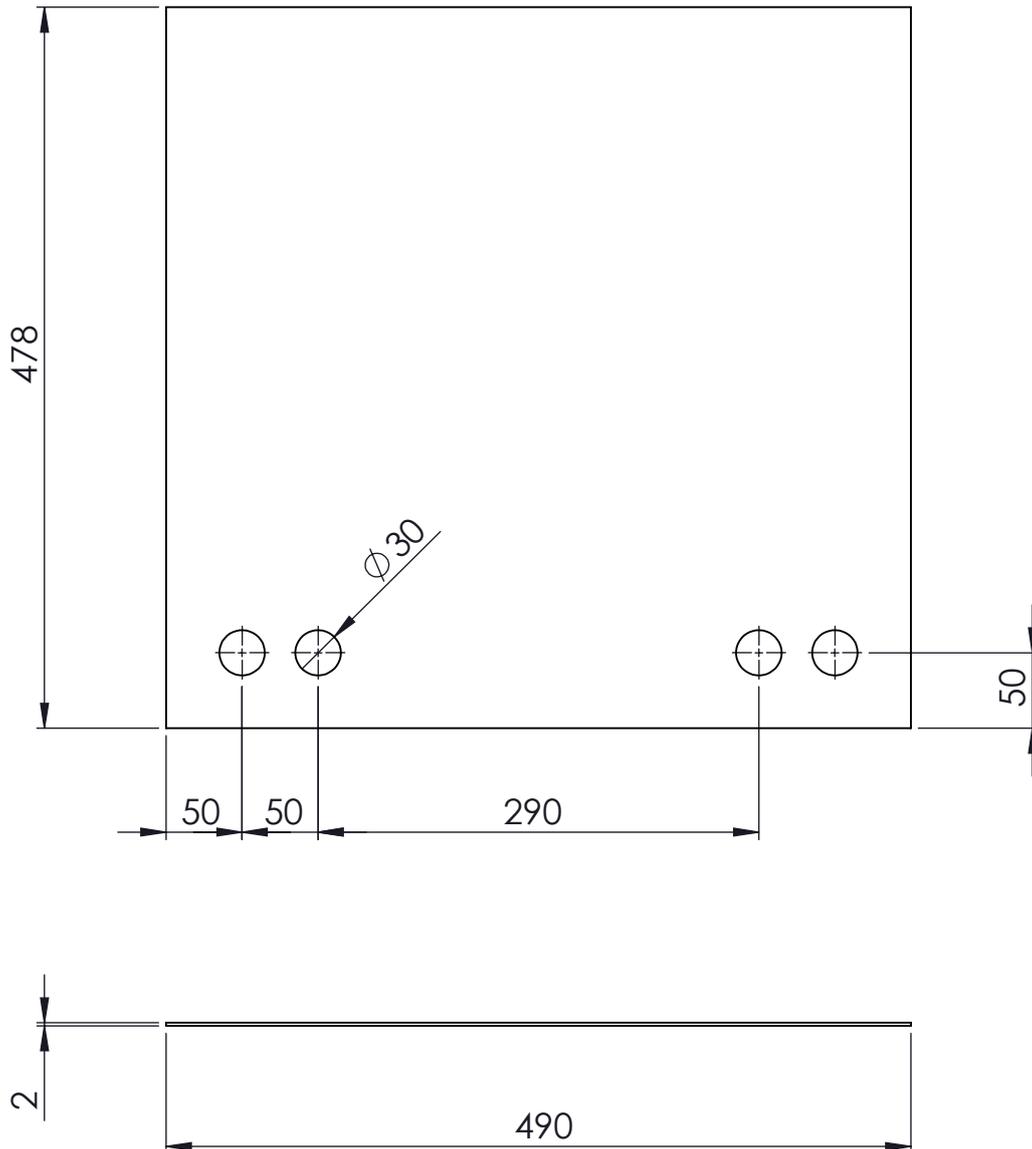
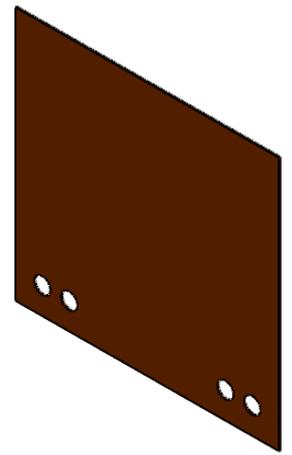
1/5



DETALLE B
ESCALA 2 : 1



DETALLE C
ESCALA 2 : 1



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOY

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

CHAPA TRASERA DEL ARMARIO DE LA SECCION C

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

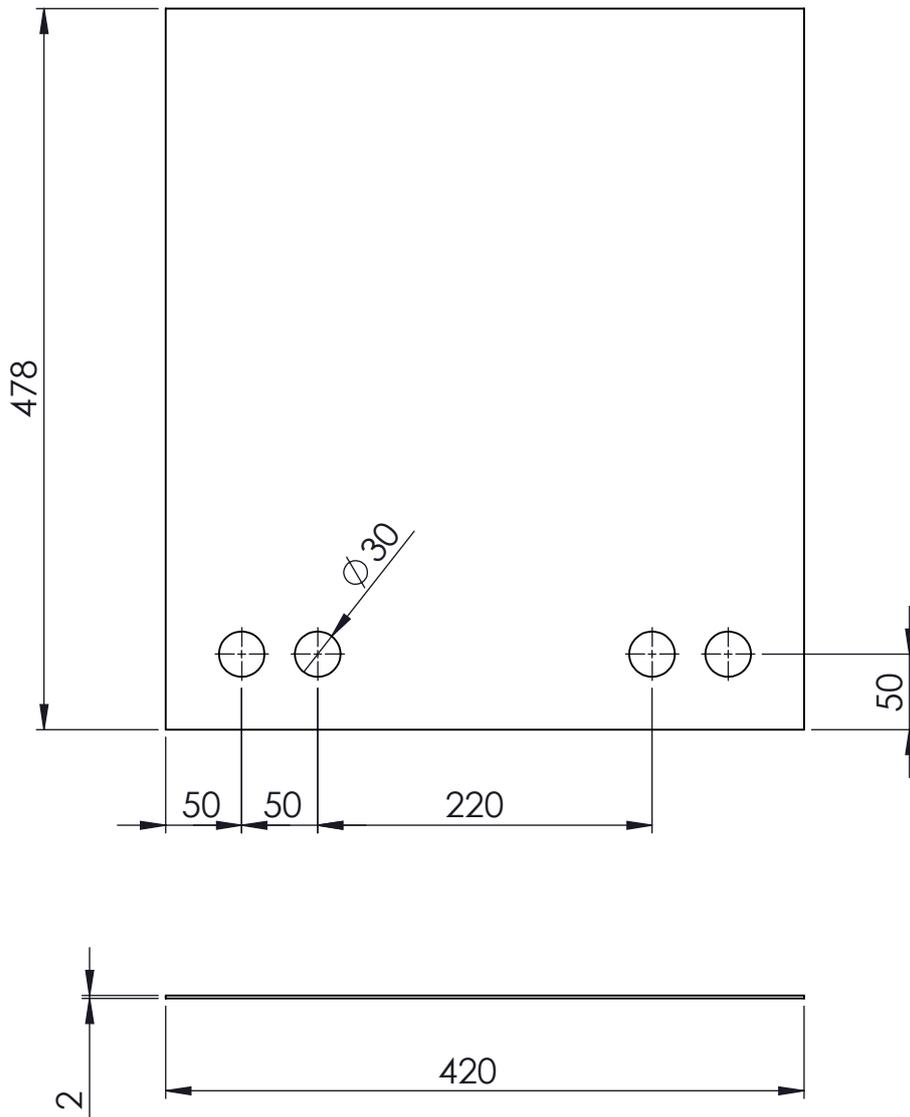
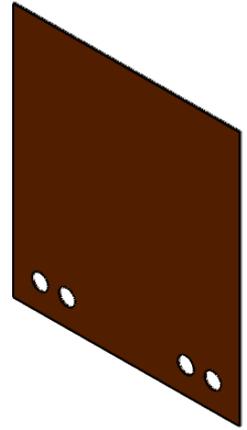
27

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

CHAPA LATERAL DEL ARMARIO DE LA SECCION C

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

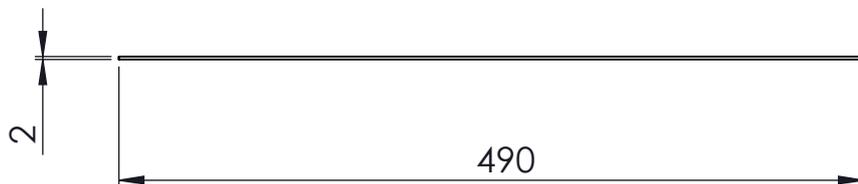
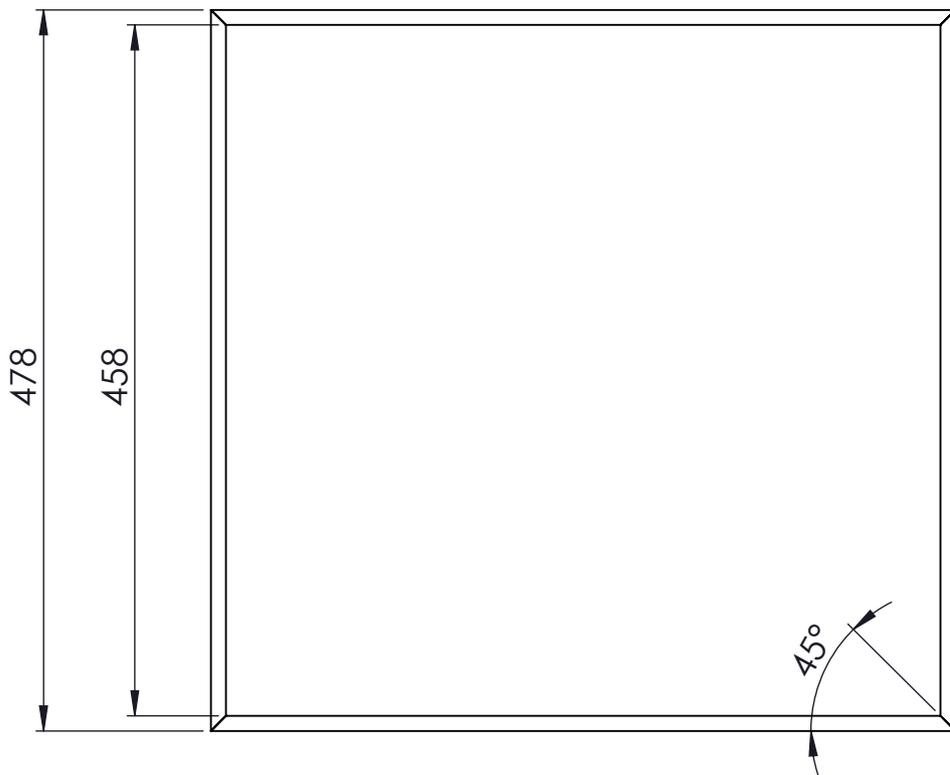
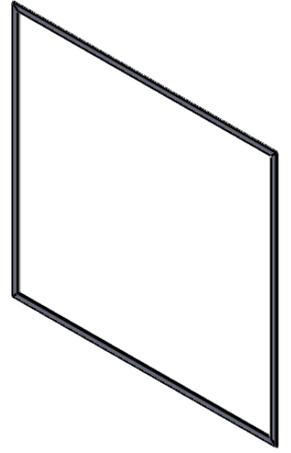
28

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOY

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

MARCO FRONTAL Y TRASERO DE LA SECCION C

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

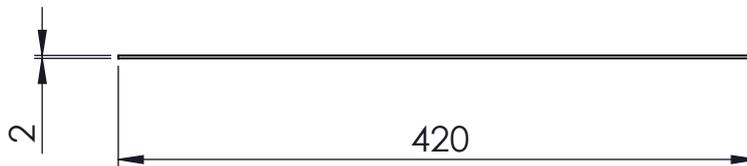
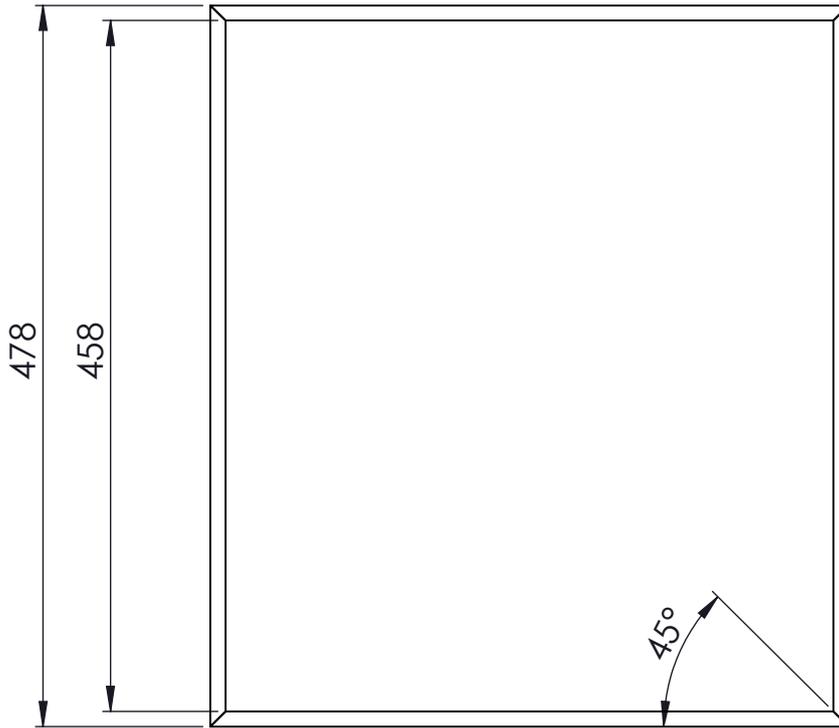
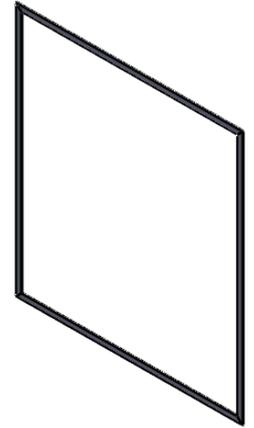
29

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:
CHAPA LATERAL DEL ARMARIO DE LA SECCION C

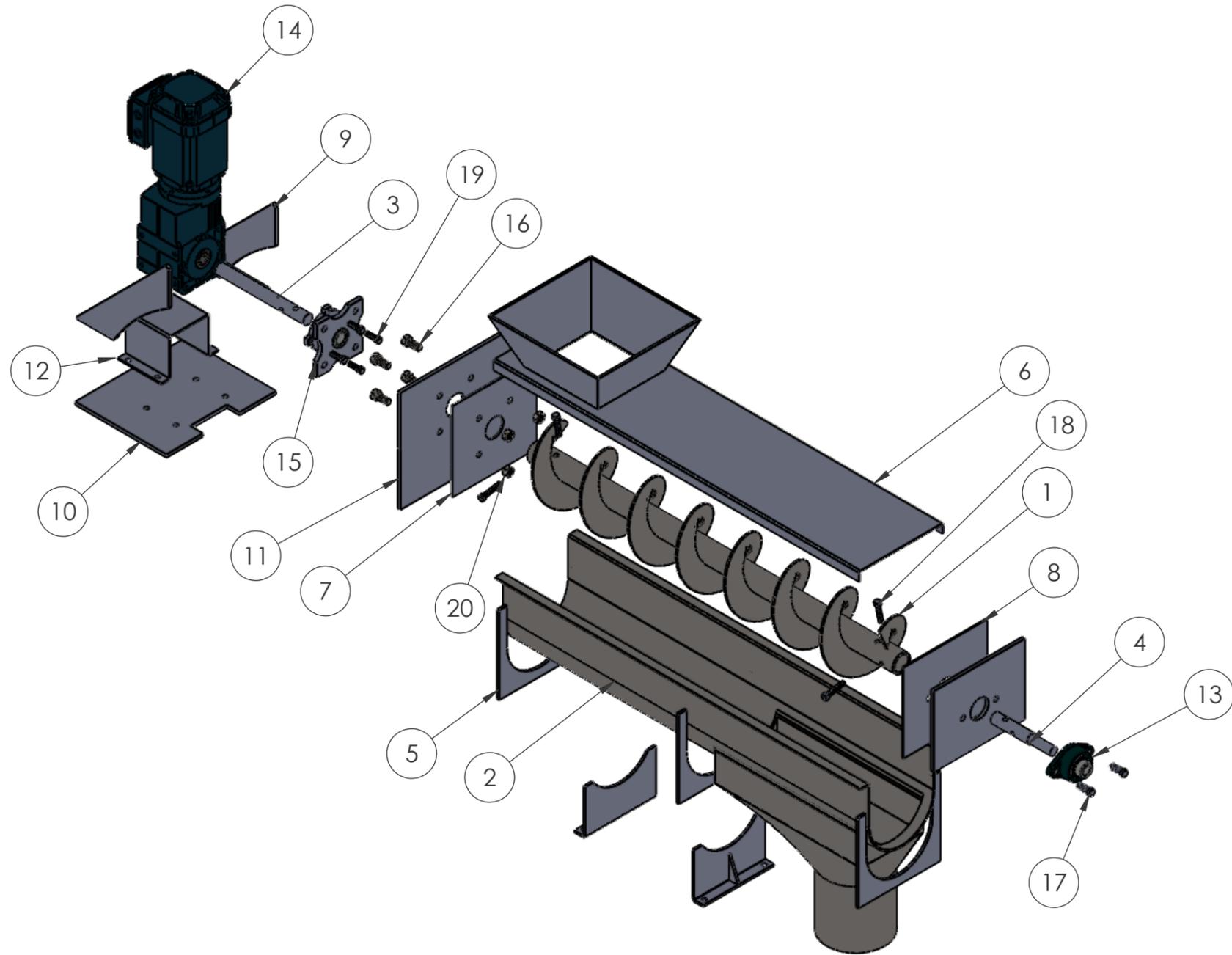
FECHA:
30/05/2022

PLANO N°:

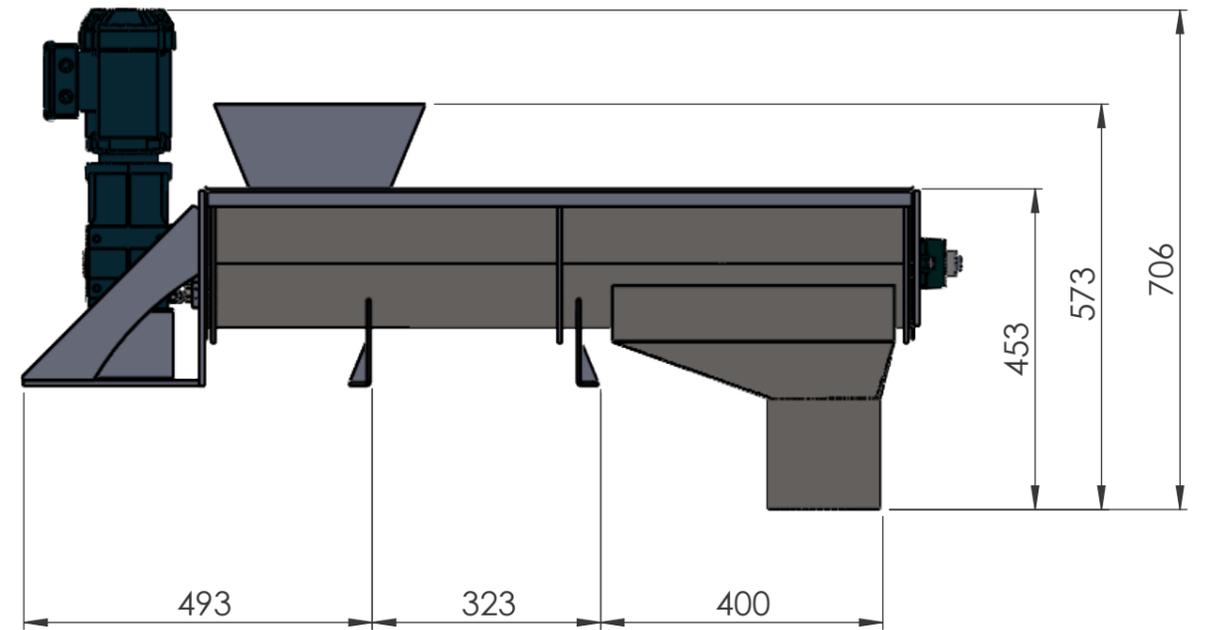
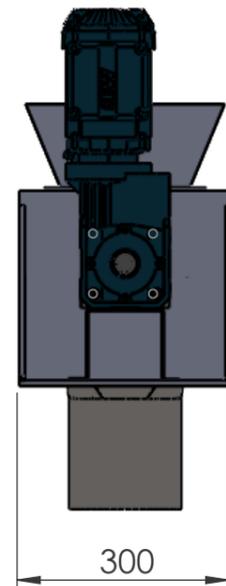
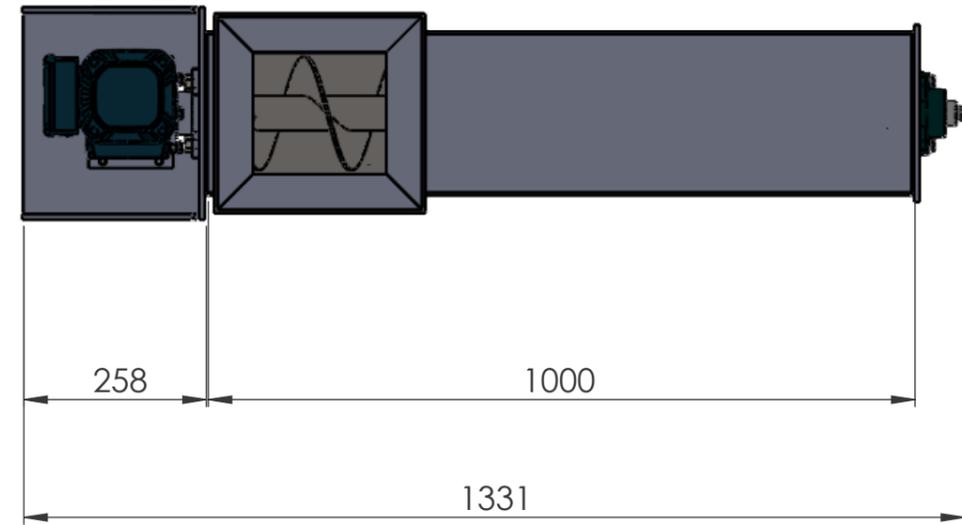
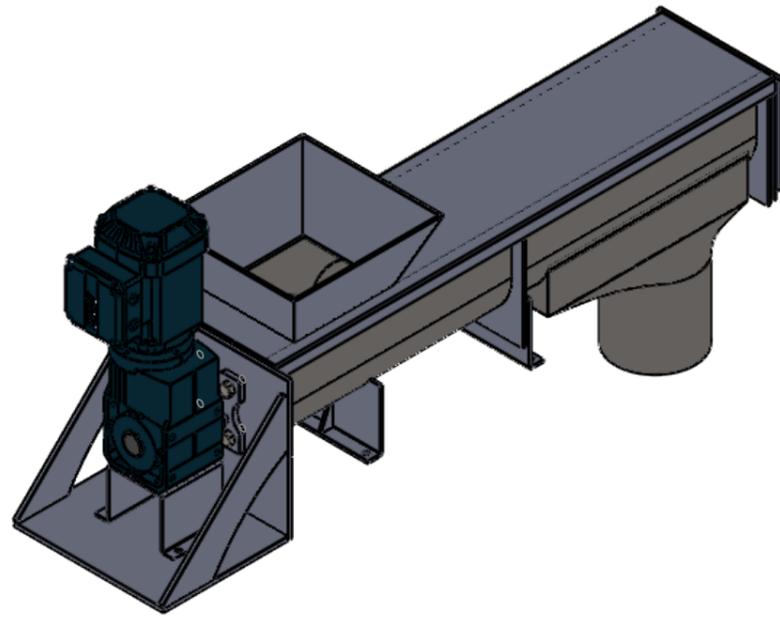
AUTOR:
RAÚL SALMERÓN MATEO

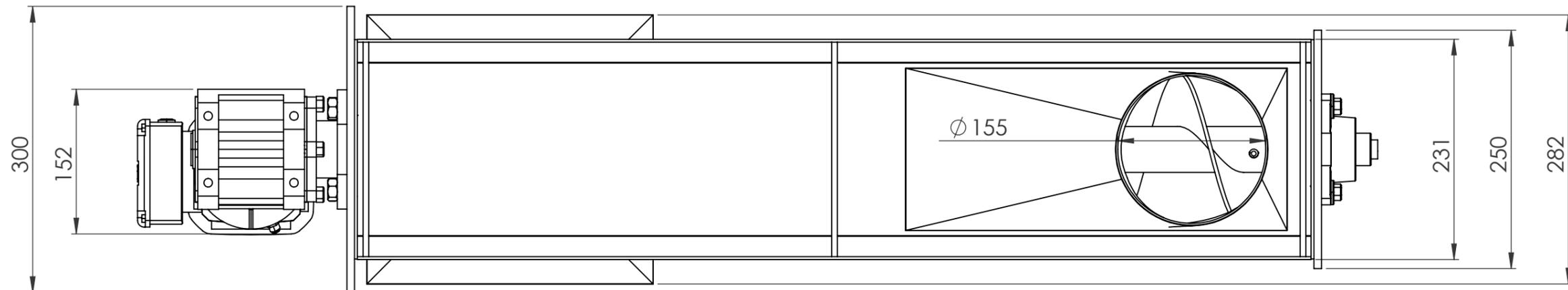
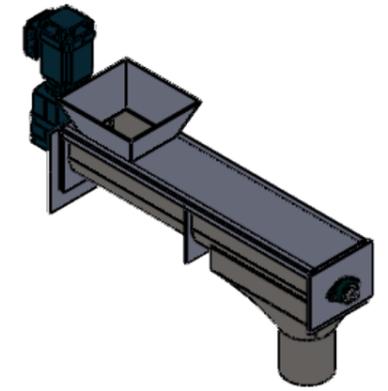
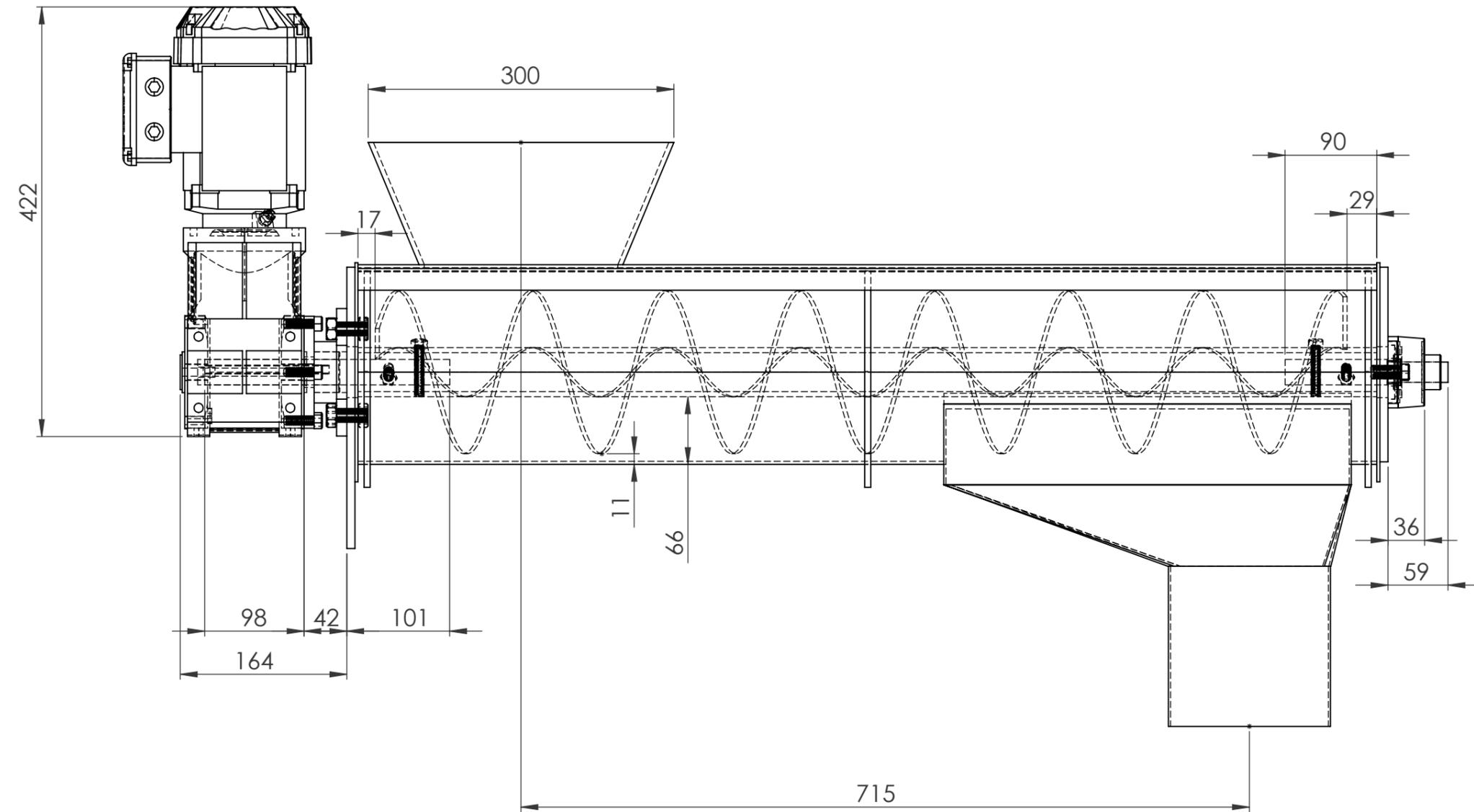
ESCALA:
1/5

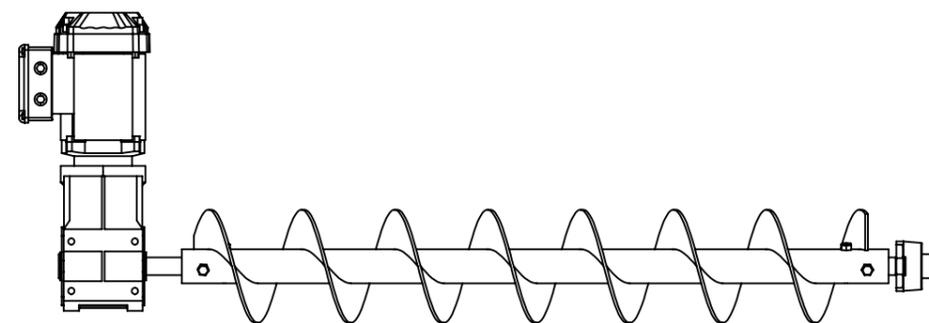
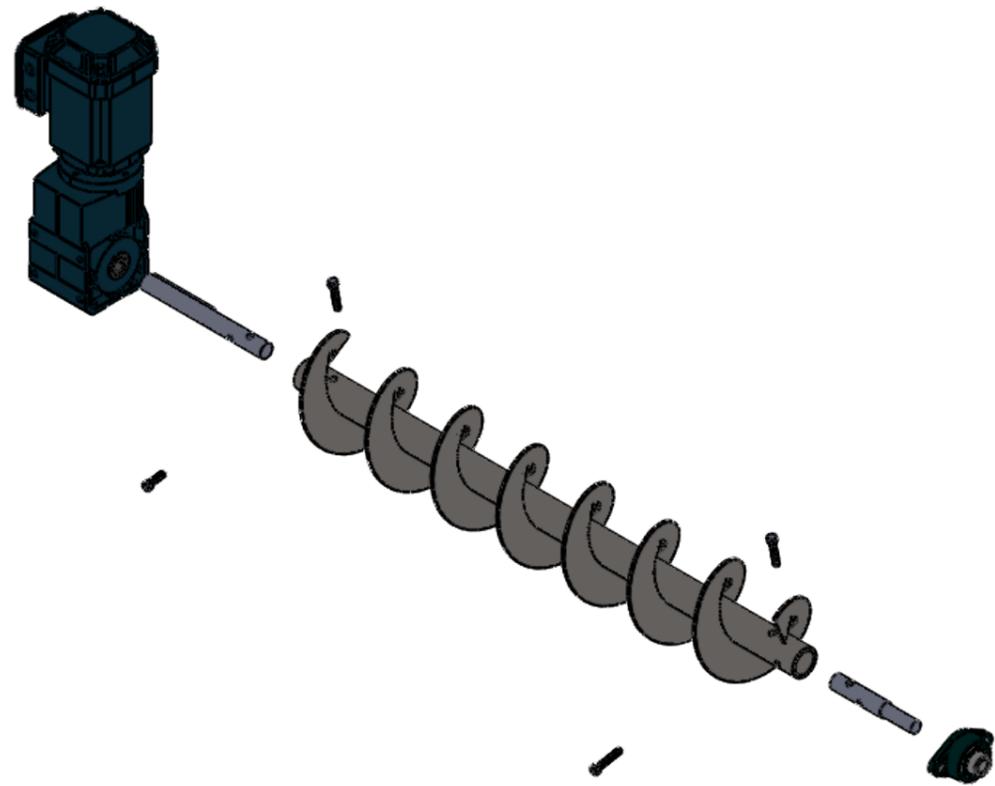
30

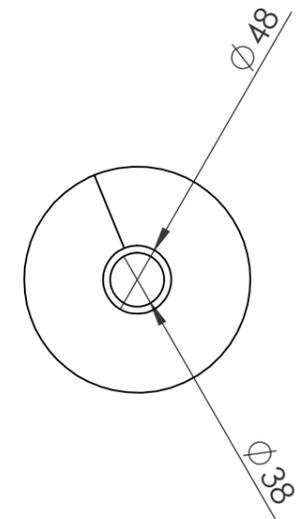
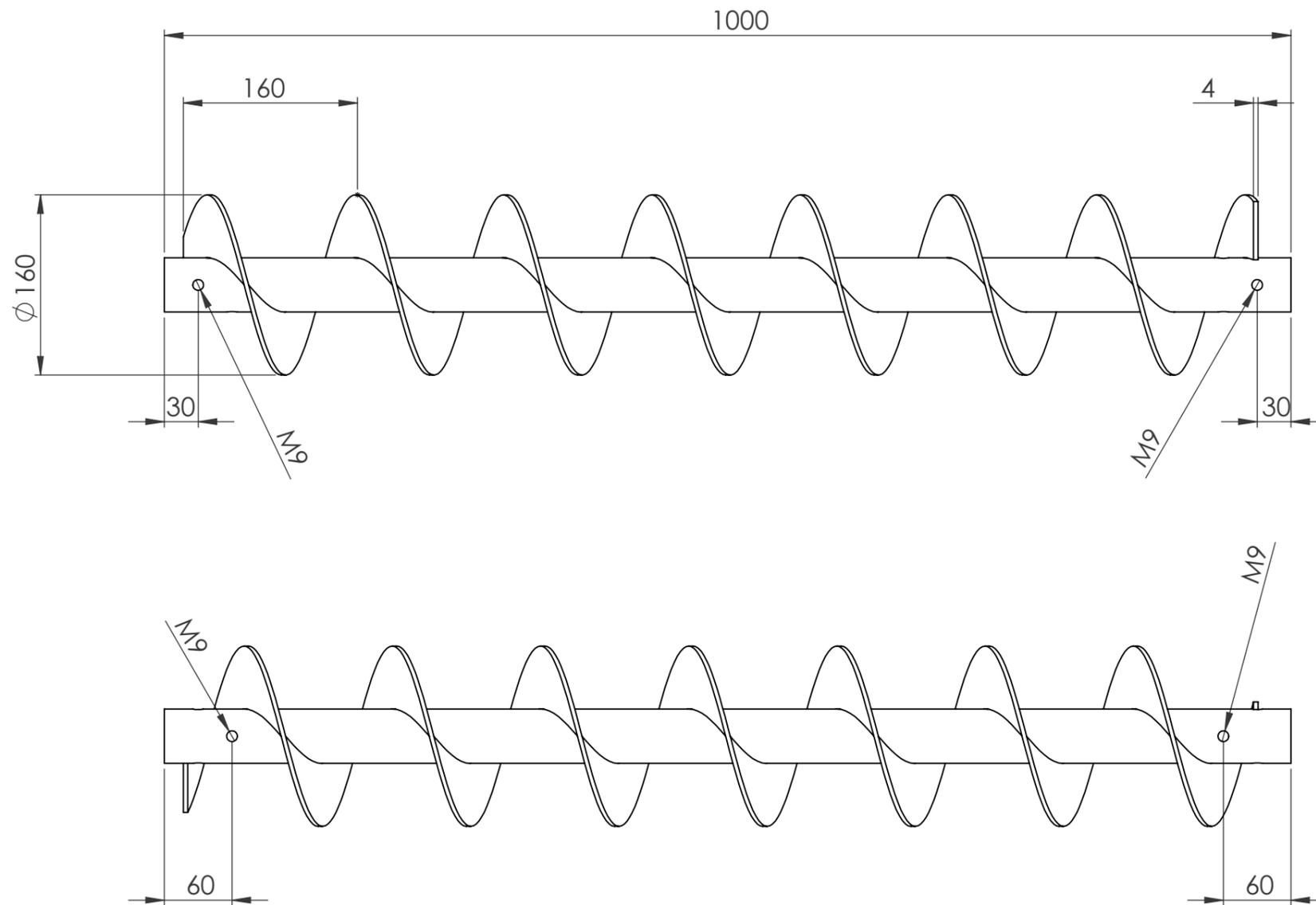
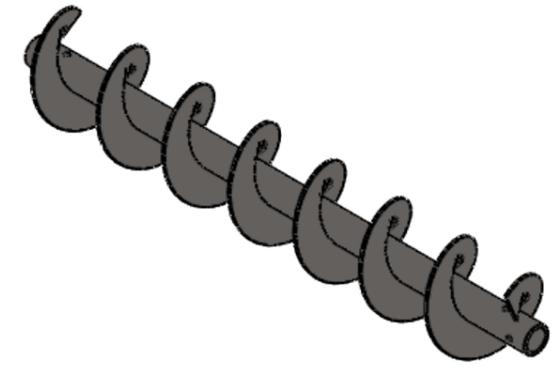


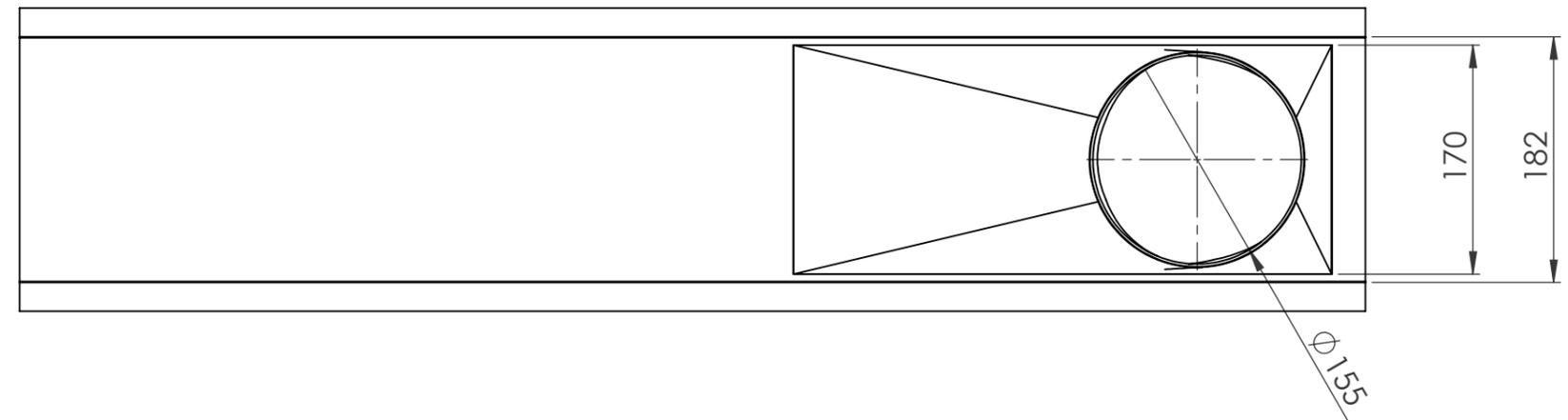
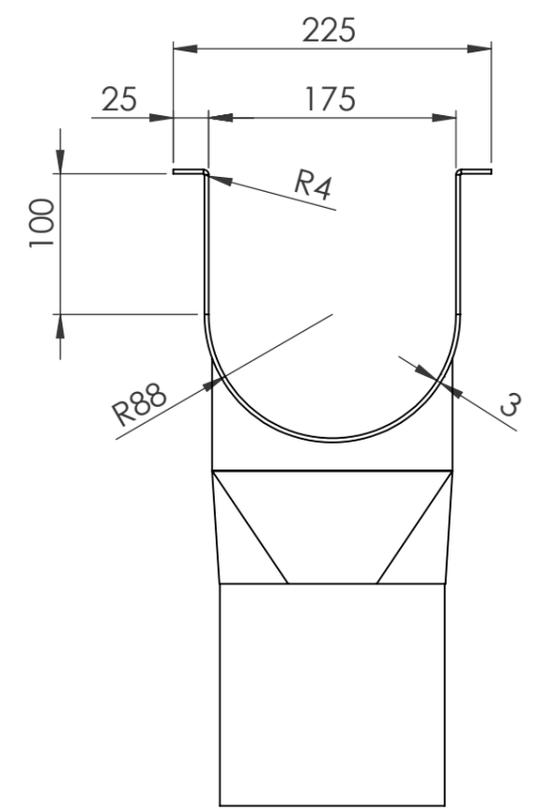
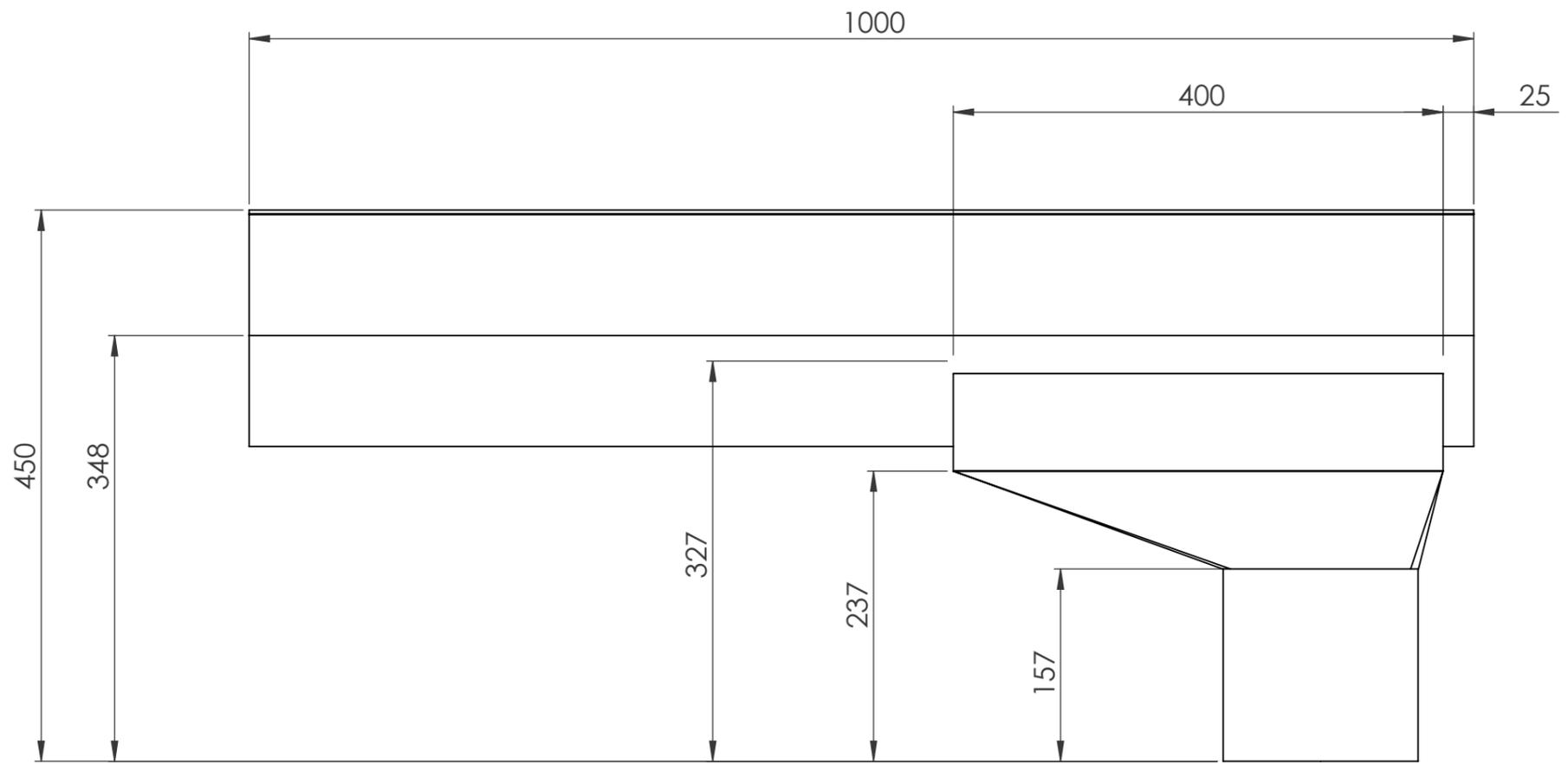
N	DESCRIPCION	UDS.
1	HELICOIDAL	1
2	CANALON	1
3	EJE MOTRIZ	1
4	EJE DE SOPORTE	1
5	SOPORTE DEL TRANSPORTADOR	3
6	TAPA CON TOLVA	1
7	TAPA EN EL EXTREMO DEL MOTOR	1
8	TAPA EN EL EXTREMO DEL RODAMIENTO	1
9	SOPORTES LATERALES DEL MOTOR	2
10	CHAPA BASE DEL MOTOR	1
11	TAPA FRONTAL DE SOPORTE AL MOTOR	1
12	APOYO DEL MOTOR	1
13	RODAMIENTO	1
14	MOTOR	1
15	SOPORTE MOTOR	1
16	TORNILLO M12 (TAPA EXTREMO MOTOR)	4
17	TORNILLO M12 (RODAMIENTO)	2
18	TORNILLO M9 (HELICOIDAL)	4
19	TORNILLO M8 (SOPORTE MOTOR)	4
20	TUERCA M12 (EXTREMO MOTOR Y RODAMIENTO)	4

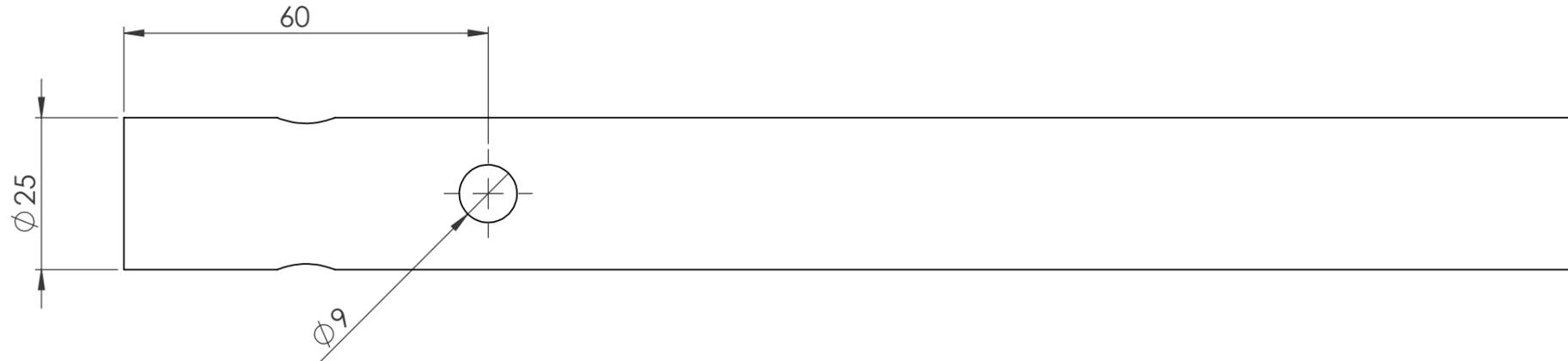
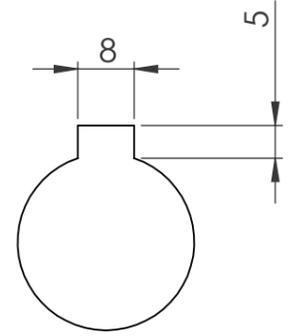
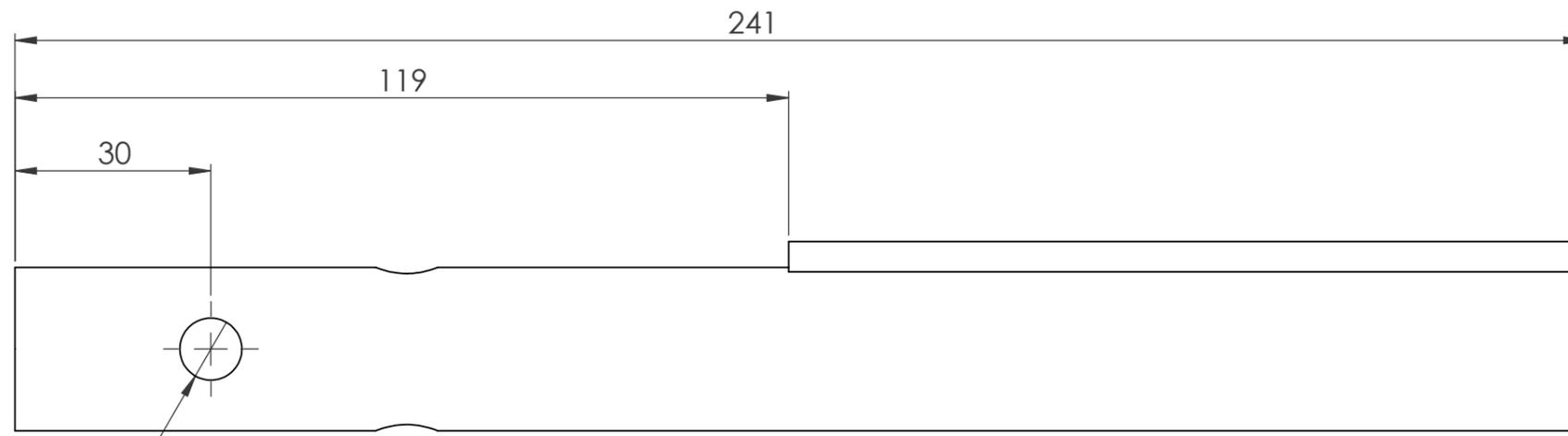
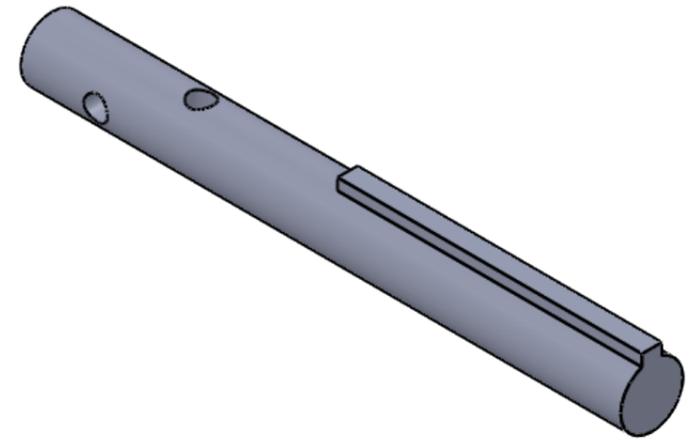


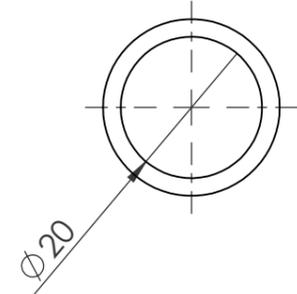
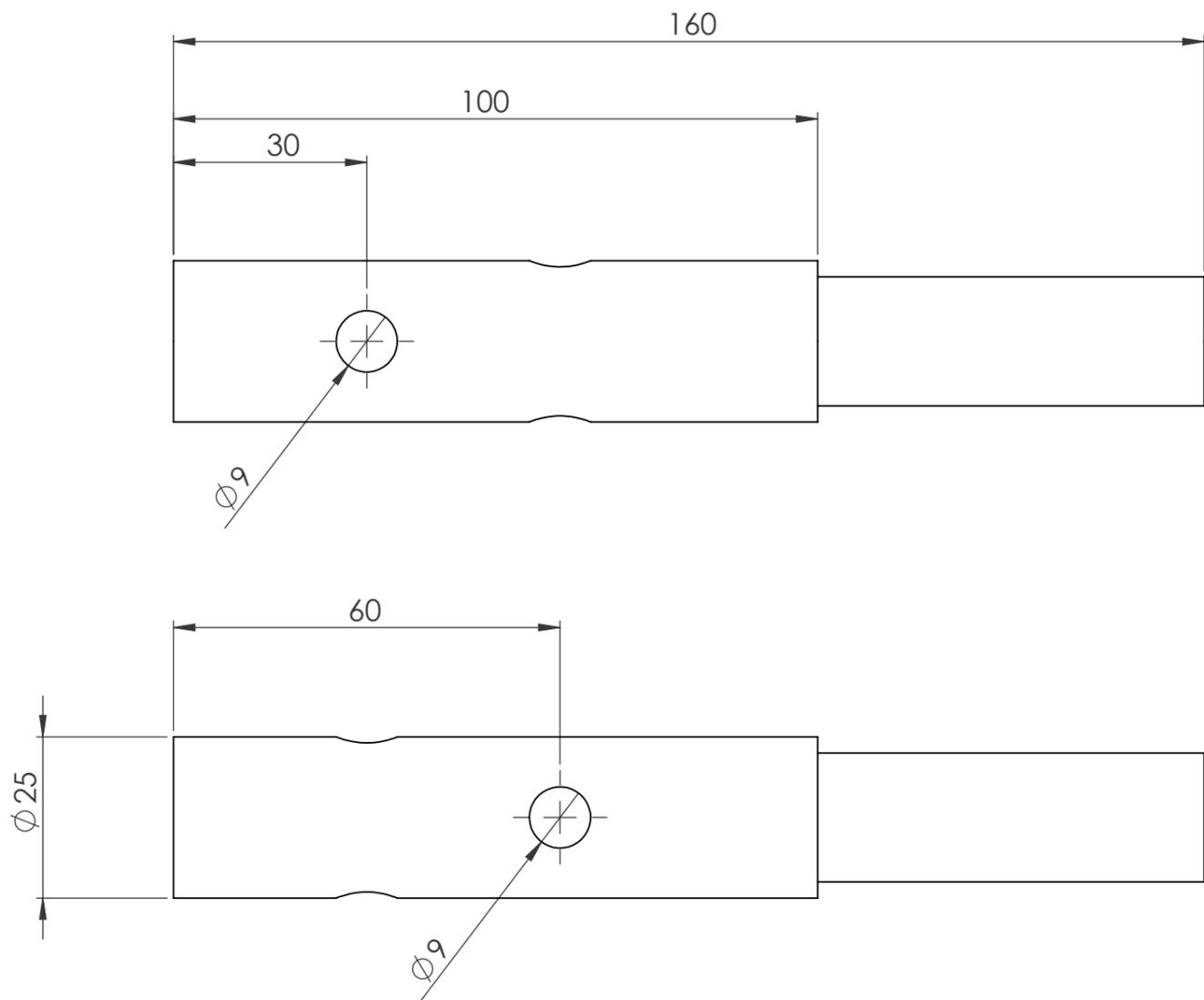
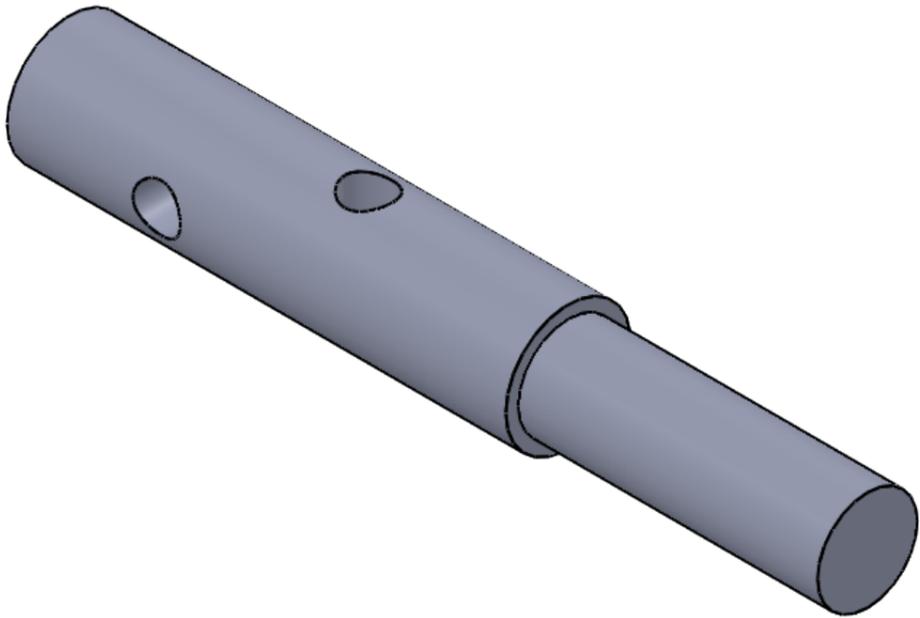


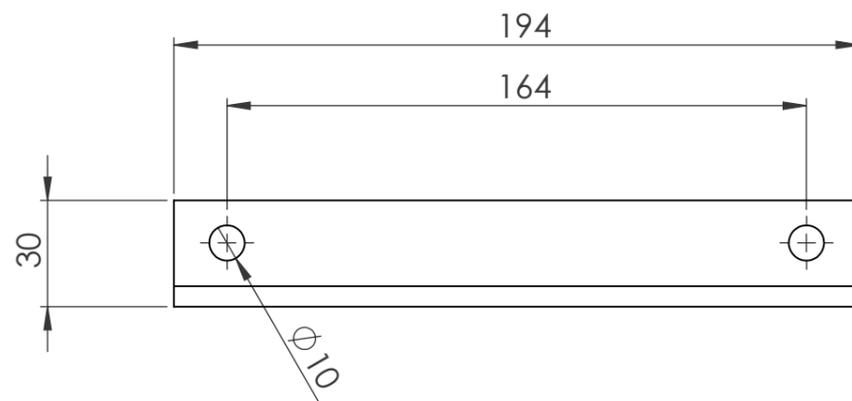
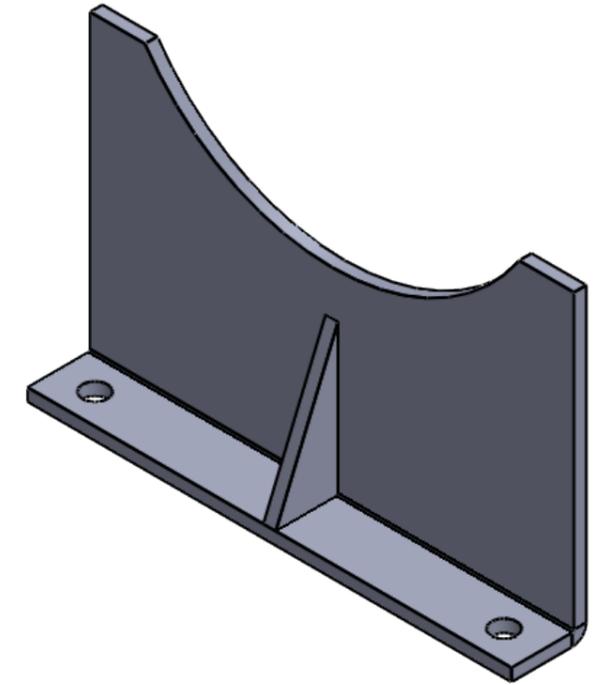
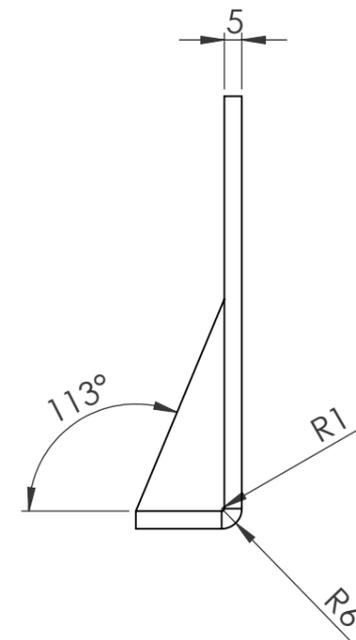
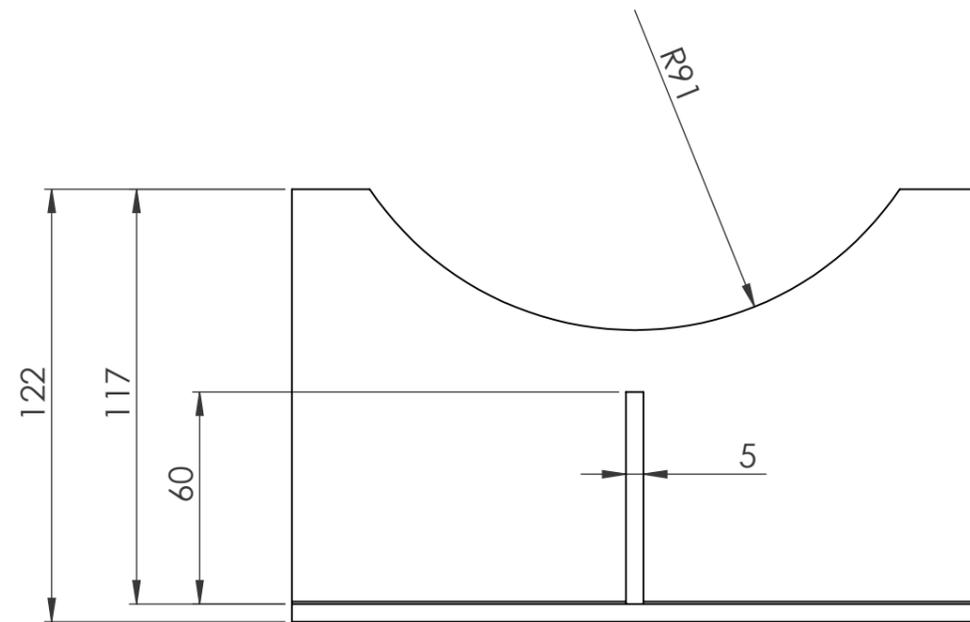


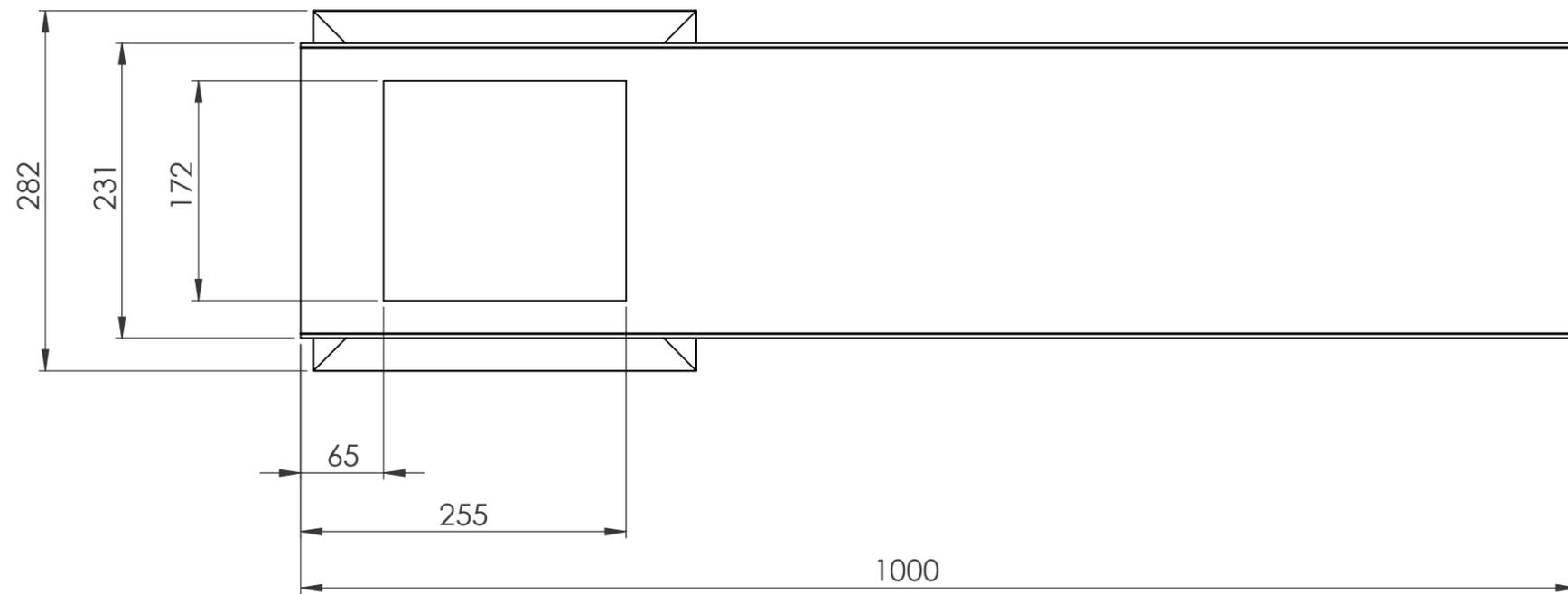
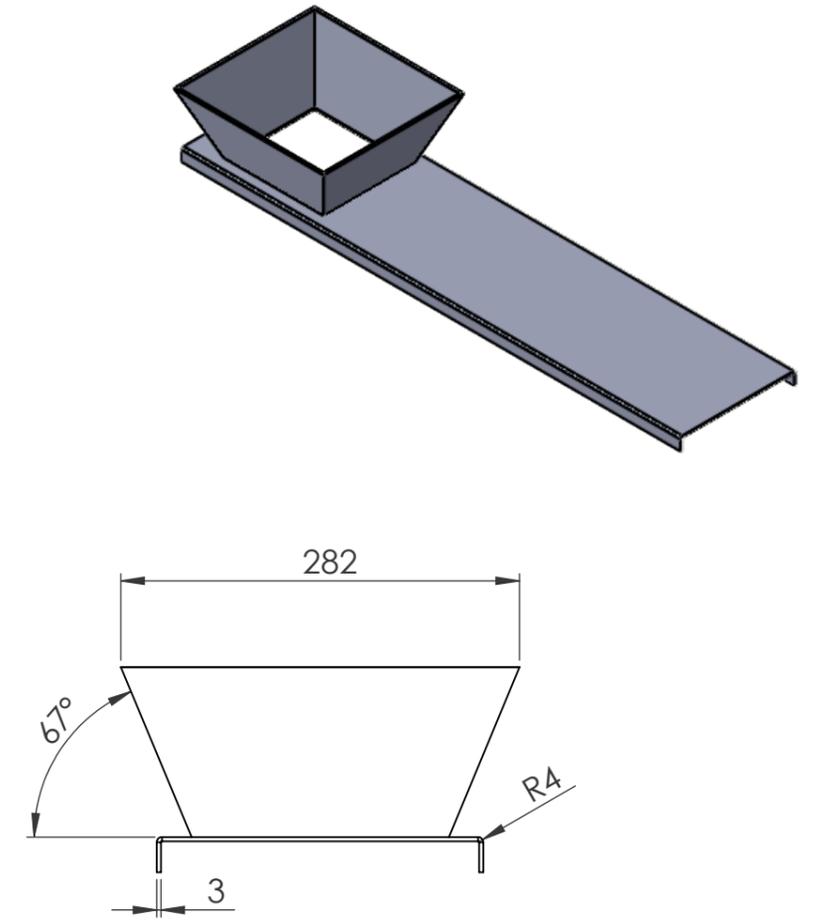
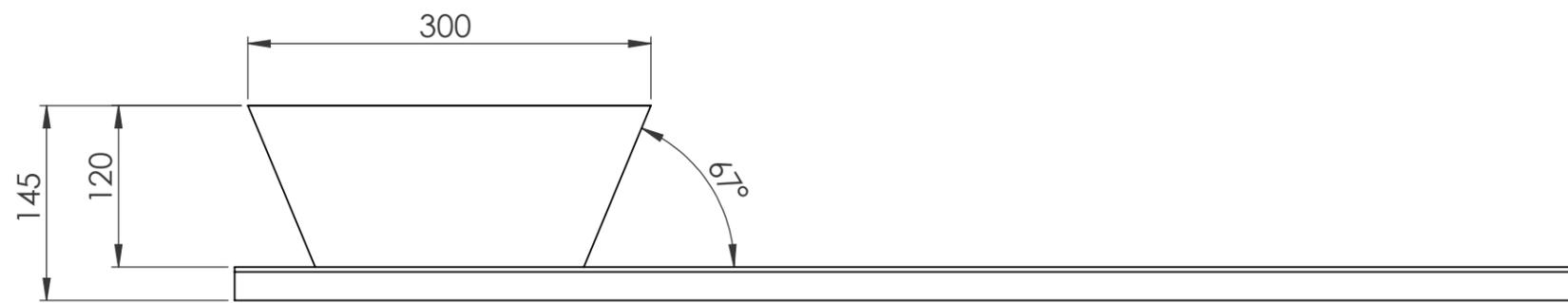


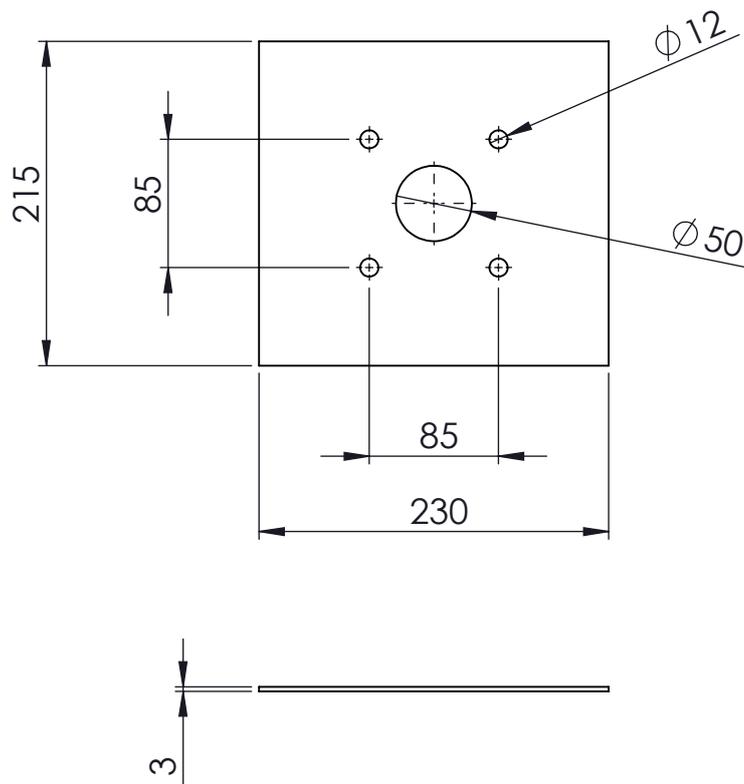
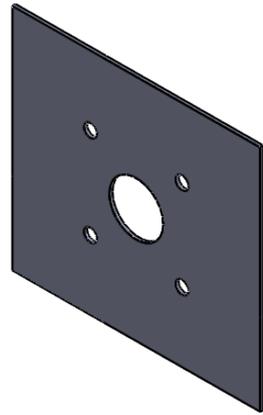












ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

TAPA EN EL EXTREMO DE LA TOLVA

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

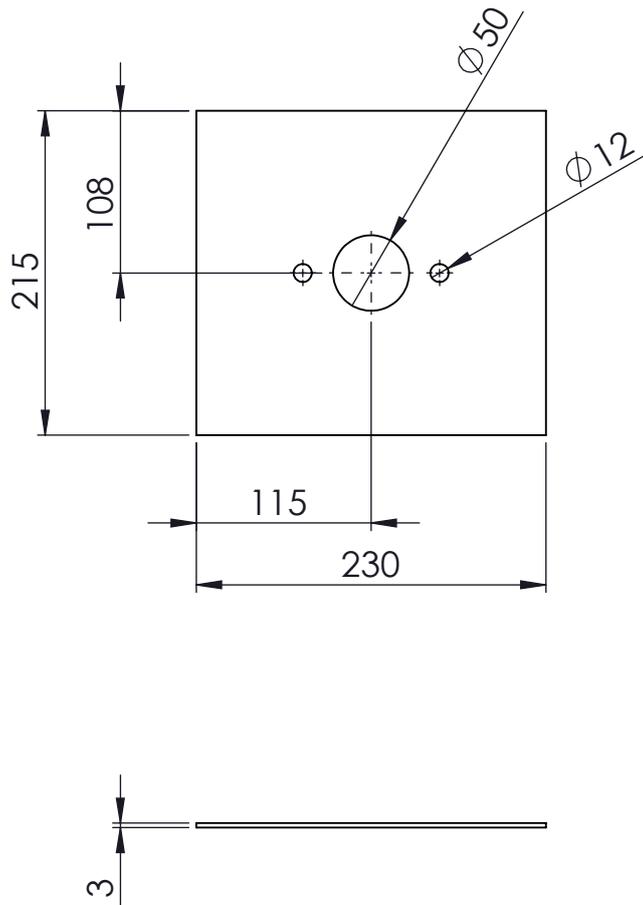
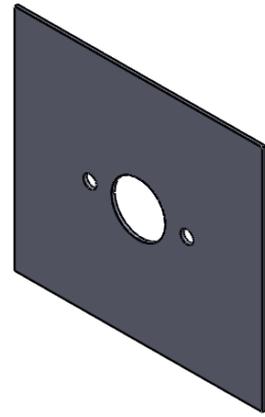
11

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

TAPA EN EL EXTREMO DEL RODAMIENTO

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

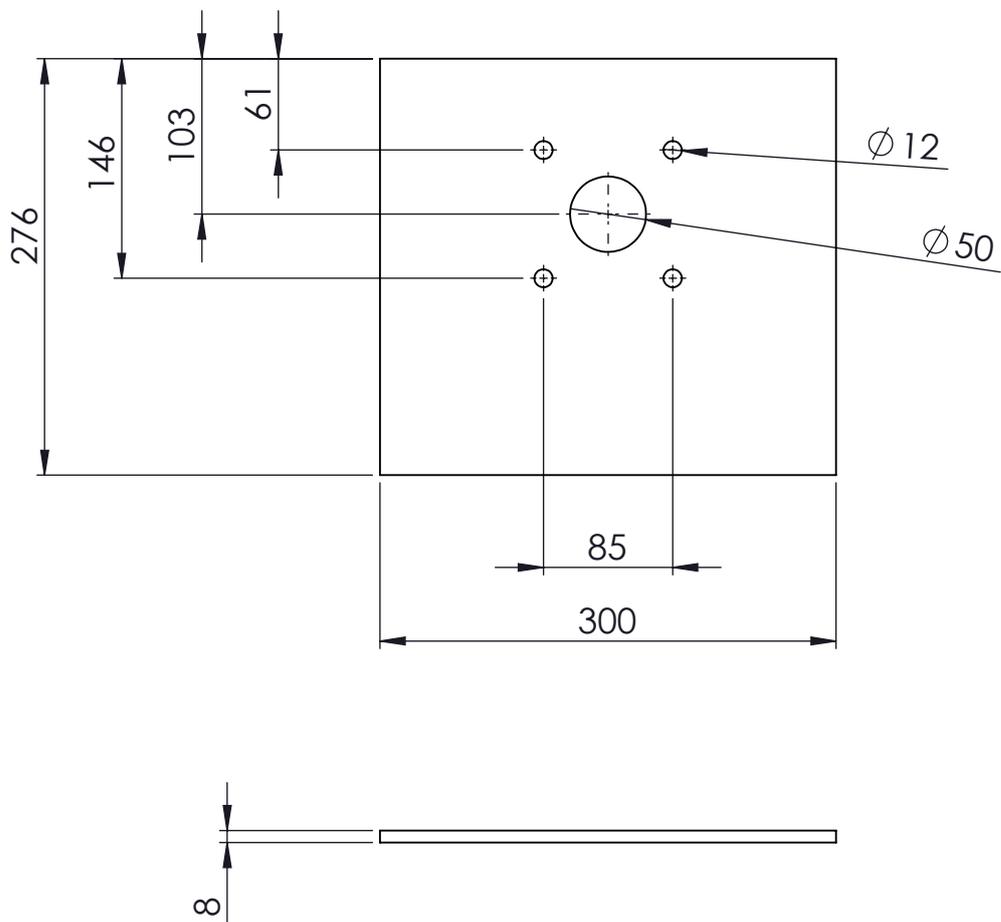
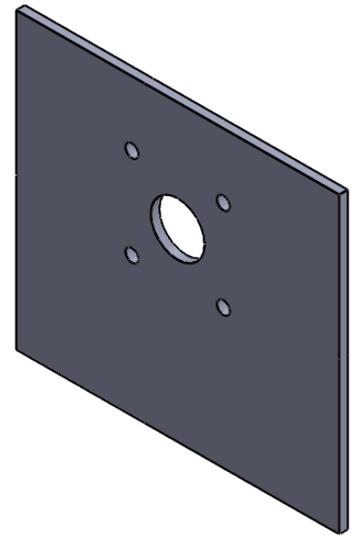
12

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOY

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

TAPA FRONTAL DE SOPORTE AL MOTOR

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

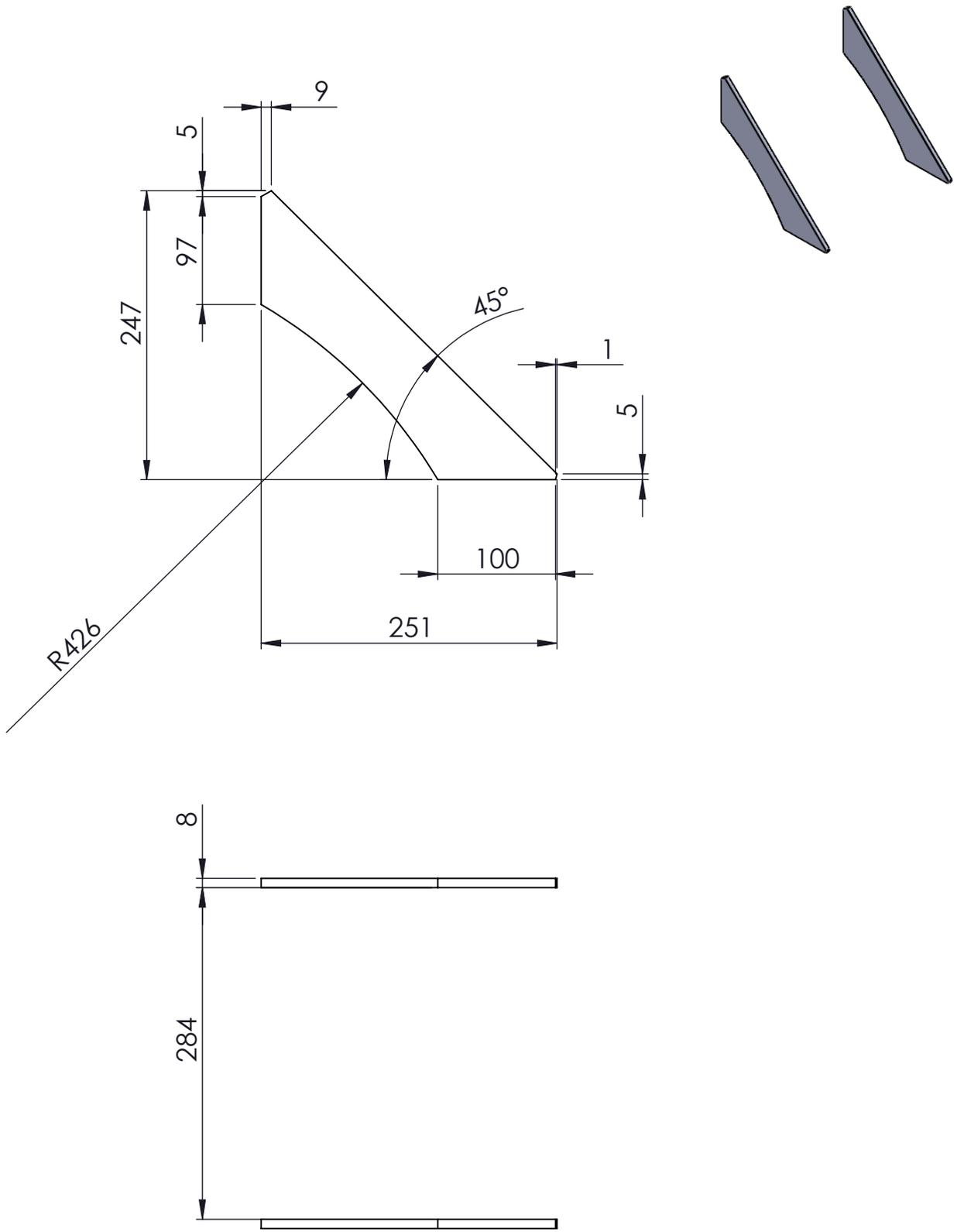
13

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOY

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

ESTRUCTURA

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

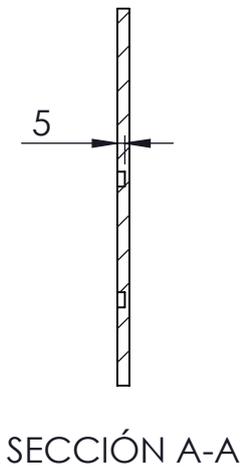
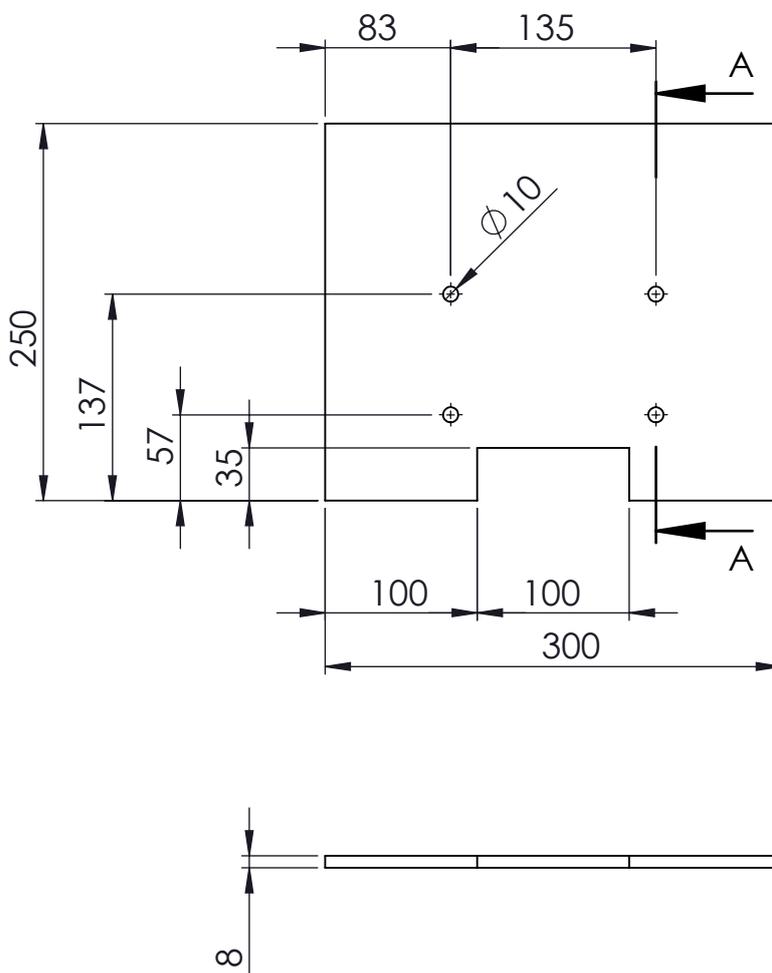
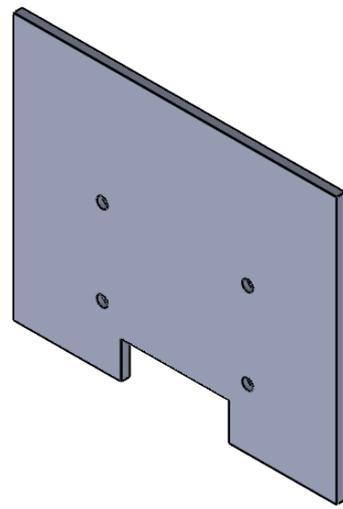
01

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1:50



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

CHAPA BASE DEL MOTOR

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

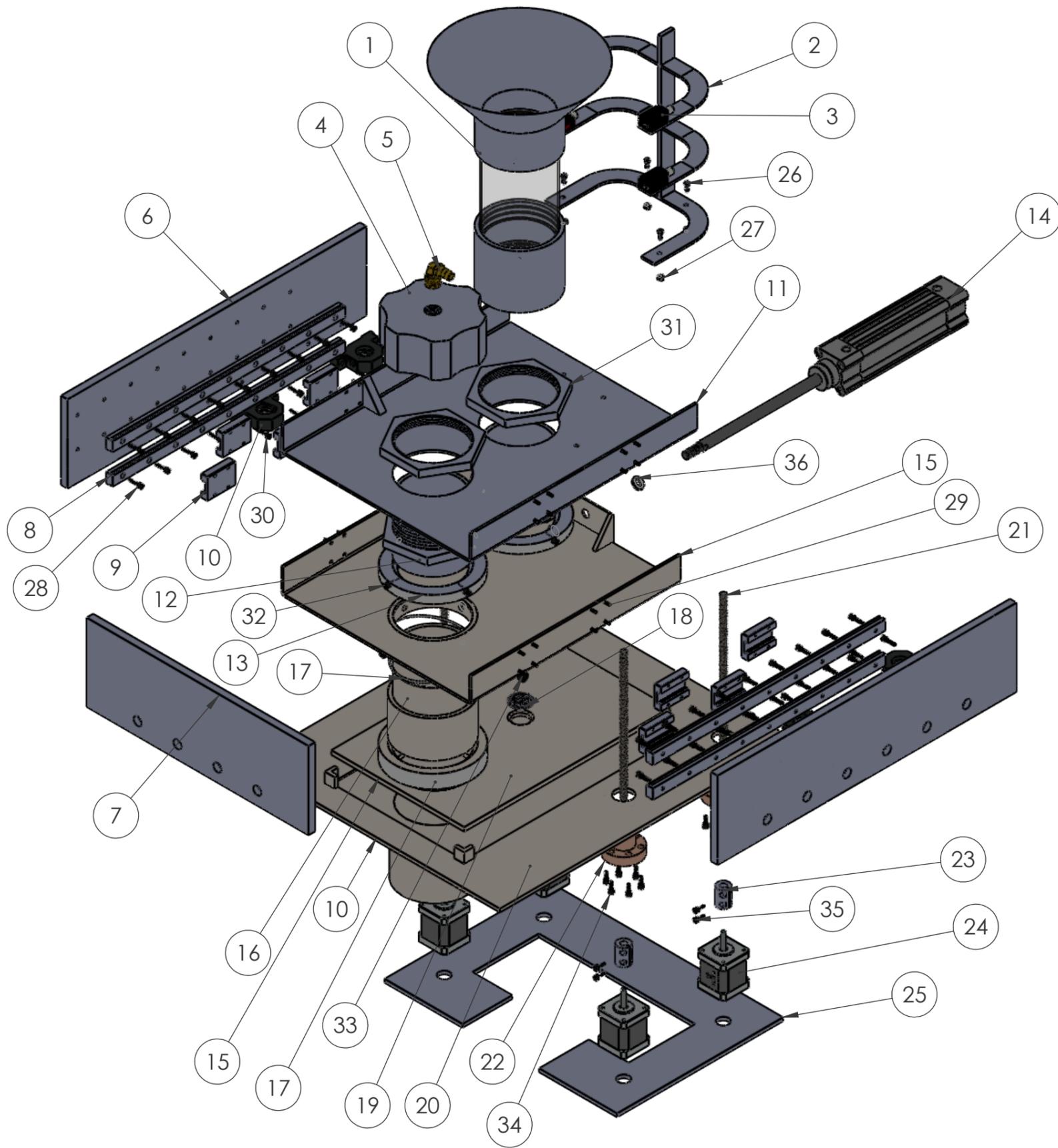
15

AUTOR:

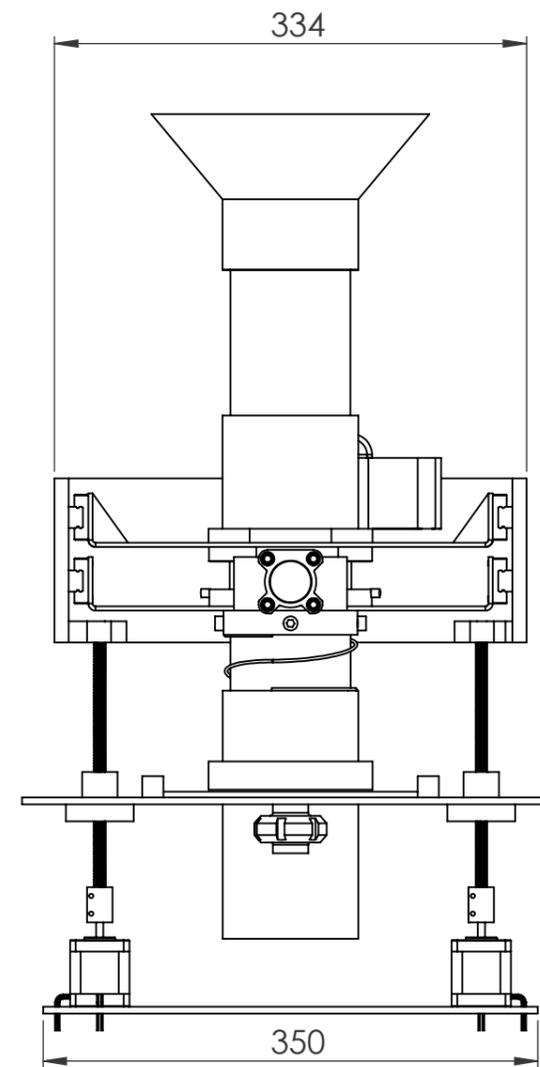
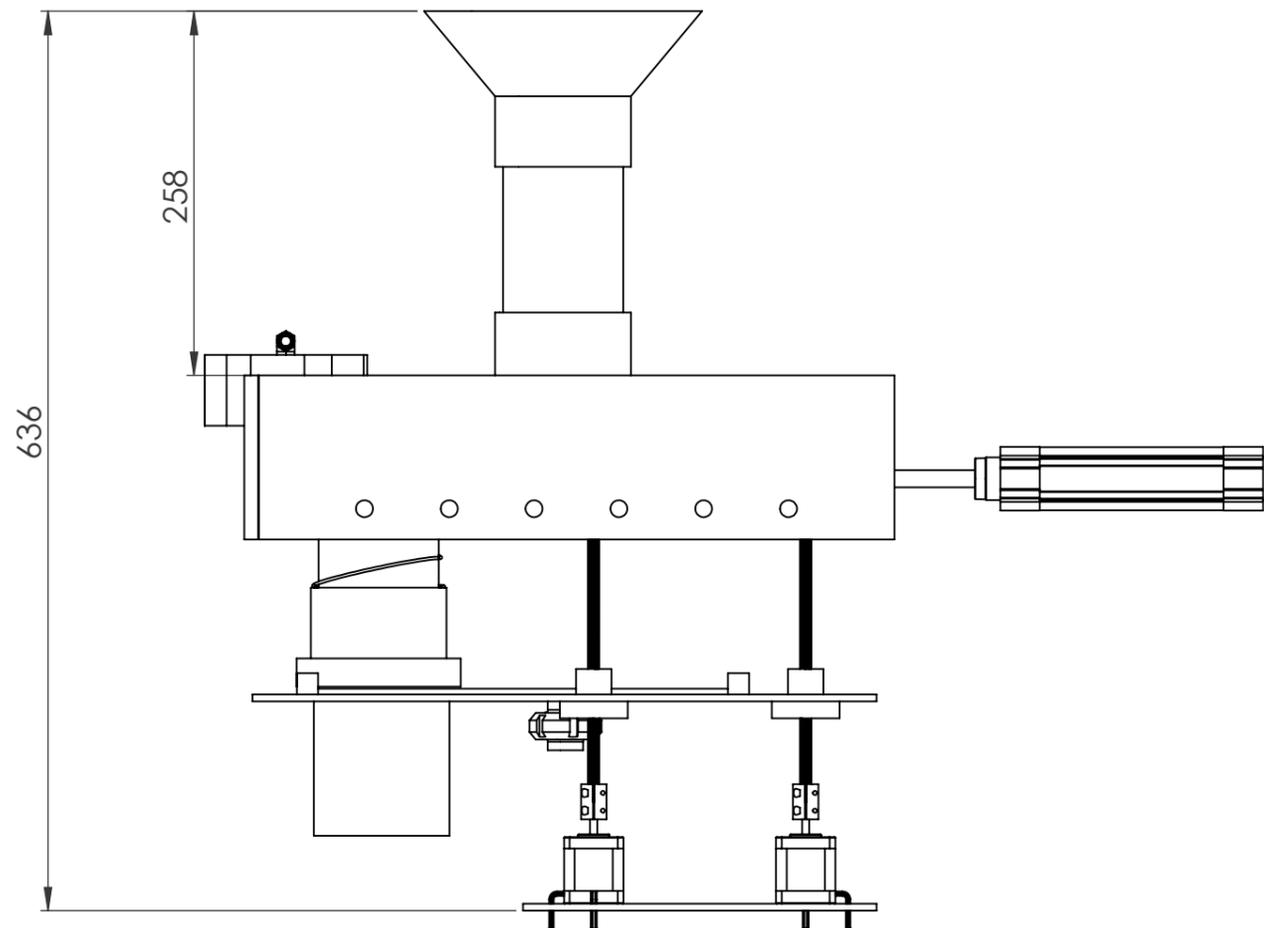
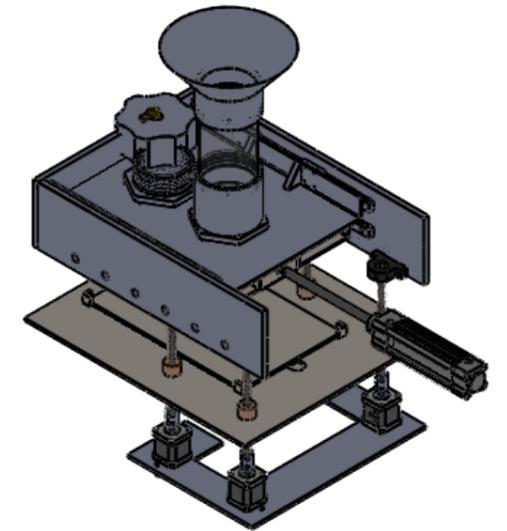
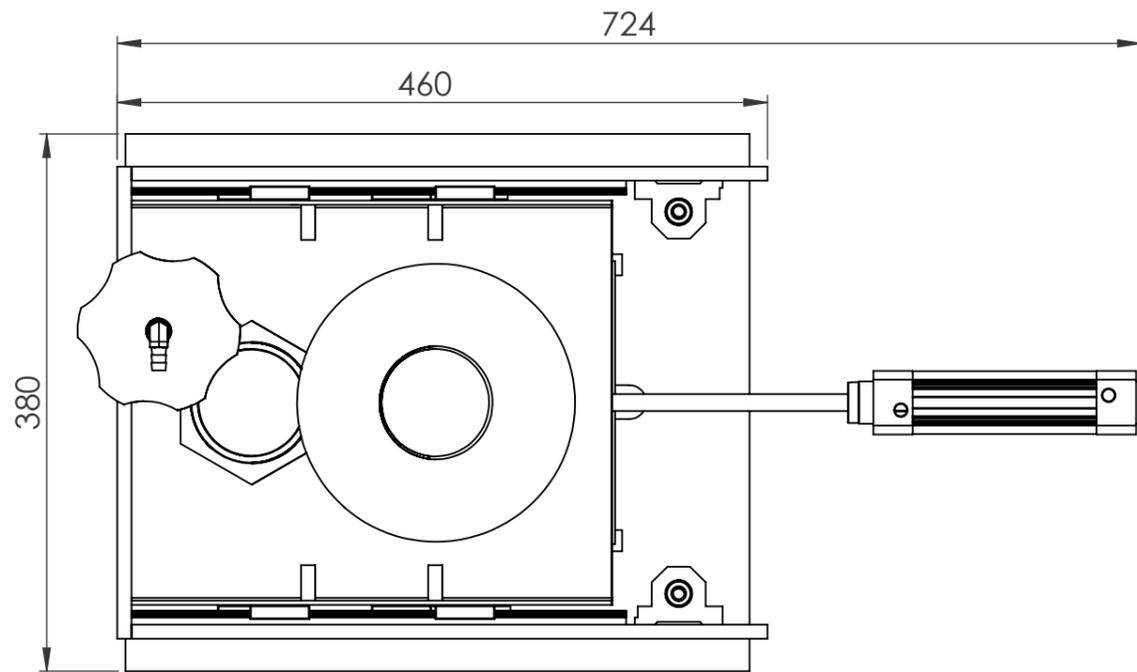
RAÚL SALMERÓN MATEO

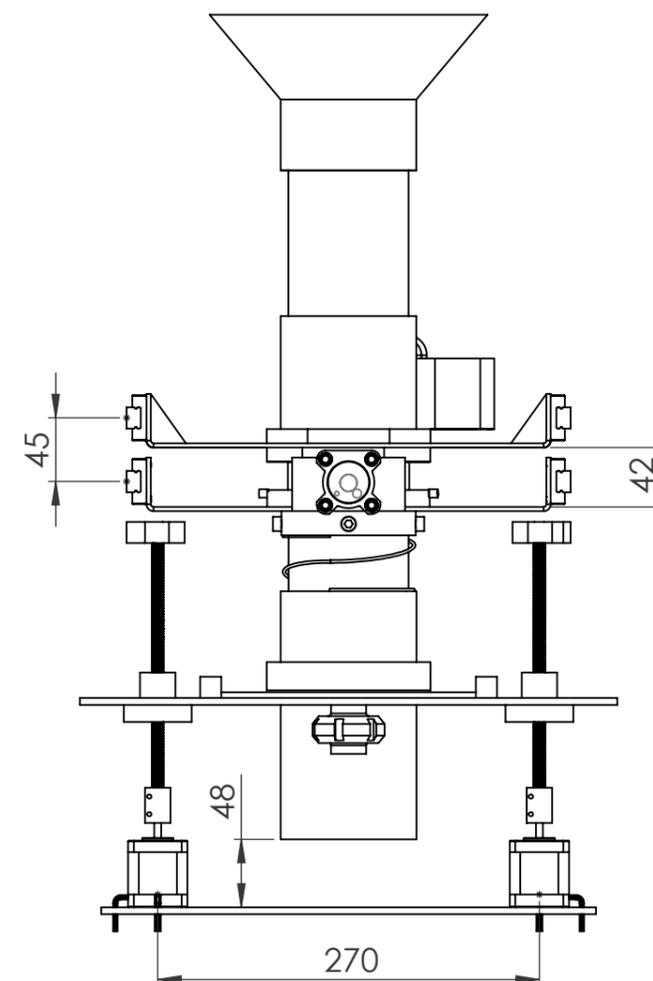
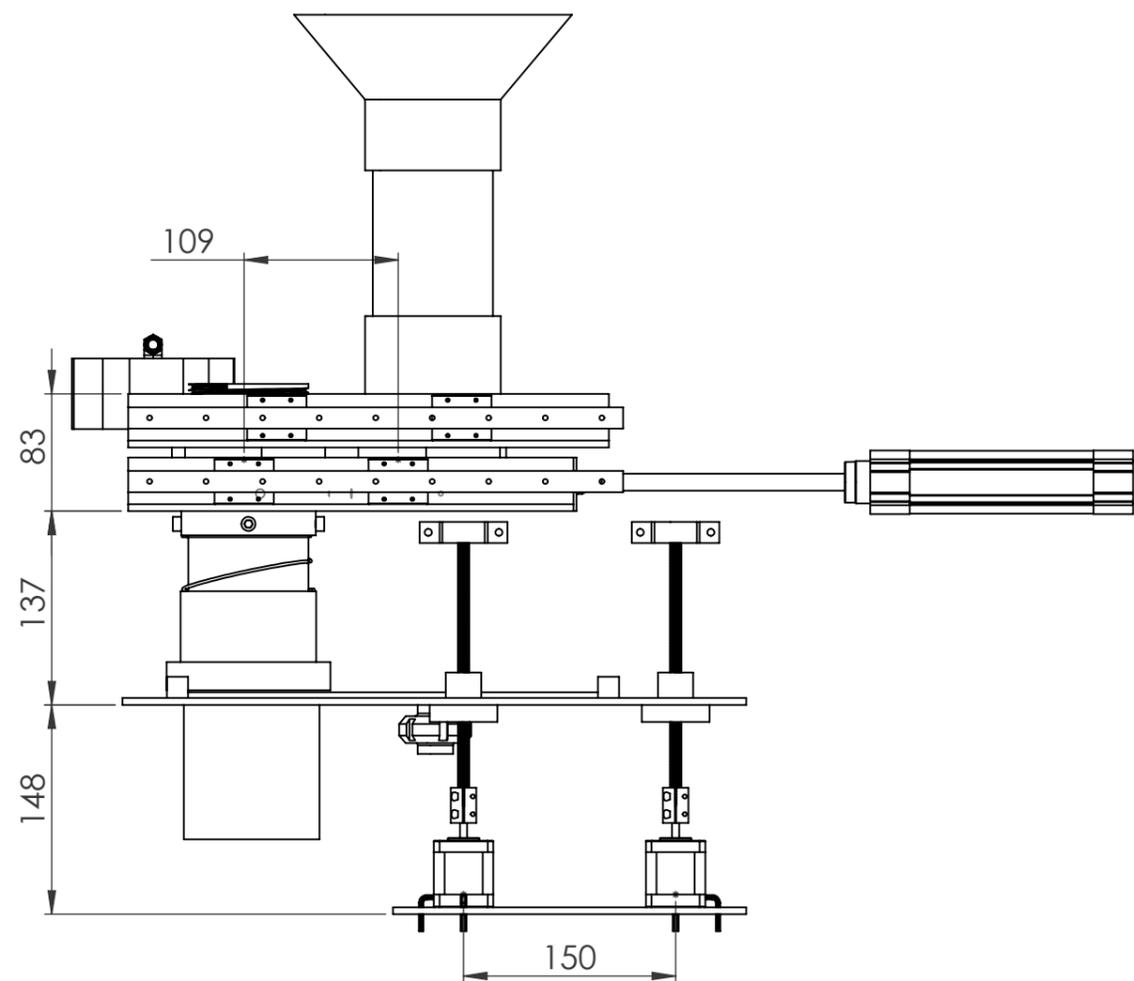
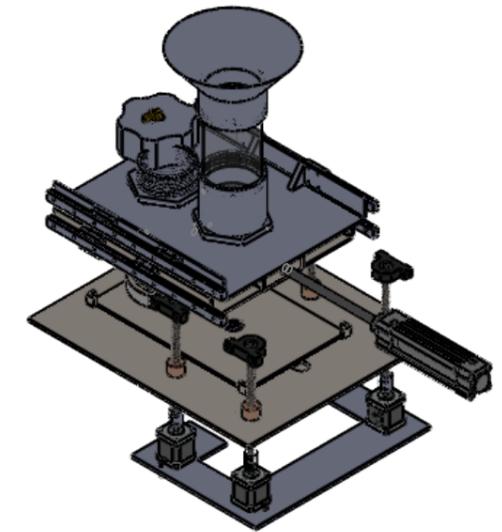
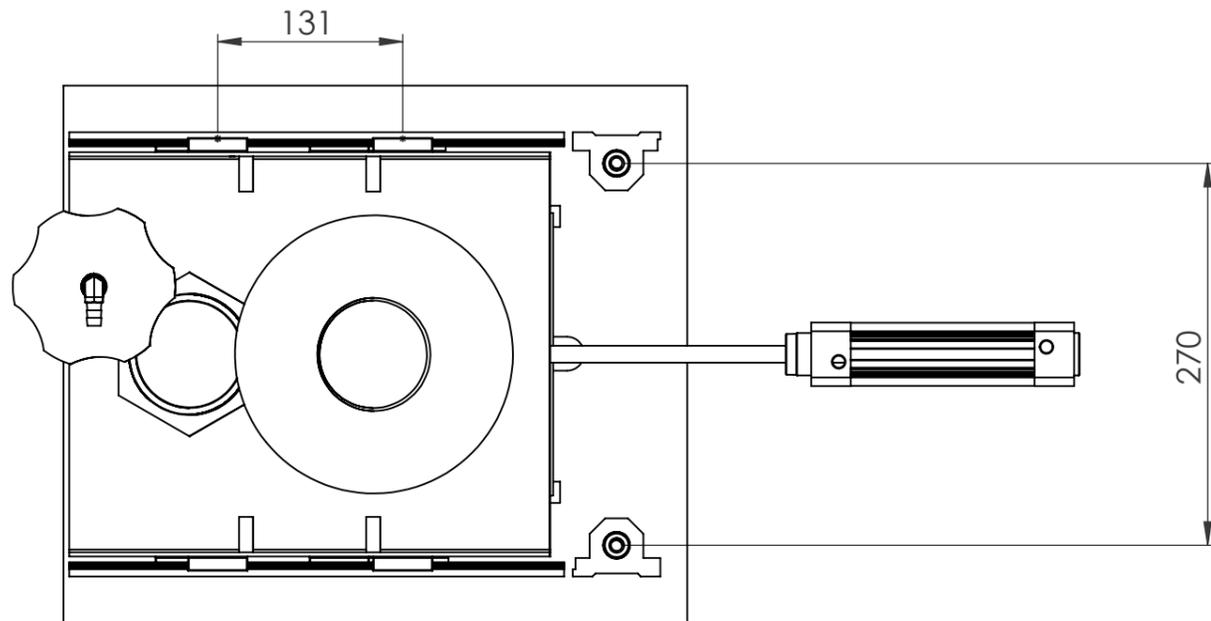
ESCALA:

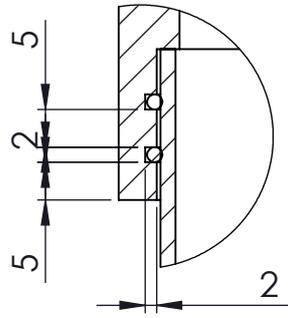
1/5



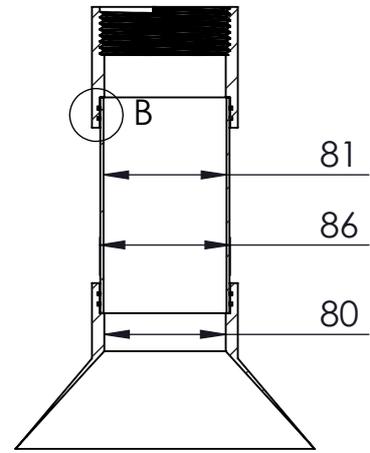
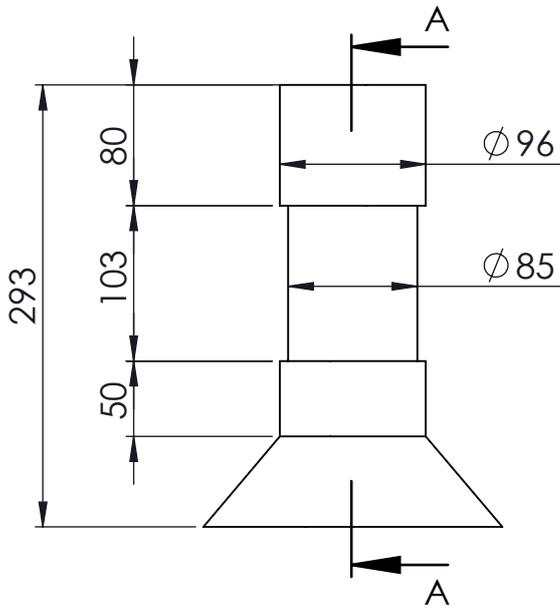
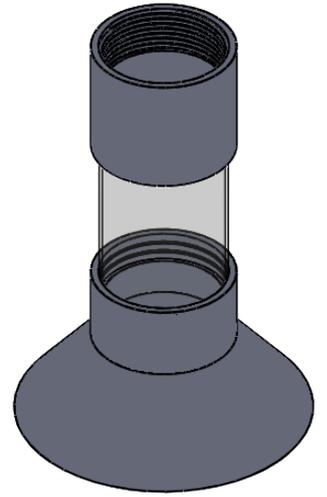
N	DESCRIPCION	UDS.	N	DESCRIPCION	UDS.
1	TUBO DE PRECARGA	1	25	CHAPA NEMA	1
2	SOPORTE SENSOR	1	26	TORNILLO M4 (S.SENSOR)	4
3	SENSOR FOTOELECTRICO OBE12M-R100-S2EP-IO- V31	4	27	TUERCA M4 (S.SENSOR)	4
			28	TORNILLO ALLEN M4 (GUIA)	36
4	TAPA DE ENTRADA DE AIRE COMPRIMIDO	1	29	TORNILLO M2 (PATIN)	32
5	RACOR DE ENTRADA DE AIRE COMPRIMIDO	1	30	TORNILLO ALLEN M4 (S. HUSILLO)	8
			31	TUERCA PASATABIQUES	2
6	PLACA DE GUIAS LATERAL	2	32	TORNILLO ALLEN M3 (ACOPLE PASATABIQUES)	8
7	PLACA DE GUIAS FRONTAL	1		33	TORNILLO ALLEN M6 (VASO DOSIFICADOR)
8	GUIA LM SR-MSW	4	34	TORNILLO ALLEN M4 (TUERCA HUSILLO)	24
9	PATIN	8		35	TORNILLO ALLEN M3 (ACOPLE RIGIDO 5X8)
10	SOPORTE DE HUSILLO SFA/SLA	4	36	TUERCA M10 (CILINDRO NEUMATICO)	2
11	CHAPA PASATABIQUES	1			
12	PASATABIQUE	2			
13	ACOPLE ESTANCO PASATABIQUES	2			
14	CILINDRO NEUMATICO FESTO ADN -20-130-ELB-I- P-A	1			
15	CHAPA VASO DOSIFICADOR	1			
16	VASO DOSIFICADOR	1			
17	MUELLE	1			
18	FILTRO ALIMENTARIO	1			
19	CHAPA EXTRAIBLE	1			
20	CHAPAINFERIOR MOVIL	1			
21	HUSILLO	4			
22	TUERCA HUSILLO	4			
23	ACOPLE RIGIDO 5X8	4			
24	MOTOR NEMA 1703HS168A	4			



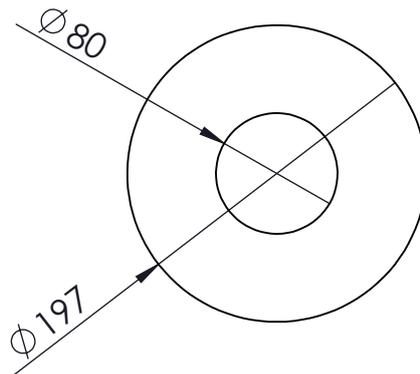




DETALLE B
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN A-A



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

TUBO DE PRECARGA

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

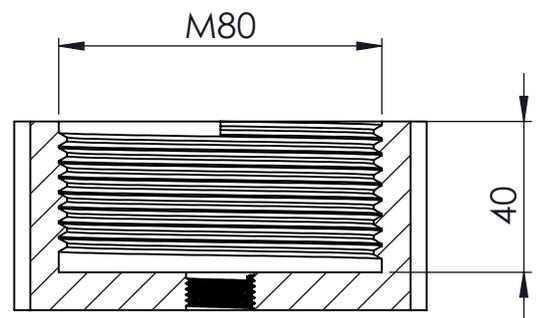
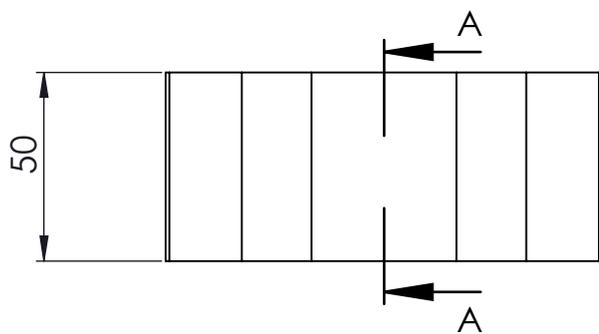
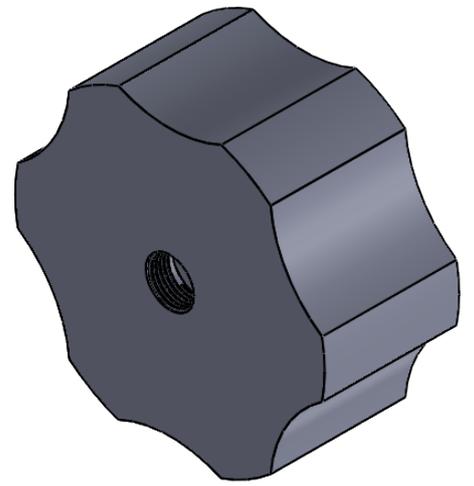
04

AUTOR:

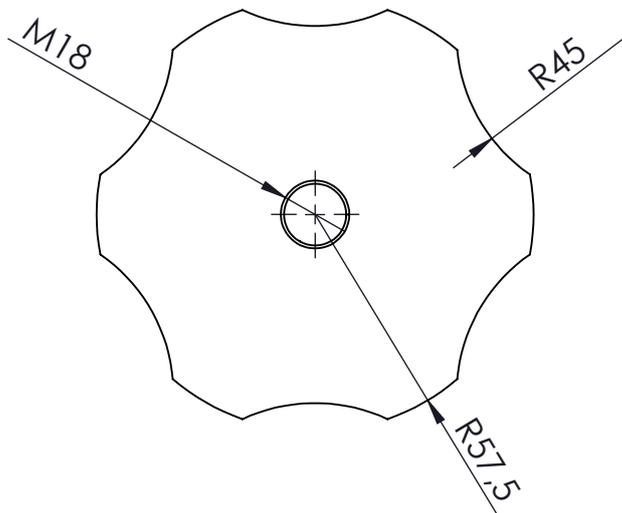
RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



SECCIÓN A-A



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

TAPA DE ENTRADA DE AIRE COMPRIMIDO

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

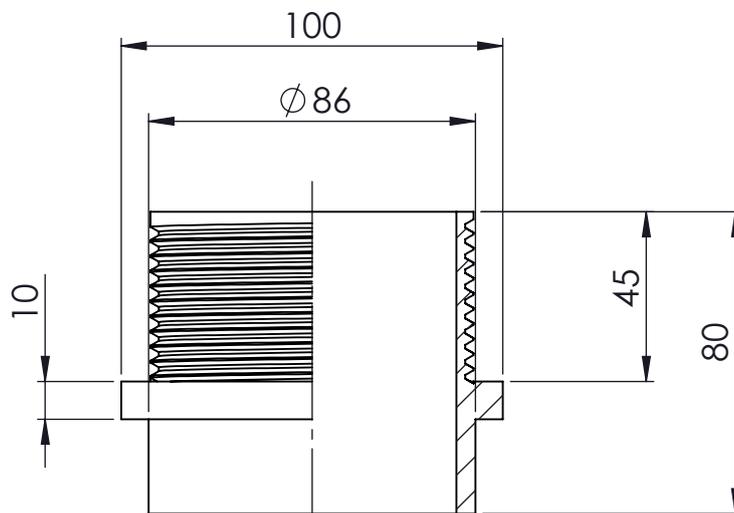
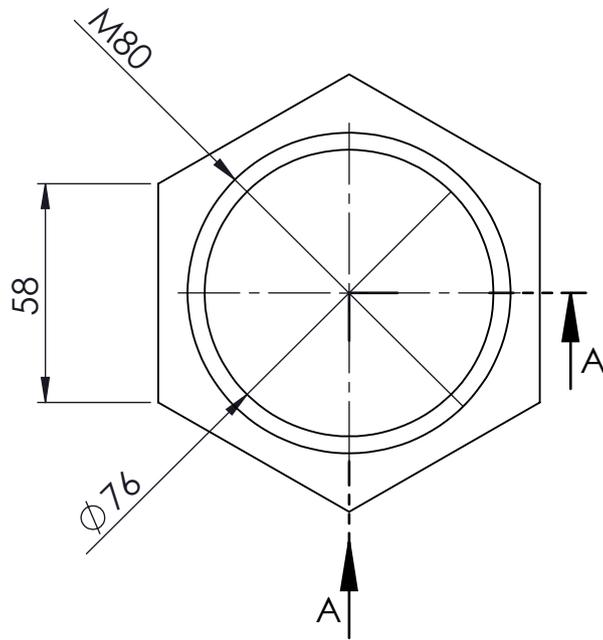
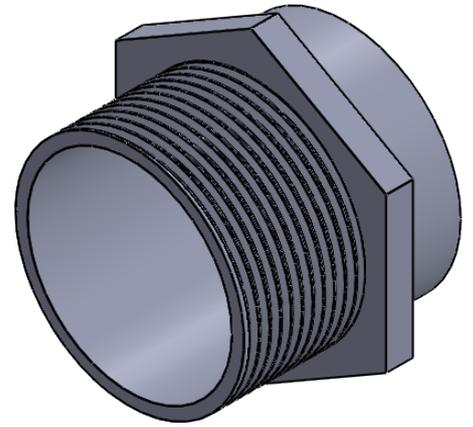
05

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1:2



SECCIÓN A-A

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

PASATABIQUES

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

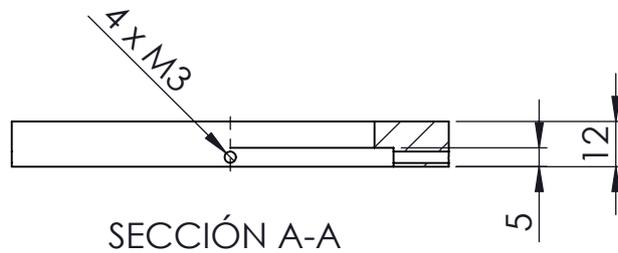
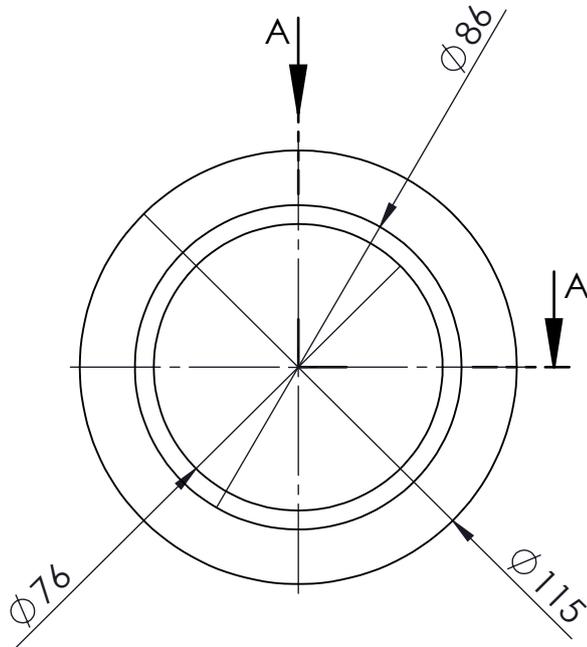
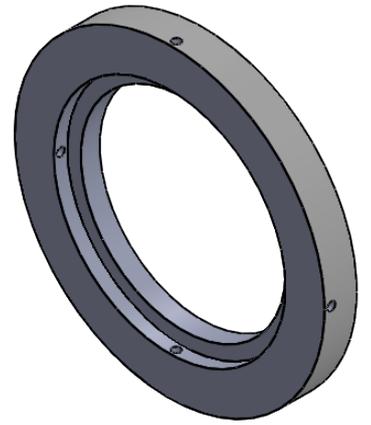
06

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/2



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

ACOPLE ESTANCO DEL PASATABIQUES

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

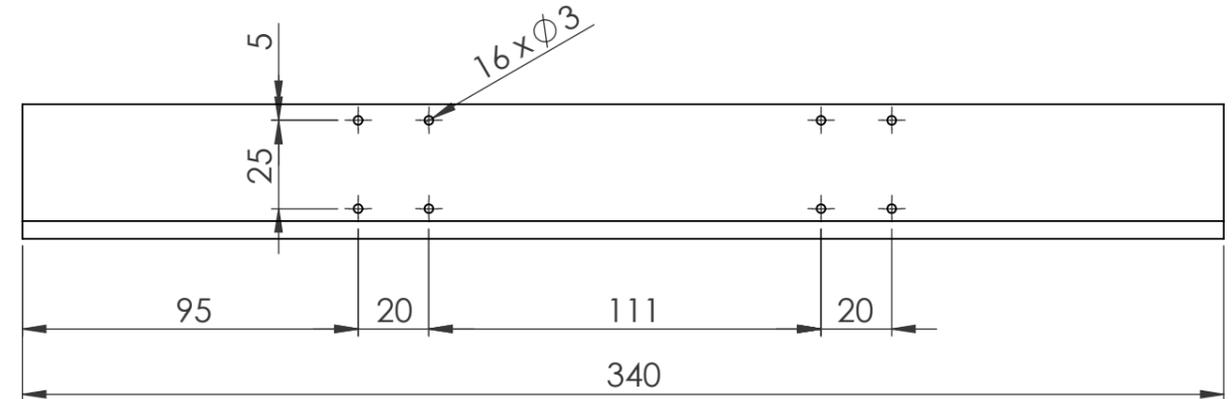
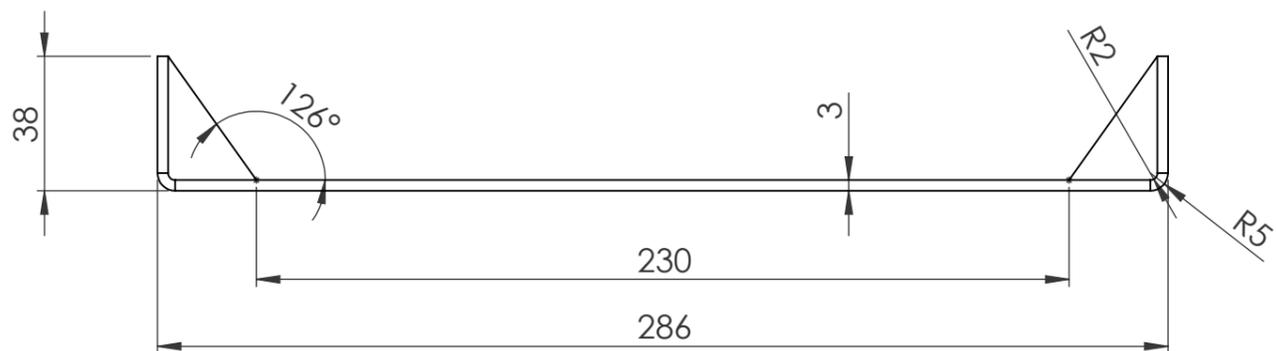
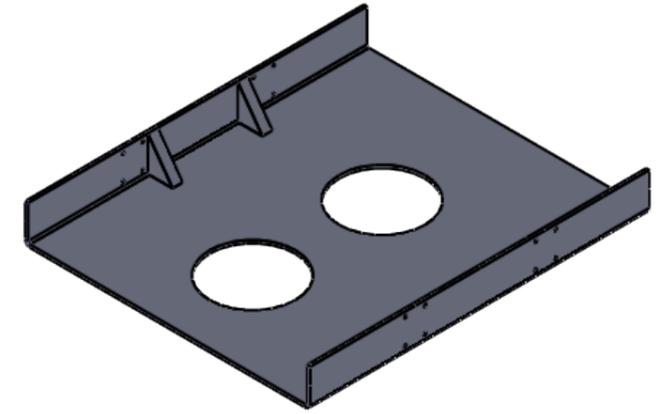
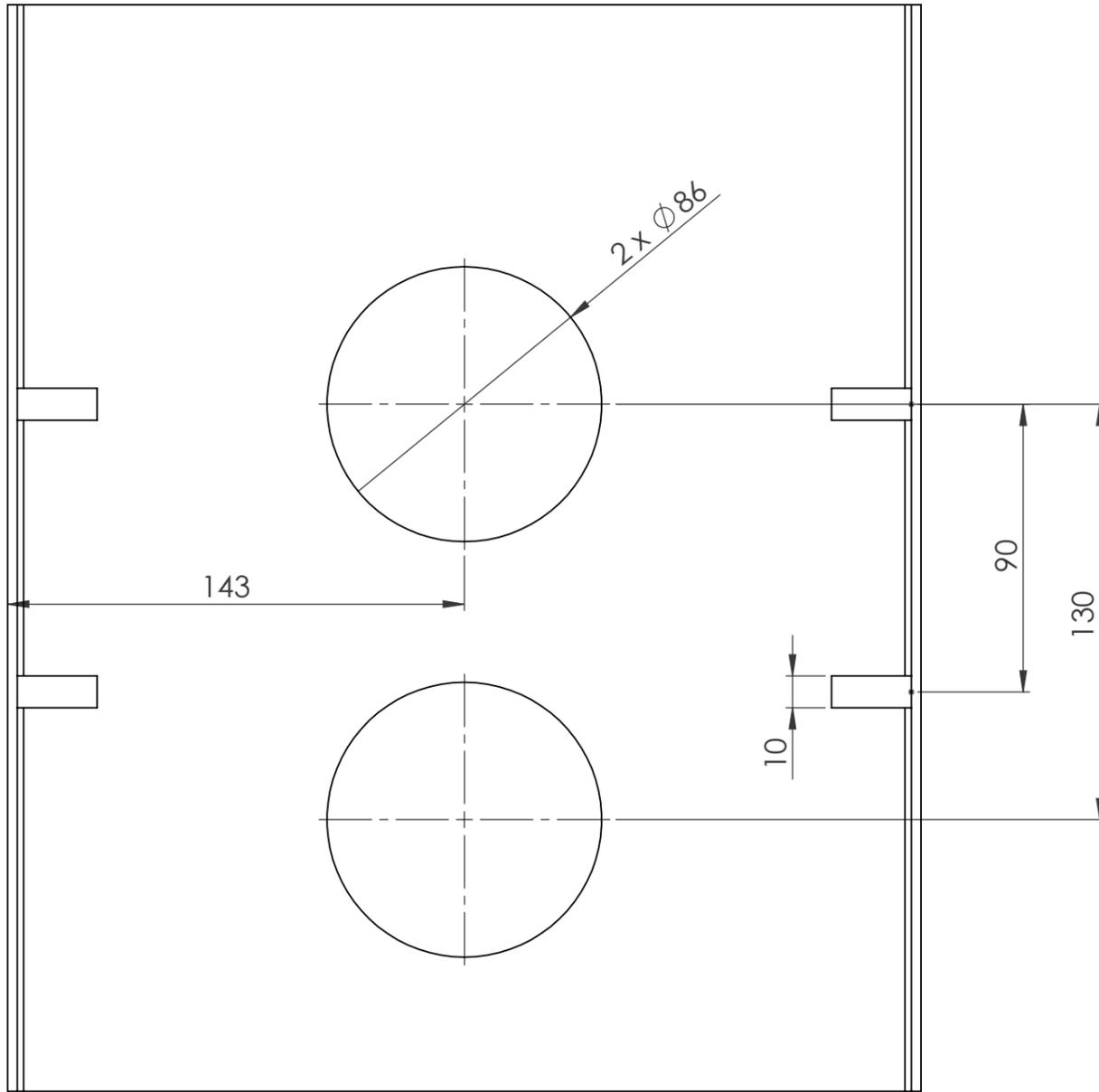
07

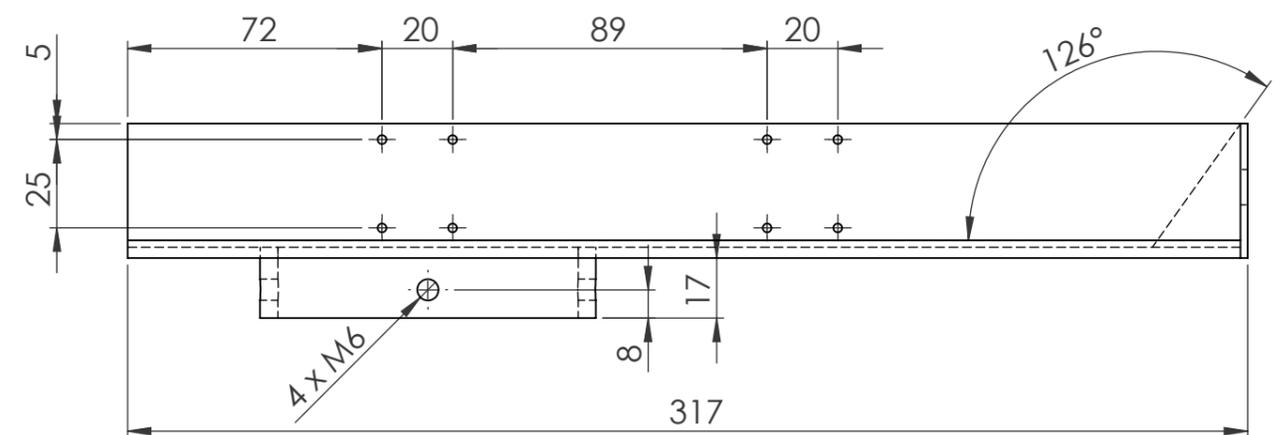
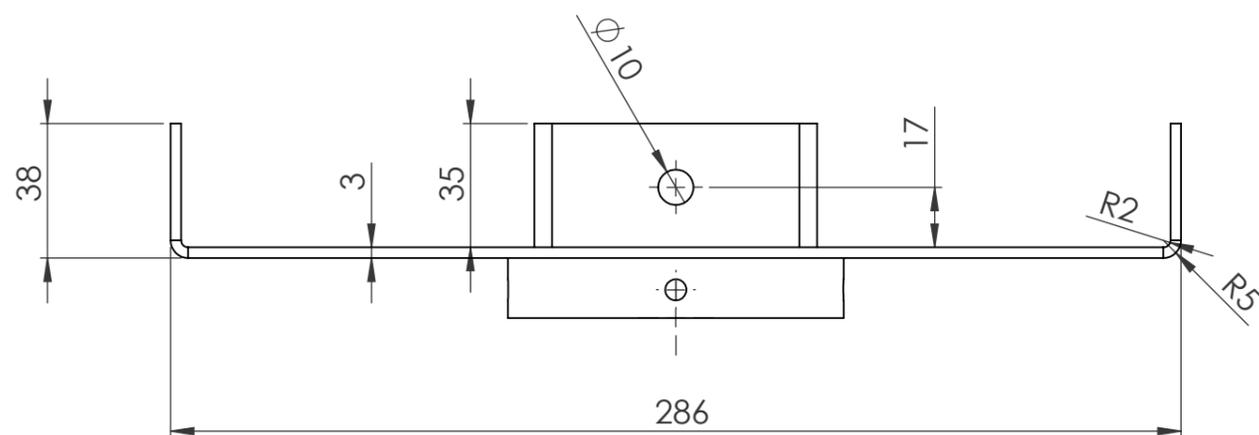
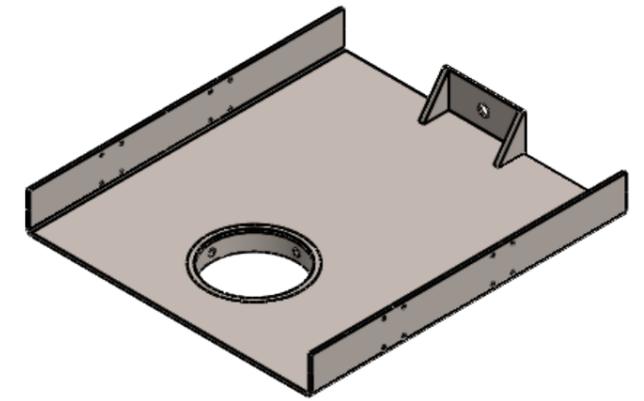
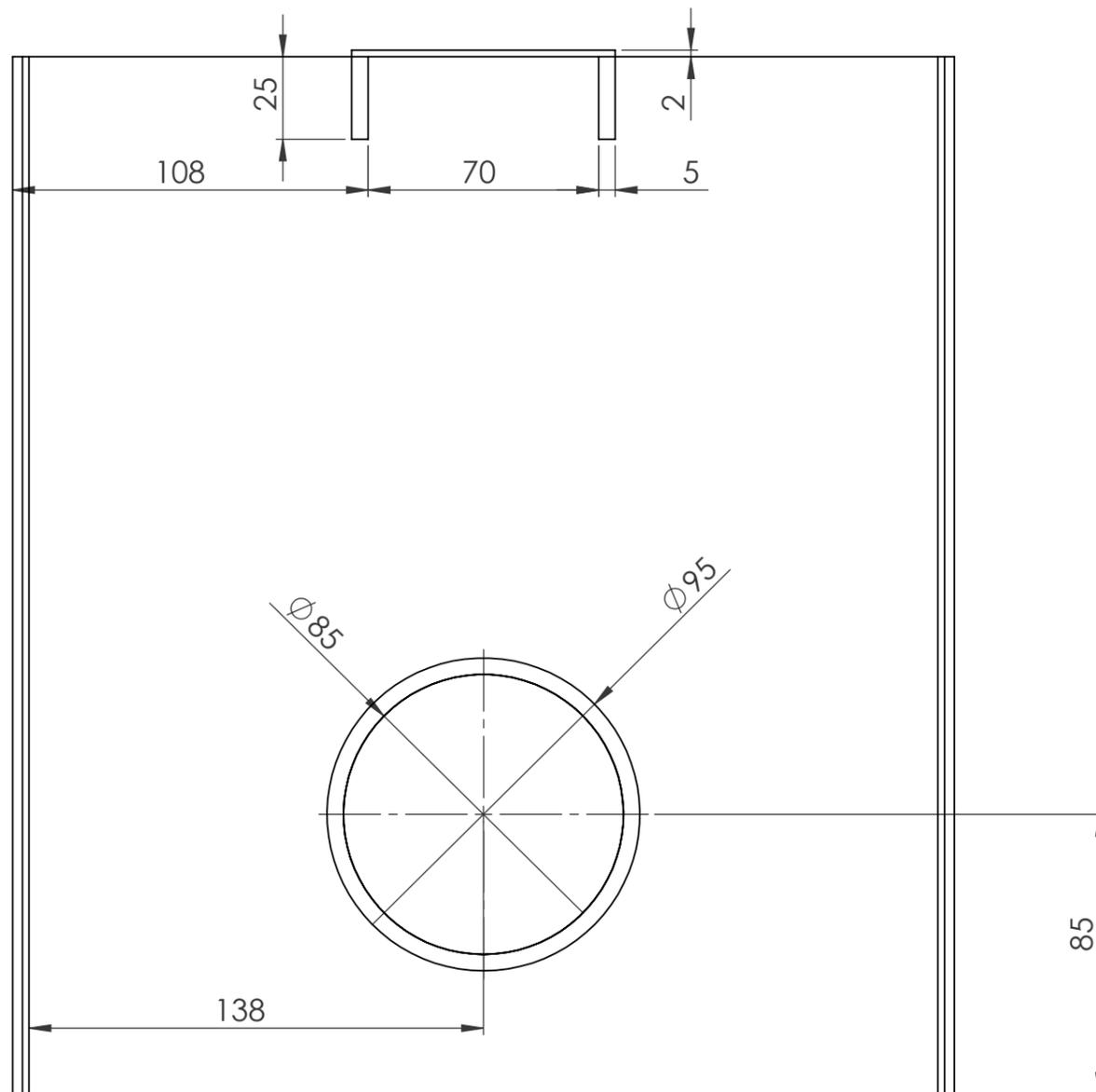
AUTOR:

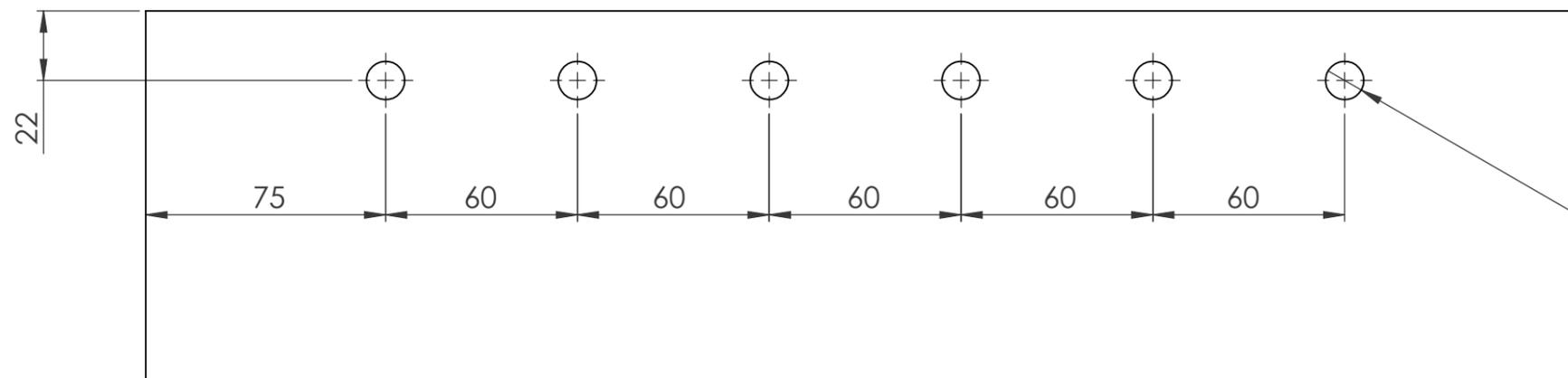
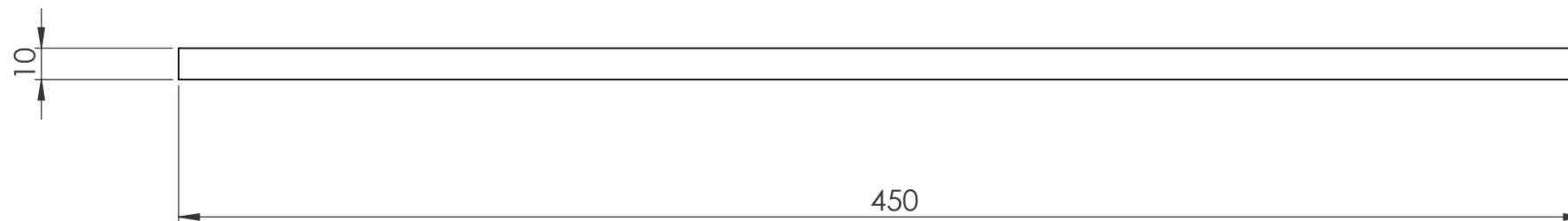
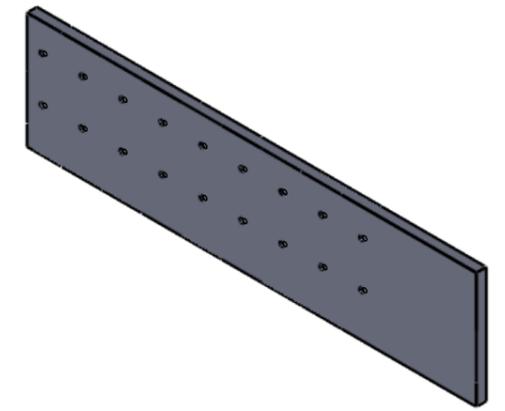
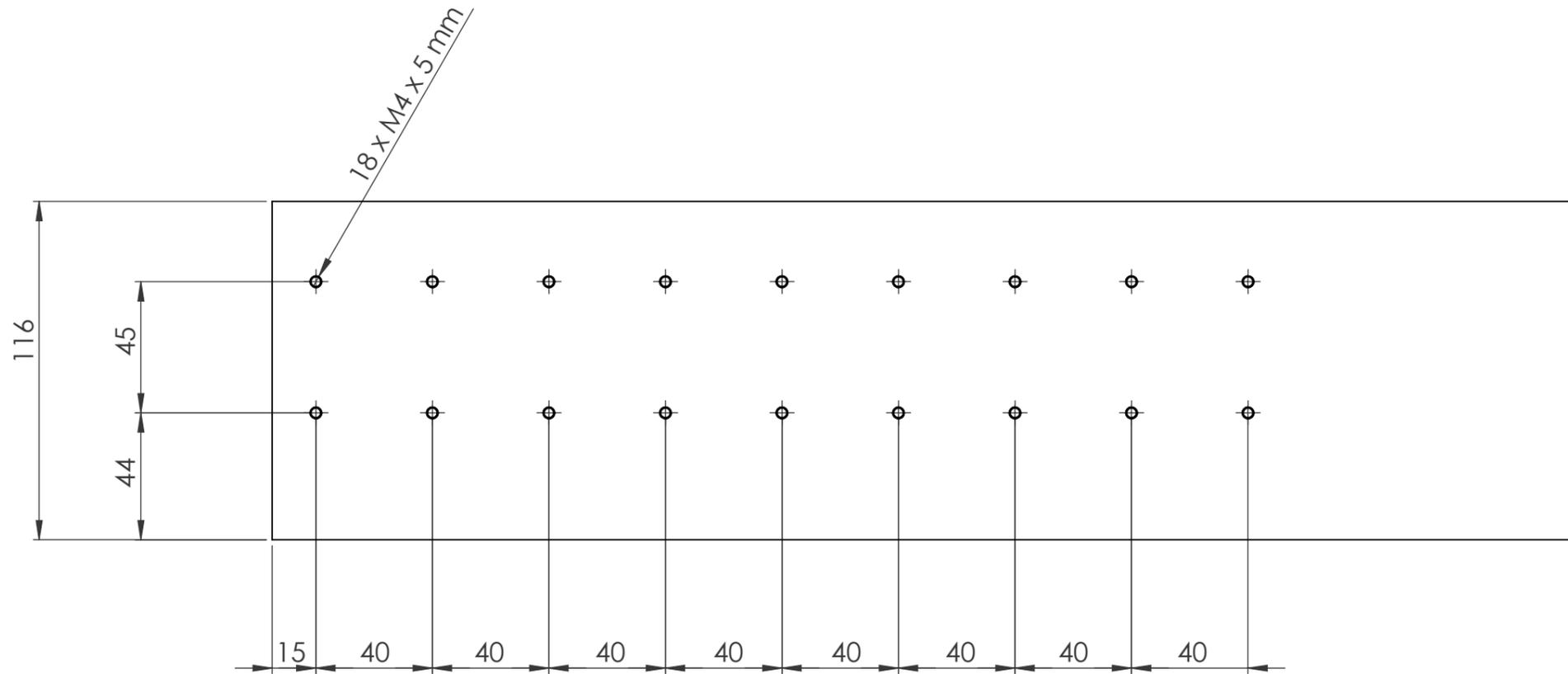
RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

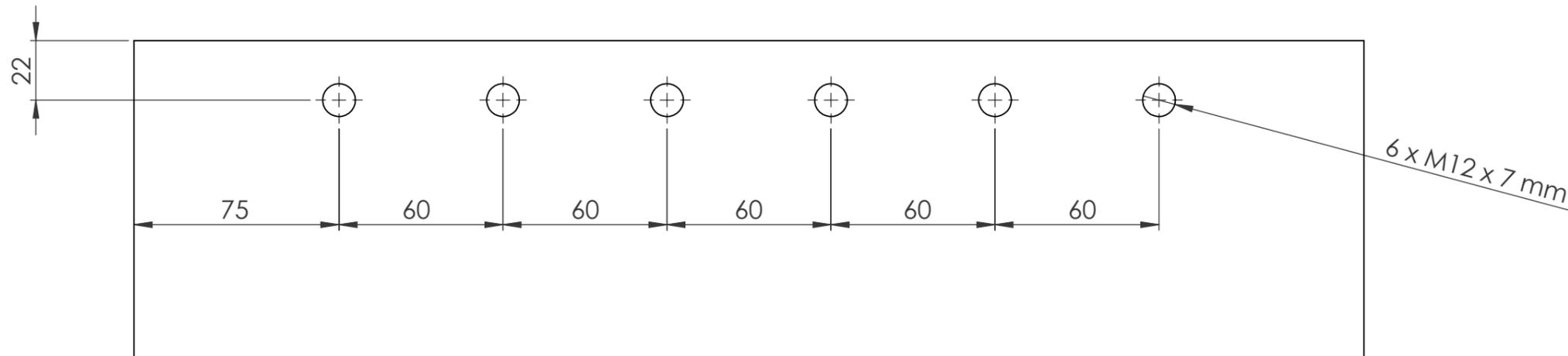
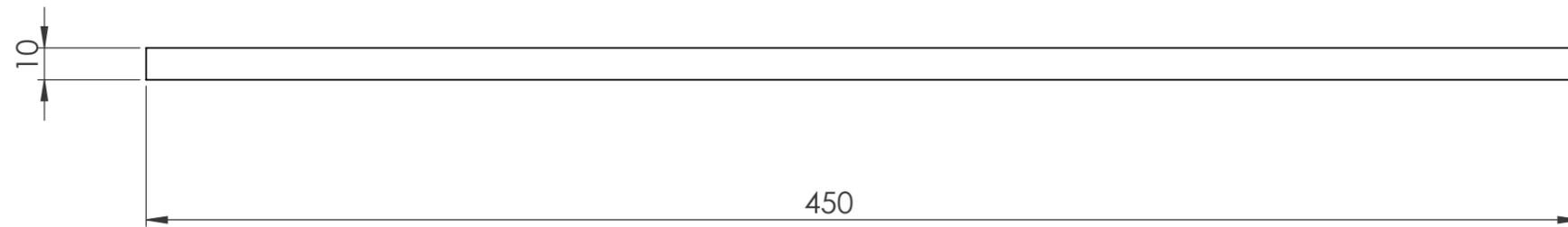
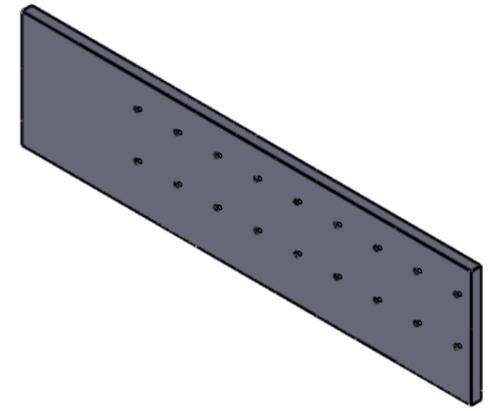
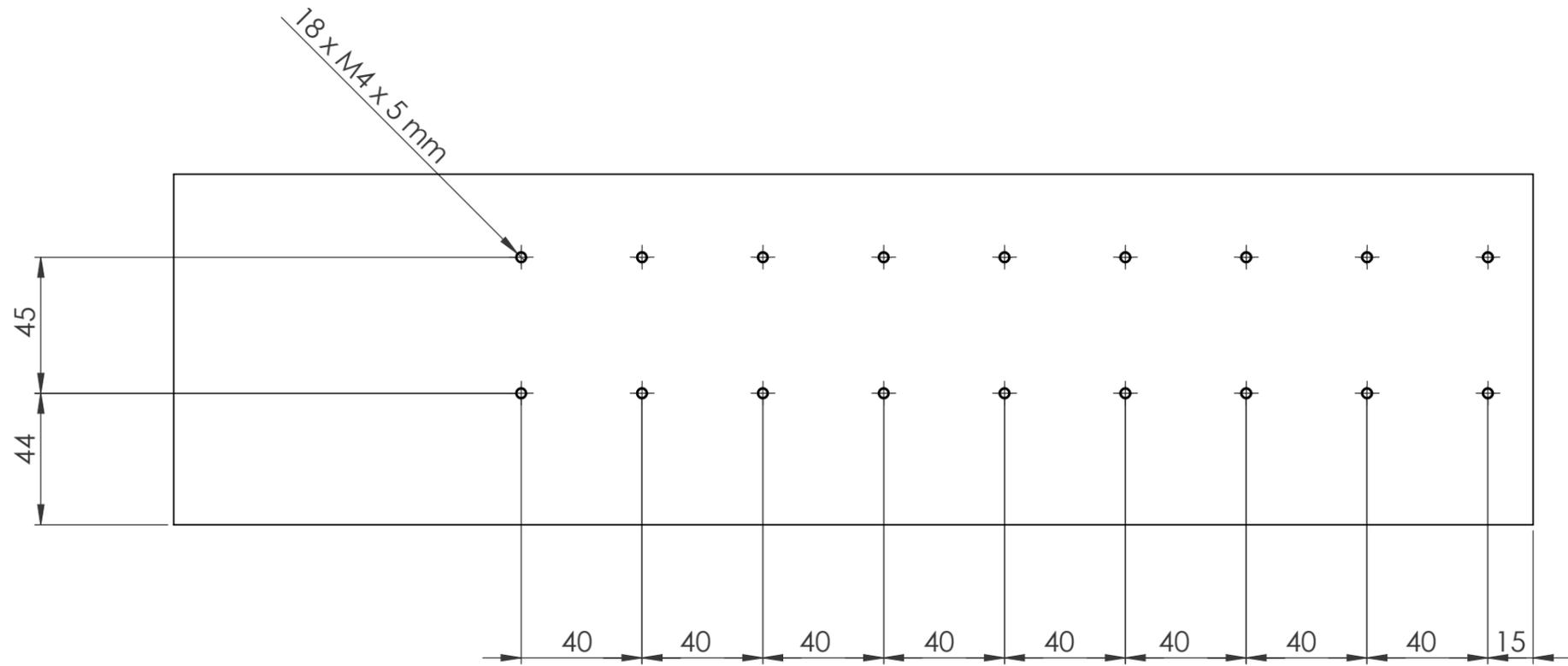
1/2

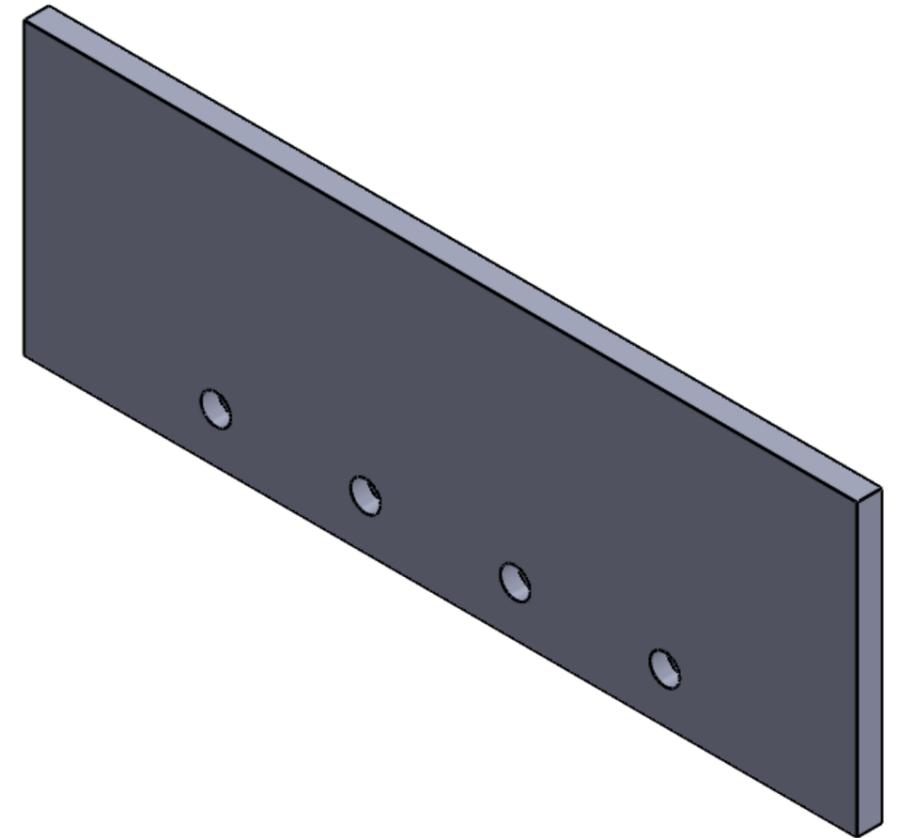
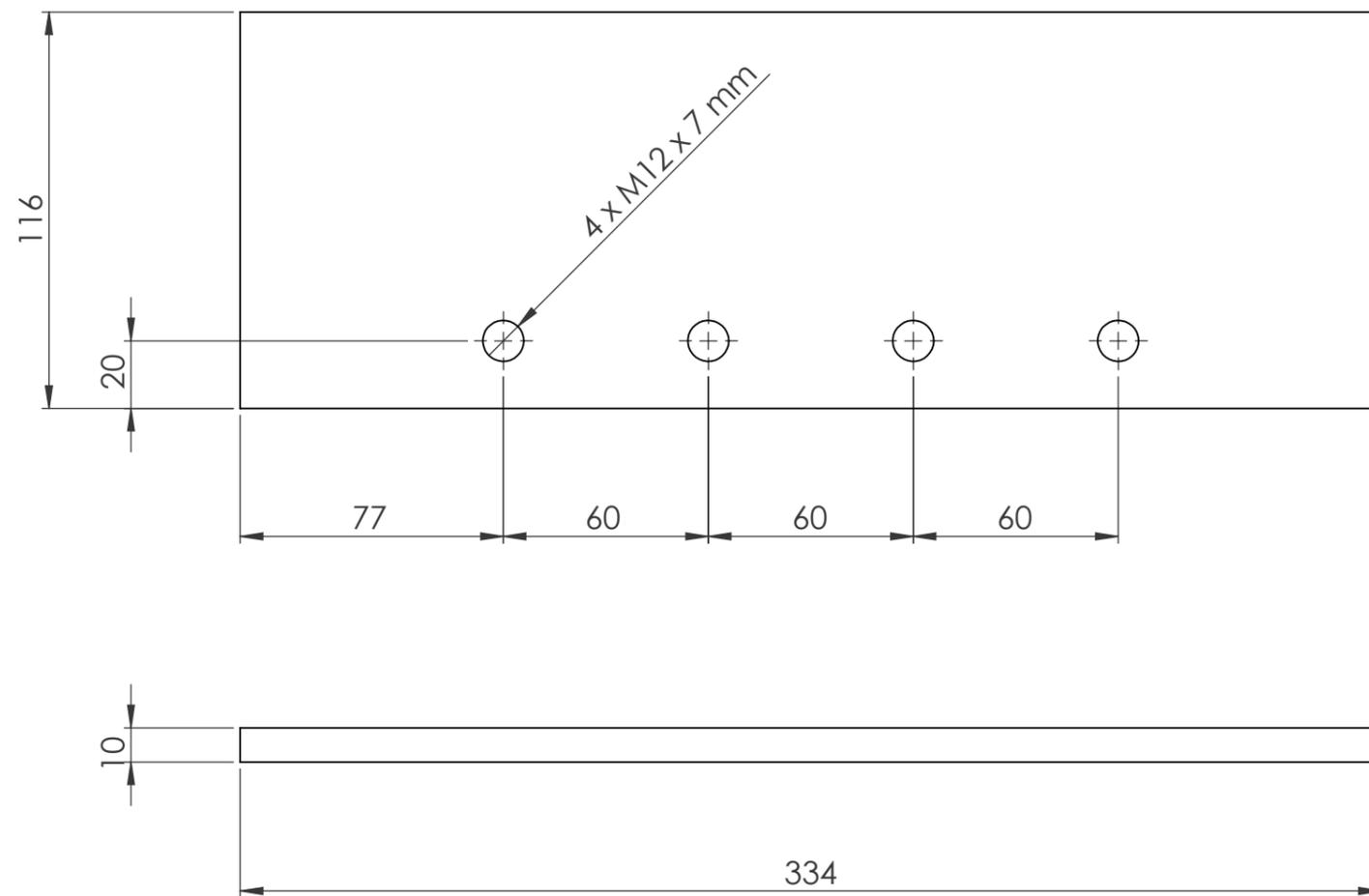


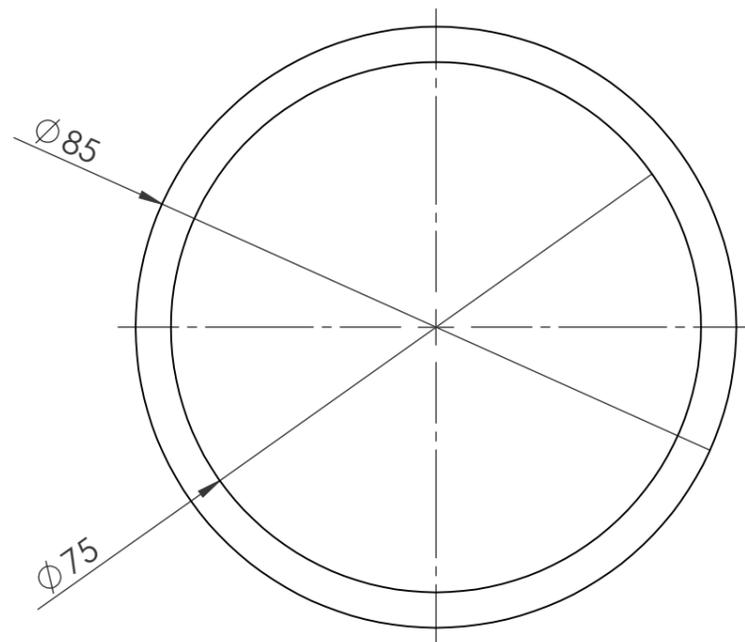
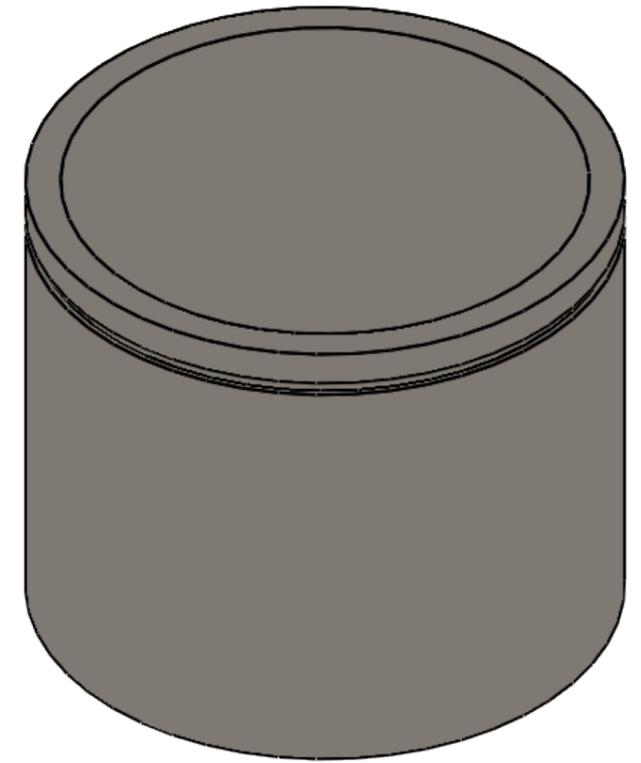
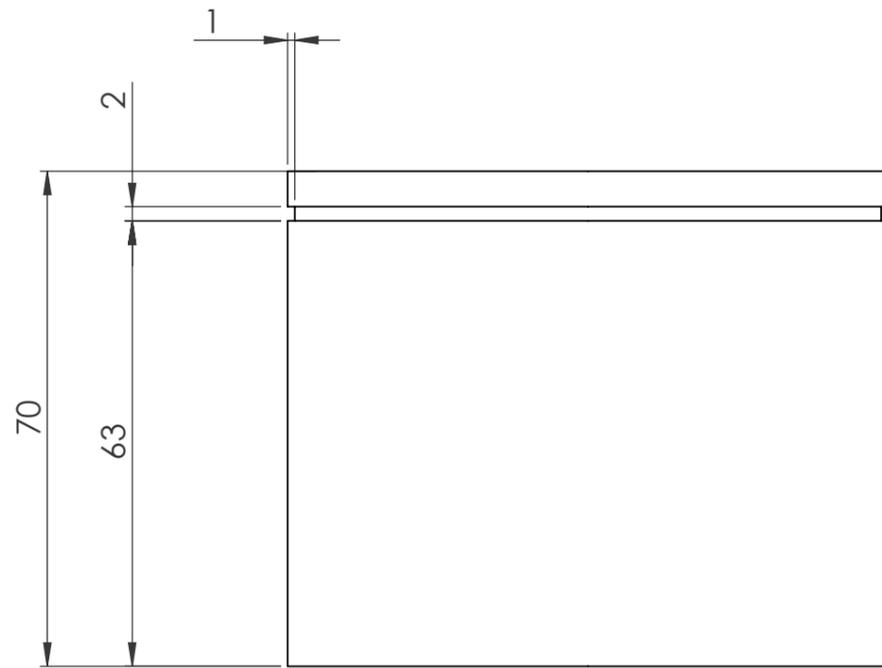


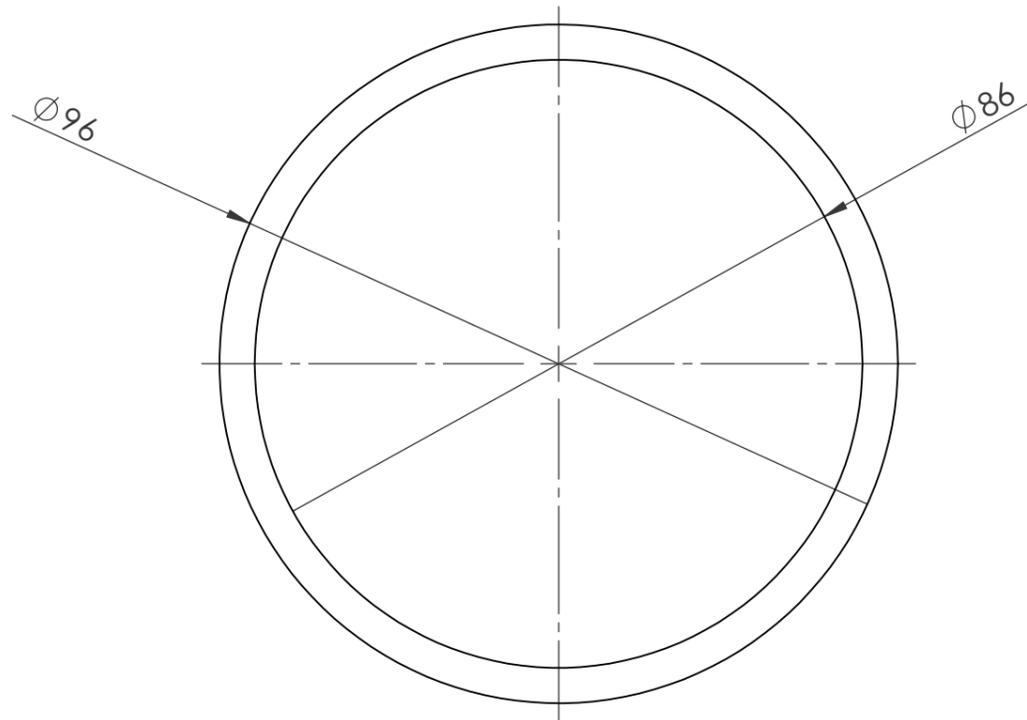
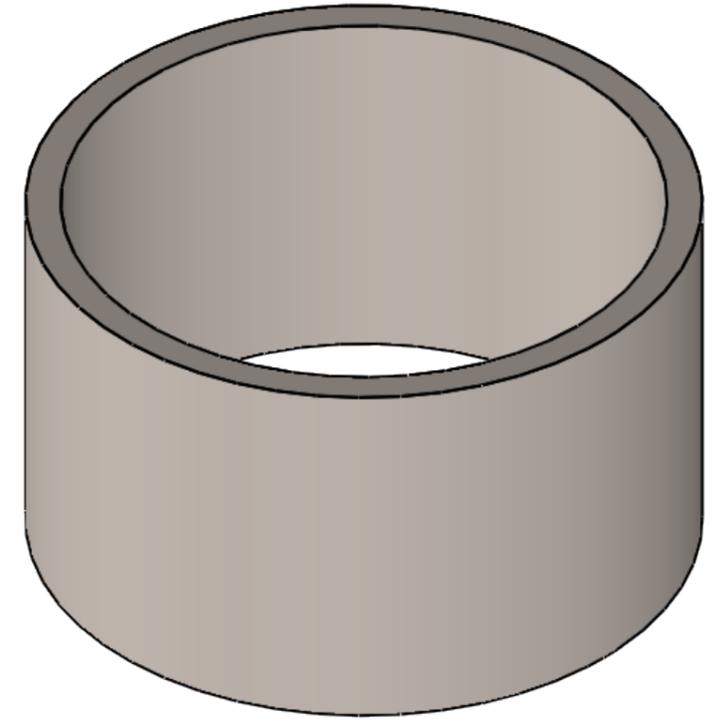


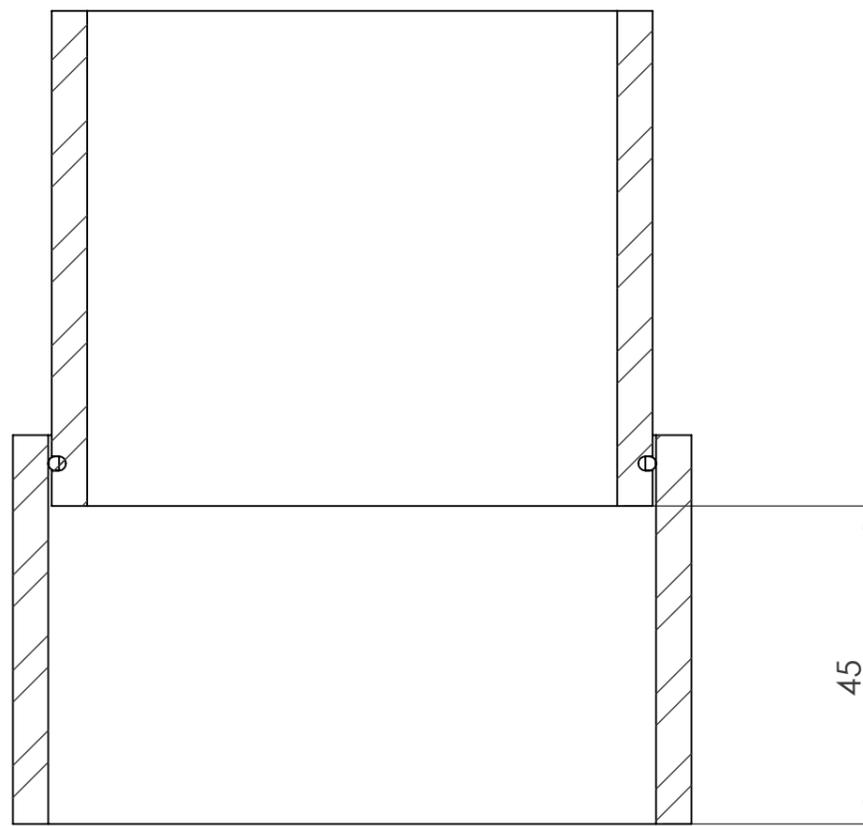
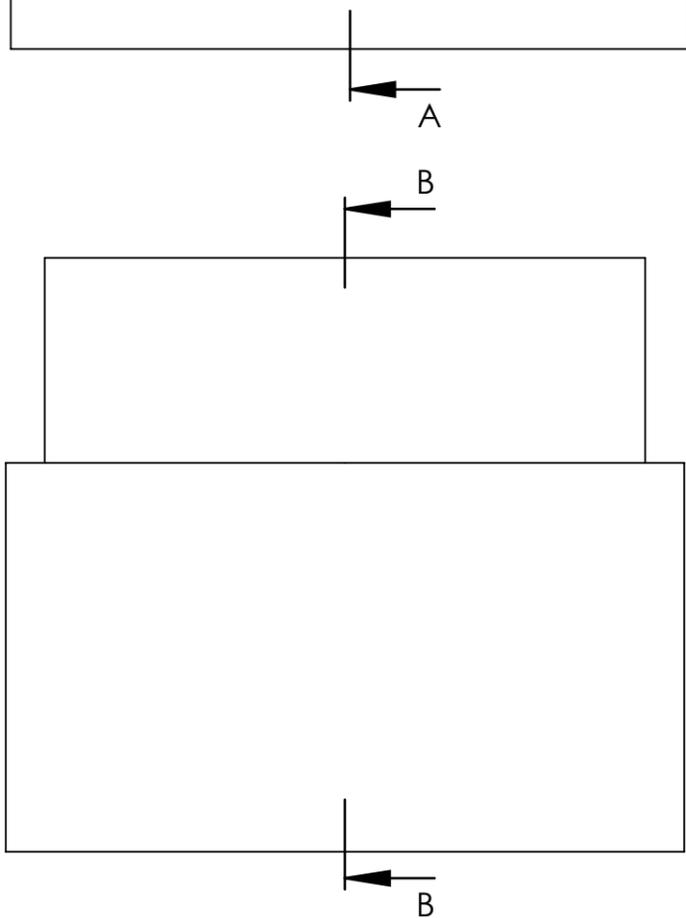
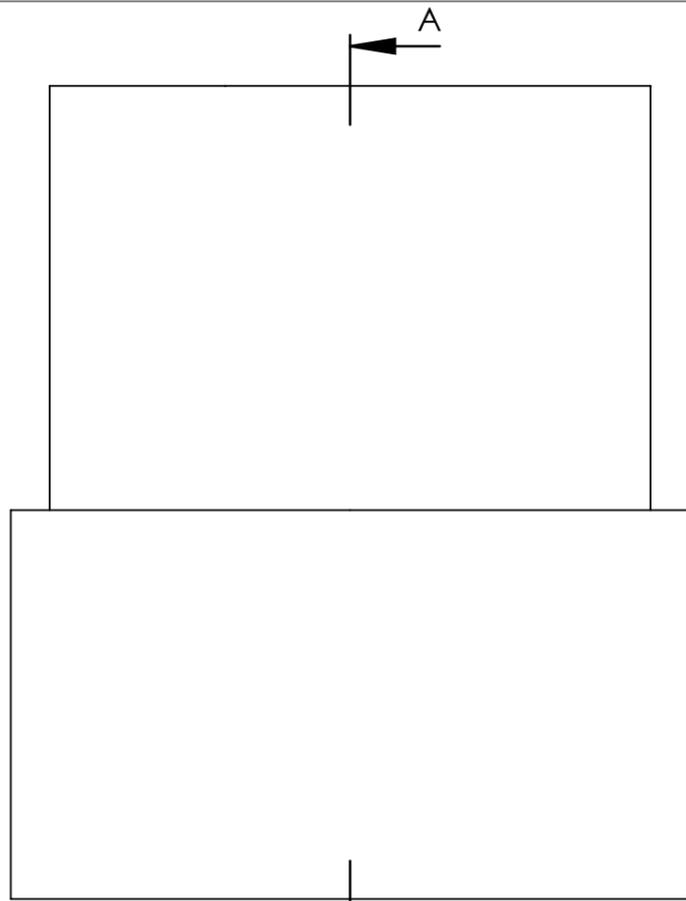
6 x M12 x 7 mm



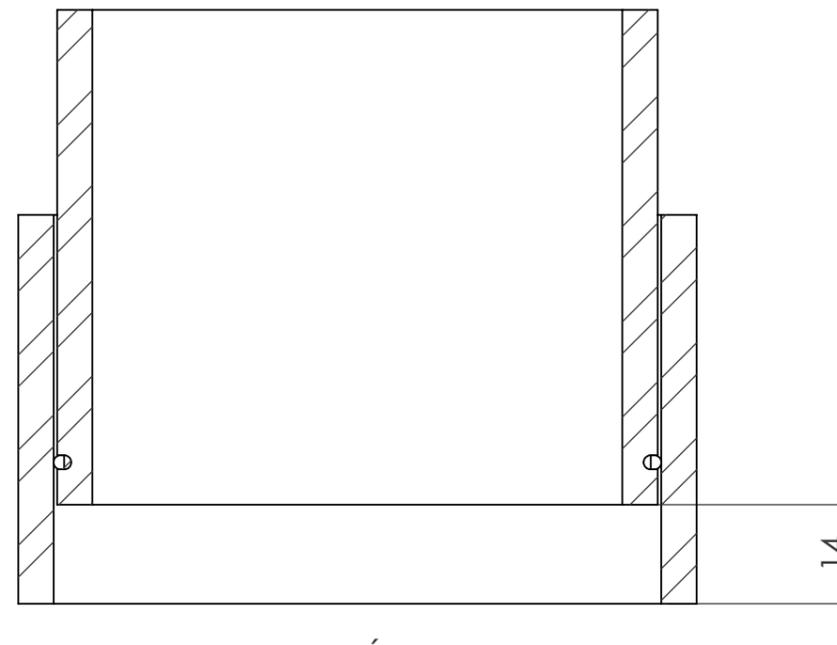




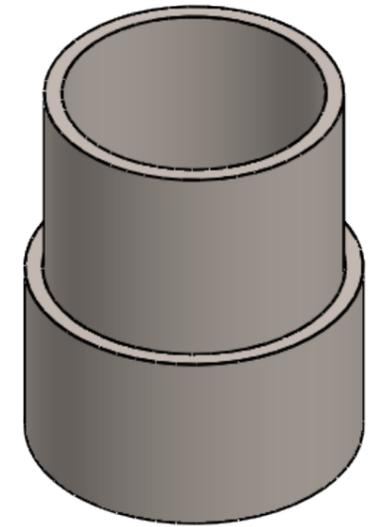


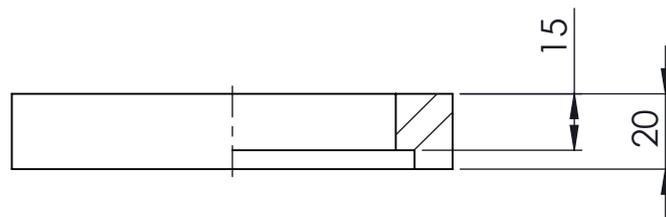
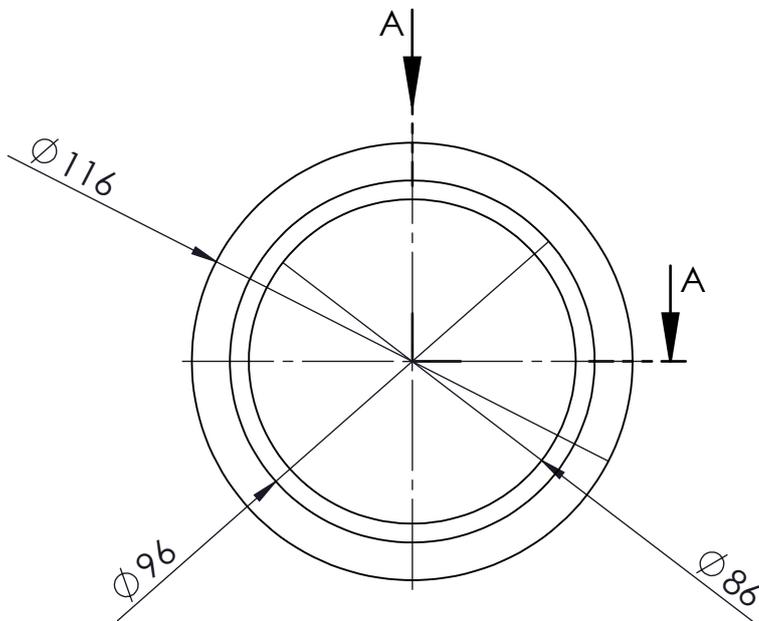
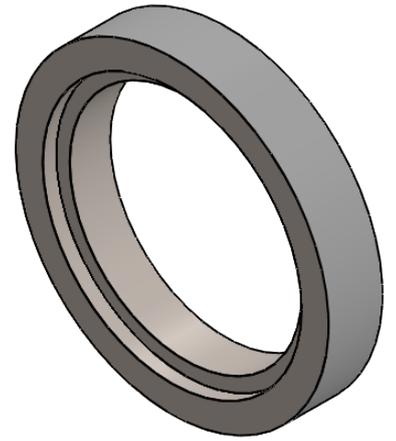


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 1





SECCIÓN A-A

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

BASE ESTANCA DEL VASO DOSIFICADOR

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

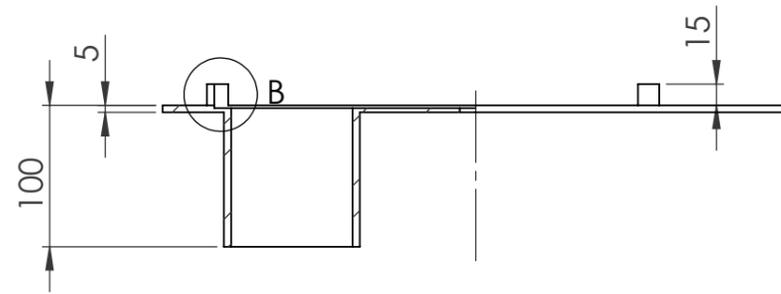
16

AUTOR:

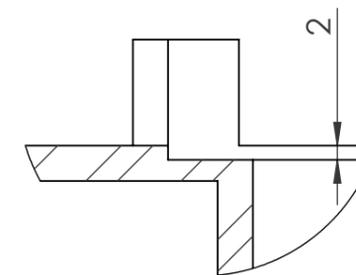
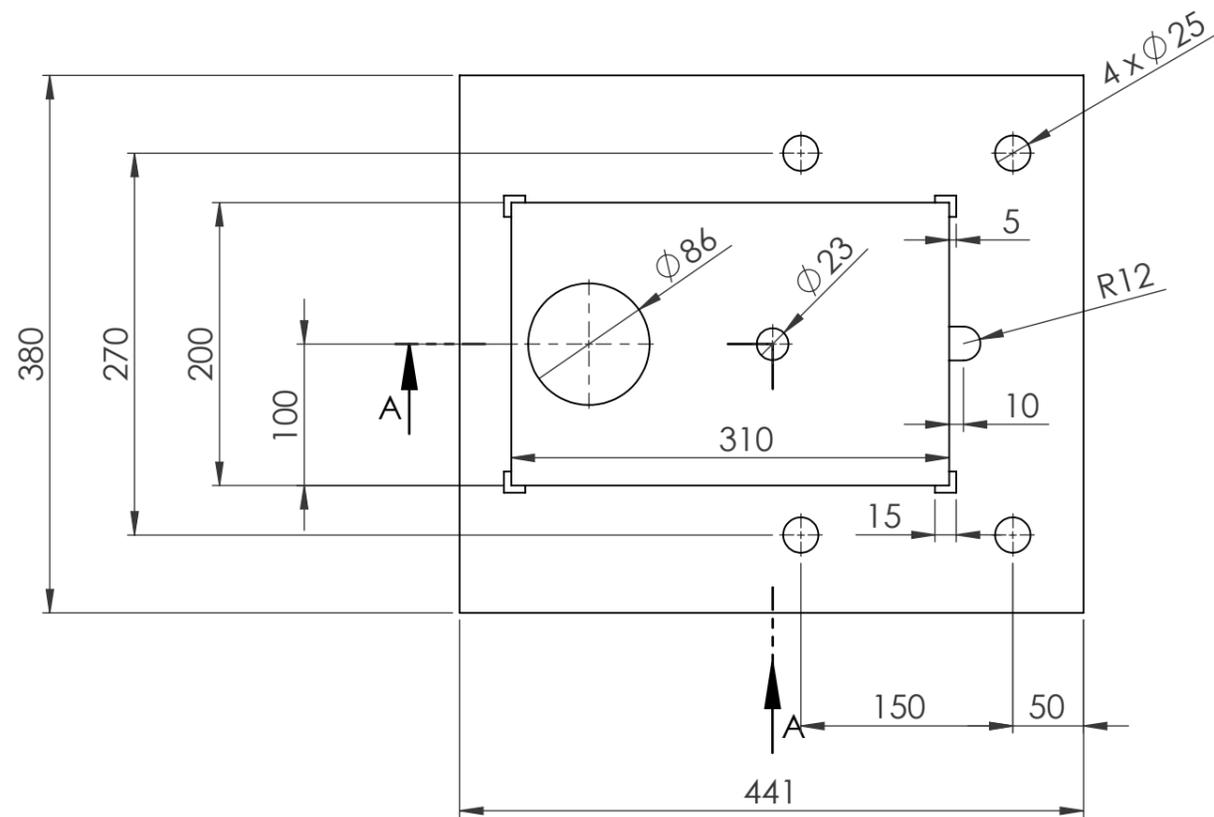
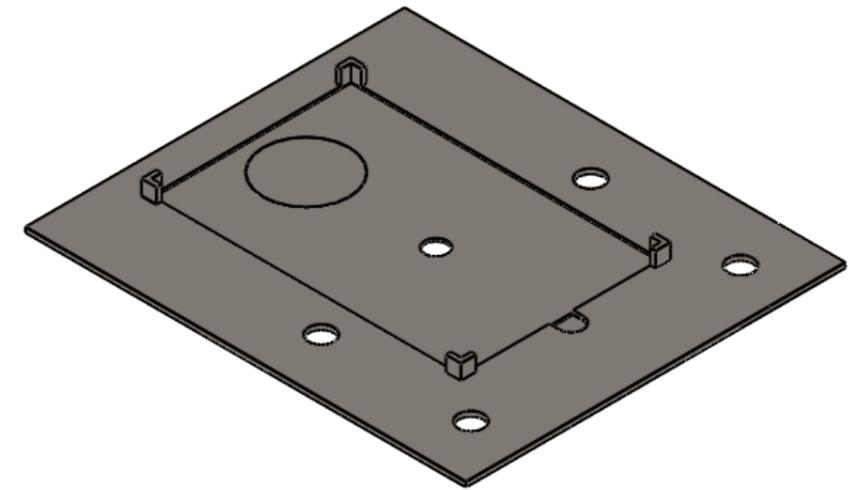
RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

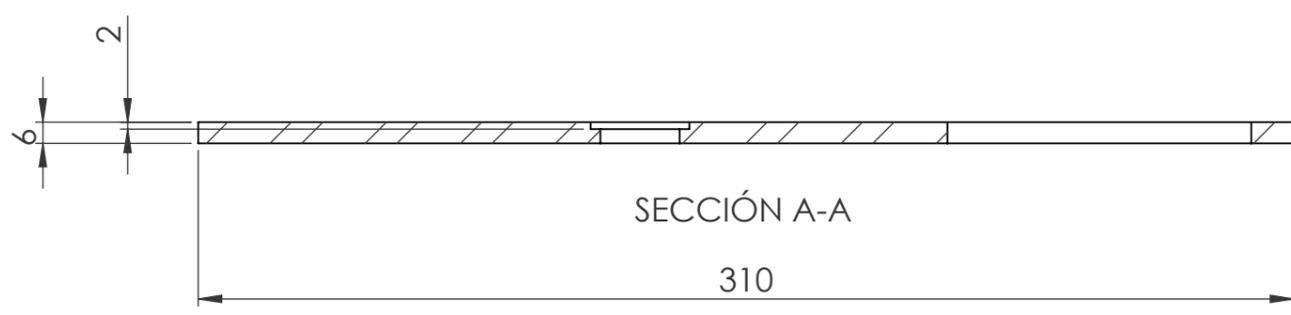
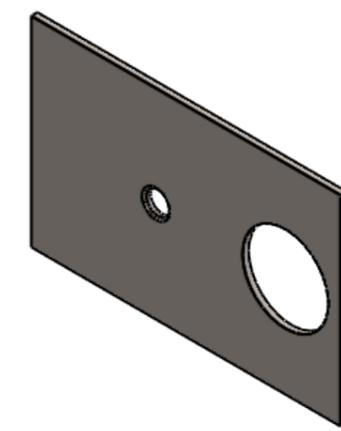
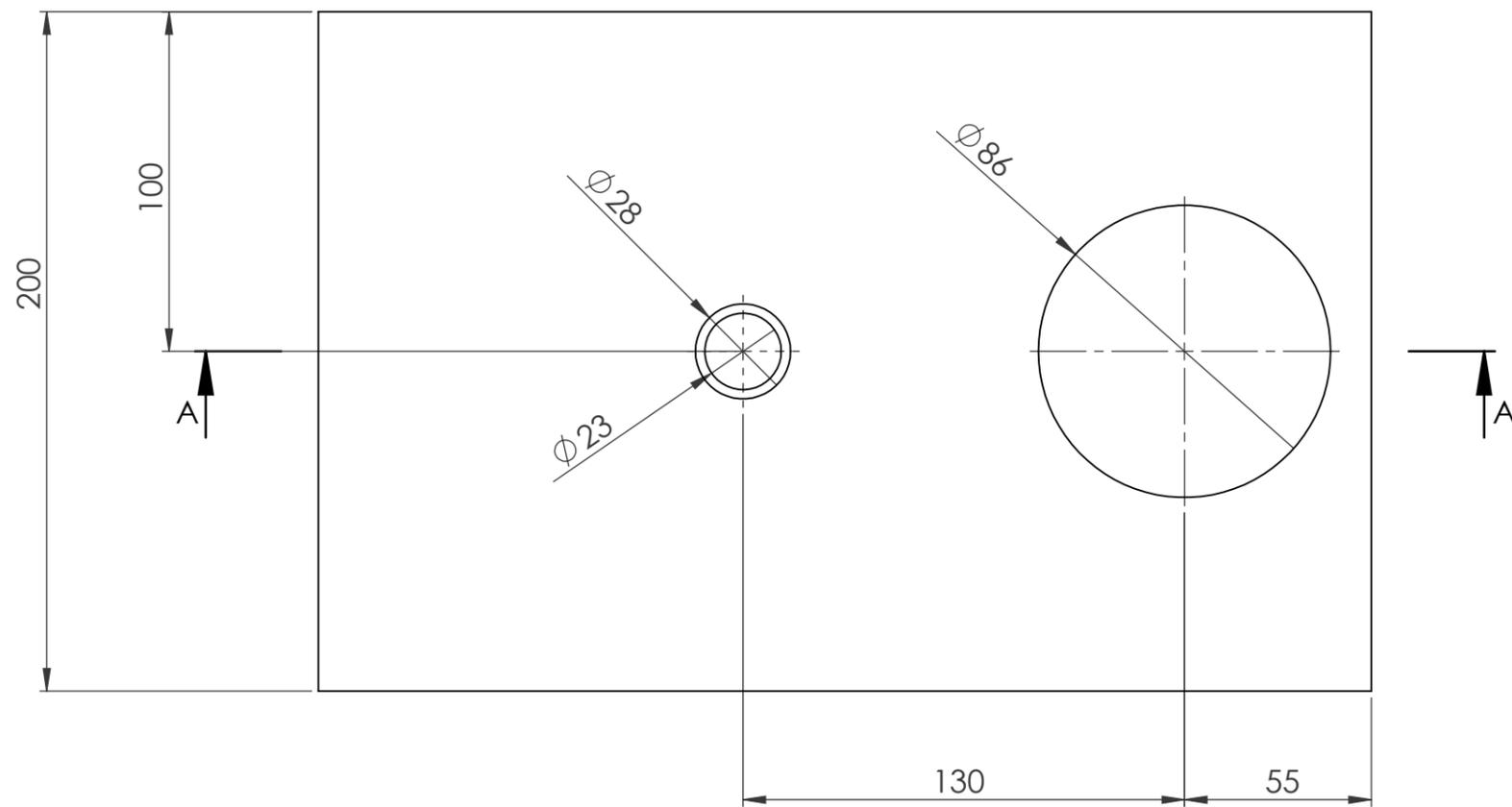
1/2

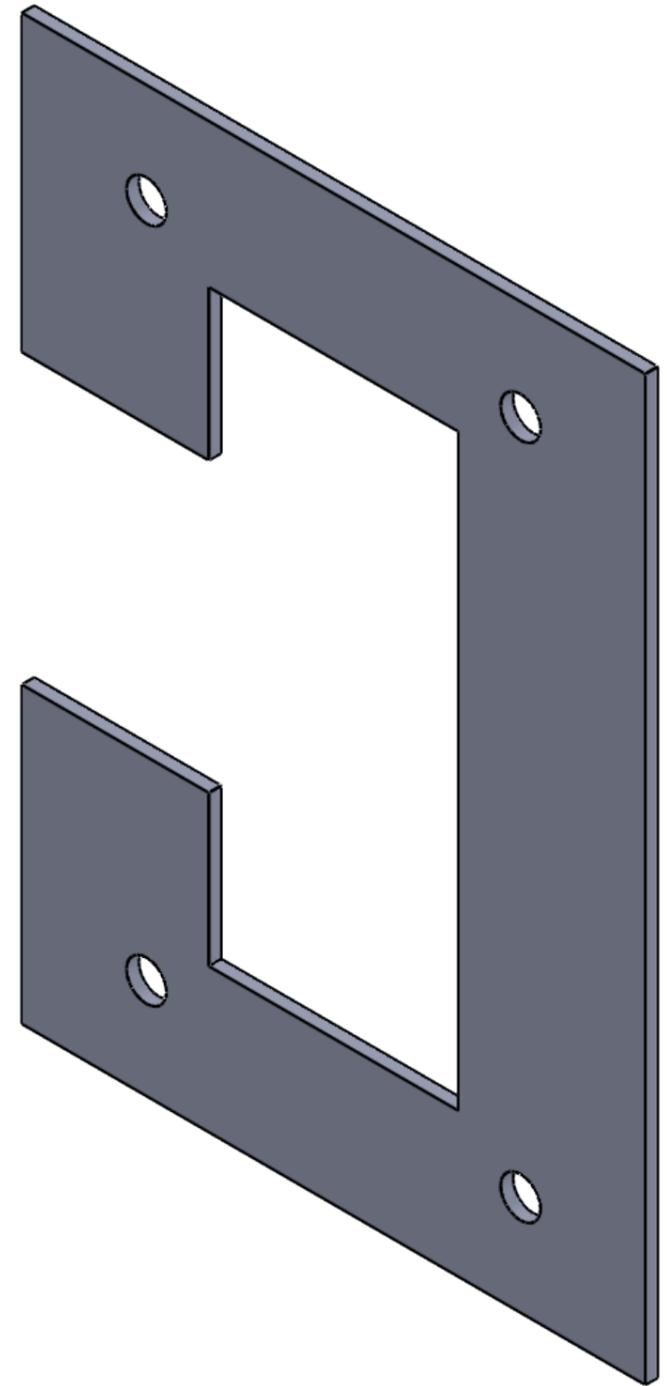
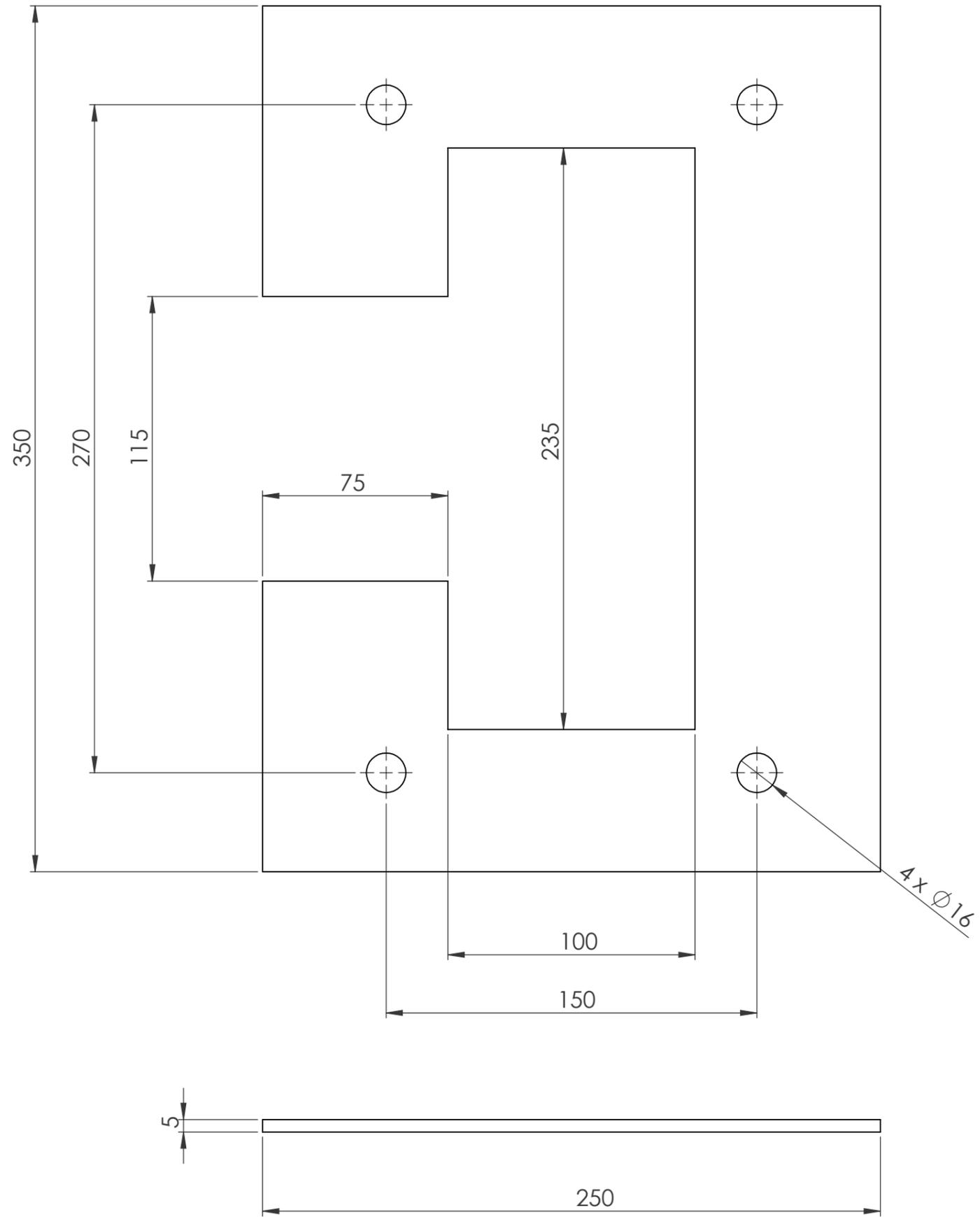


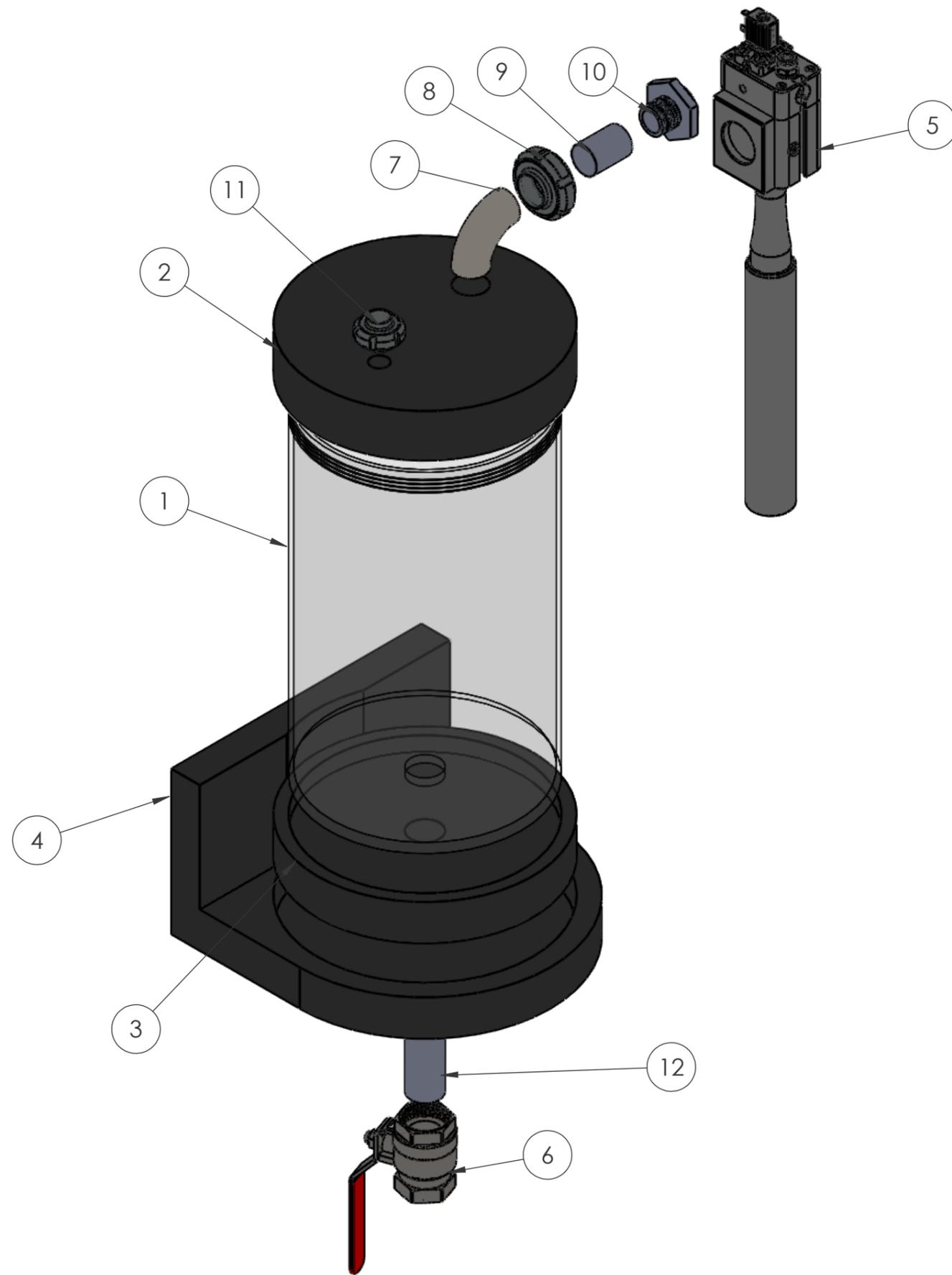
SECCIÓN A-A



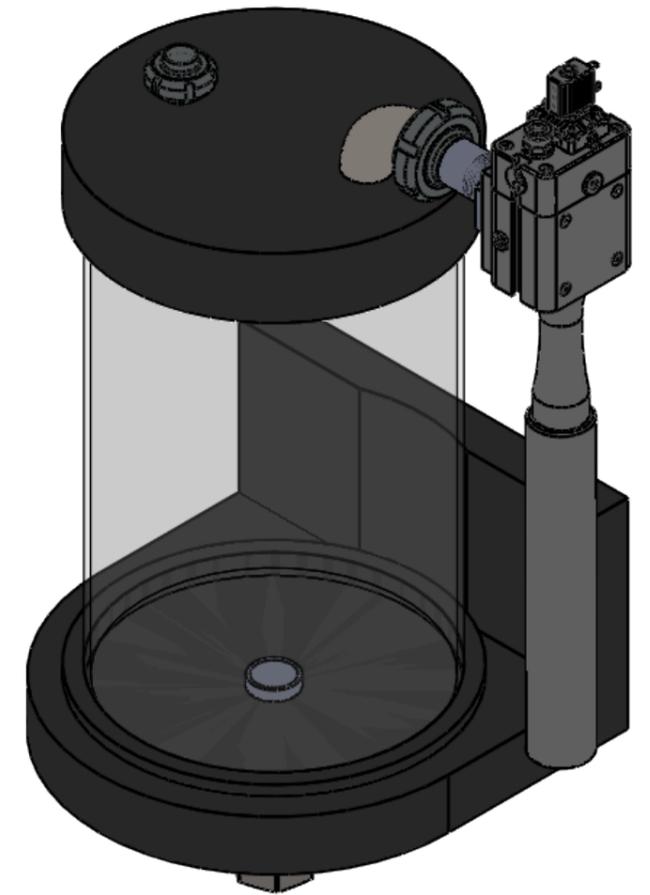
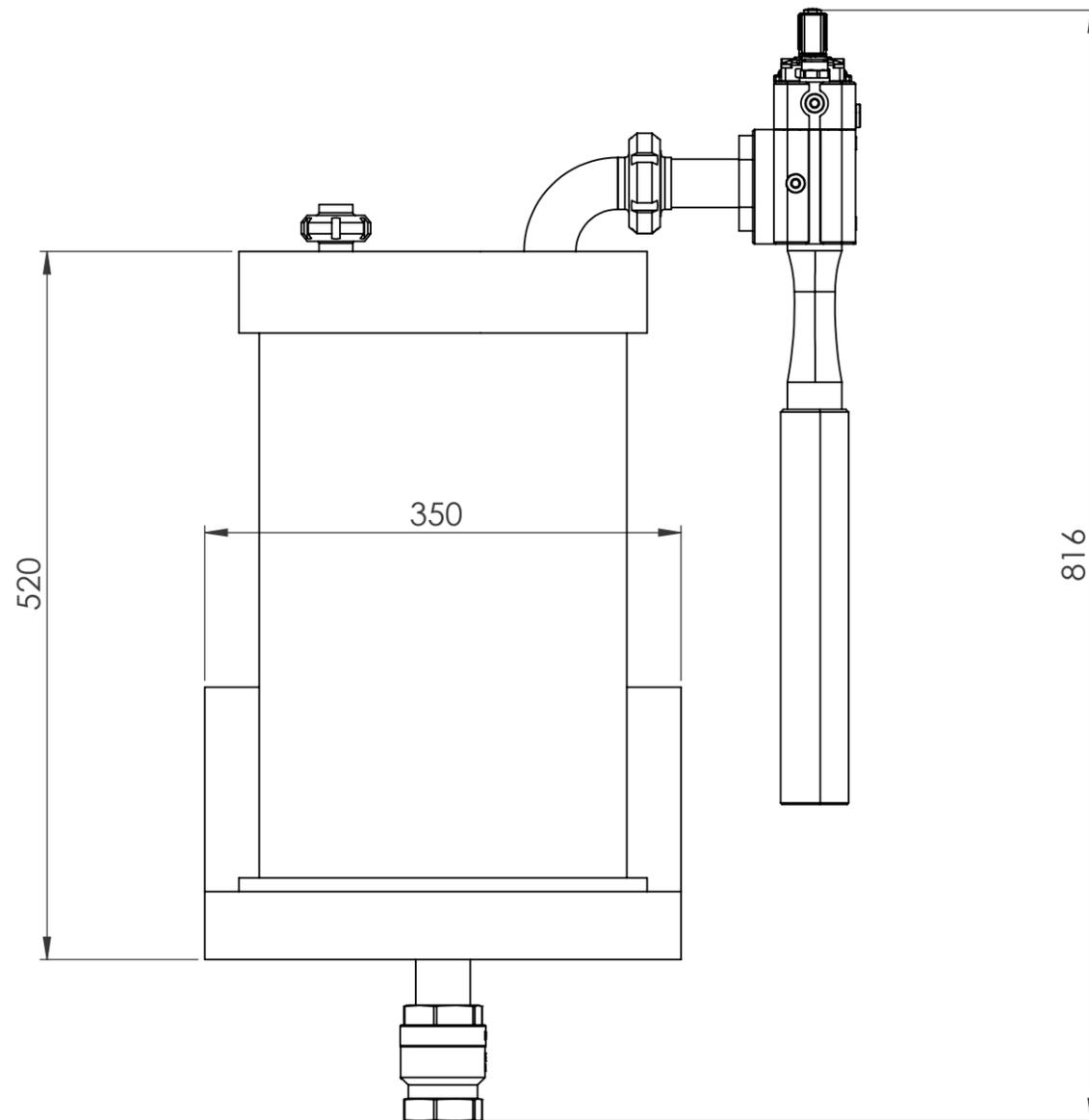
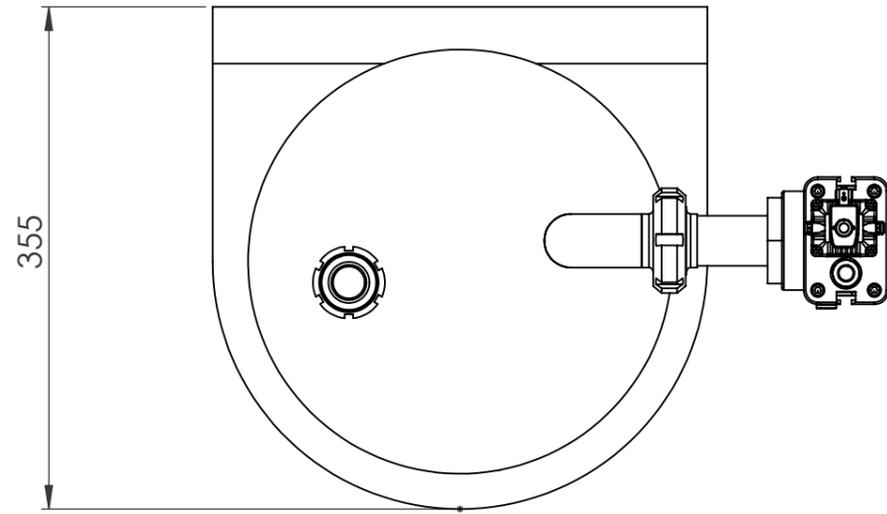
DETALLE B
ESCALA 1 : 1

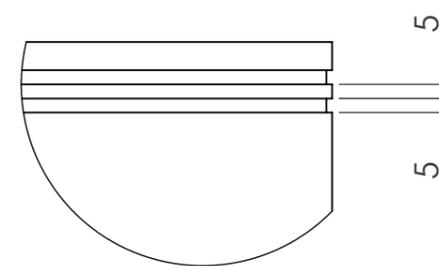
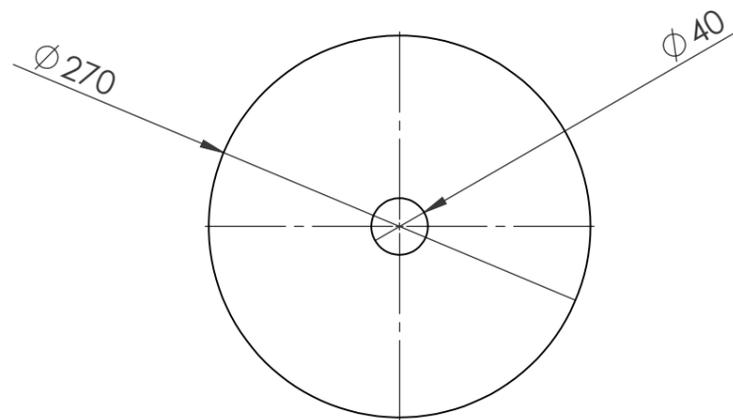
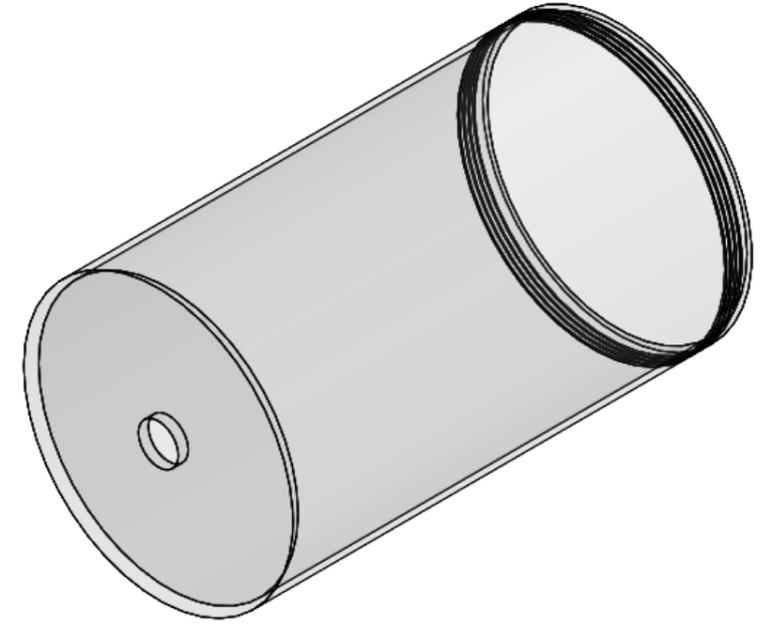
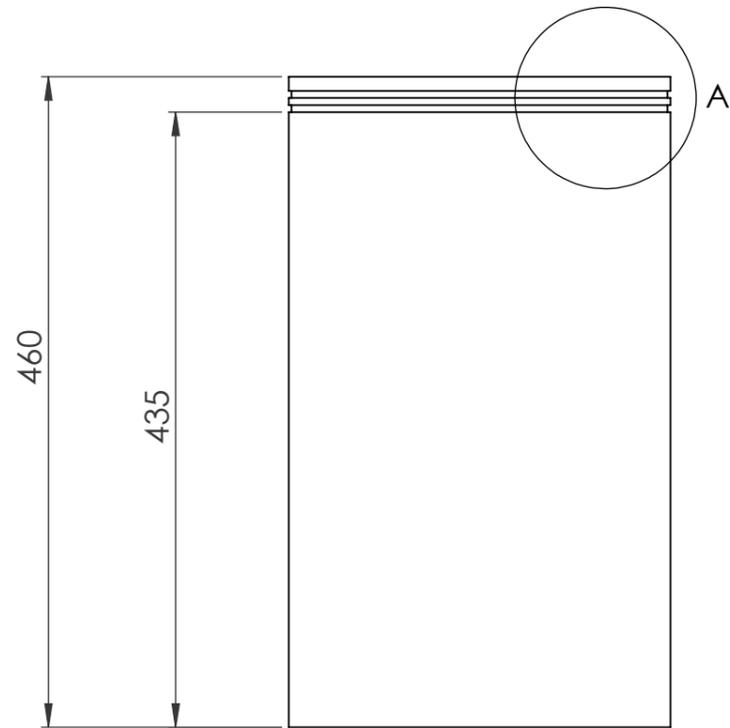




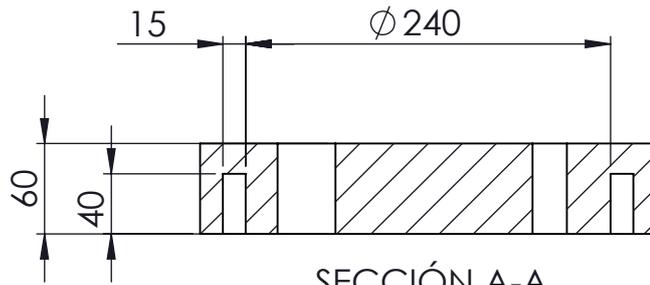
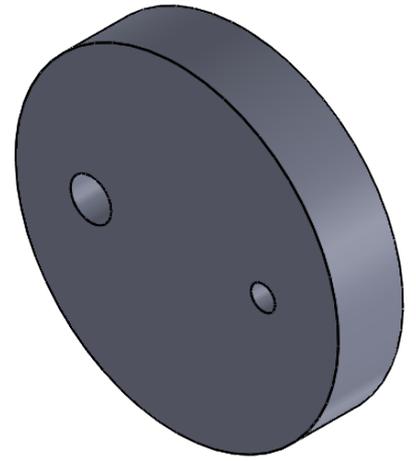


N	DESCRIPCION	UDS.
1	CUERPO DEL DEPOSITO	1
2	TAPA DEL DEPOSITO	1
3	BASE DEL DEPOSITO	1
4	BASE DEL DEPOSITO FIJA	1
5	EYECTOR EVKZ80	1
6	VALVULA DE BOLA DN40 PN30	1
7	CODO SANITARIO 90 DN38	1
8	RACOR SMS 38	1
9	TUBO RIGIDO DN35	1
10	PASATABIQUE G1 1/2" - M36x2	1
11	RACOR SMS 25	1
12	TUBO RIGIDO DN40	1

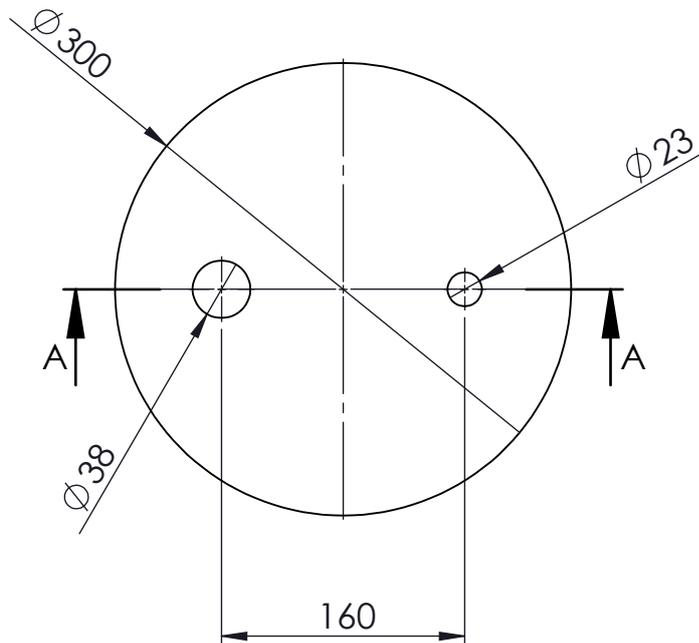




DETALLE A
ESCALA 2 : 5



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

TAPA DEL DEPOSITO

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

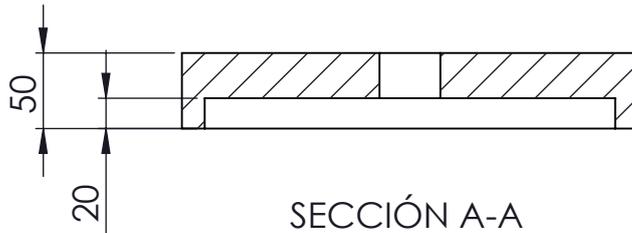
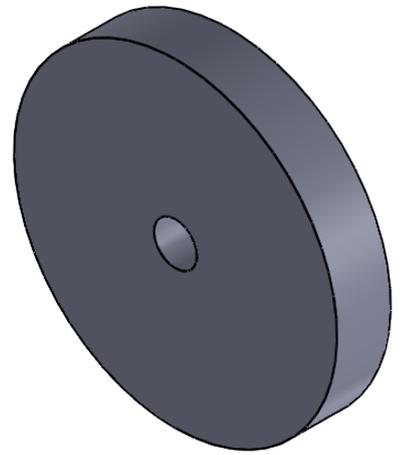
03

AUTOR:

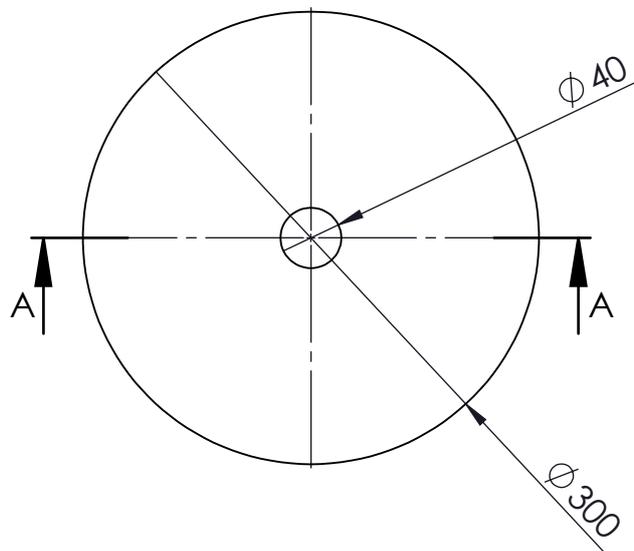
RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

BASE DEL DEPOSITO

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

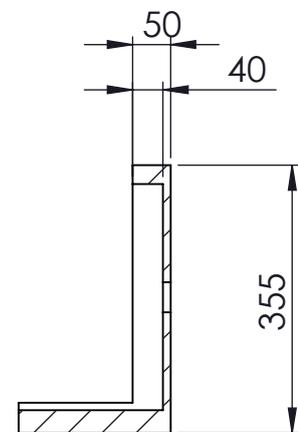
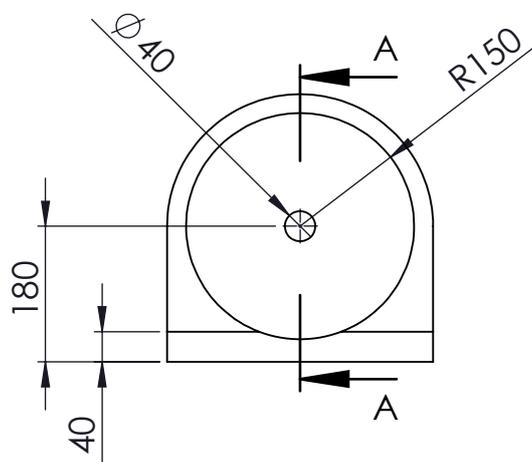
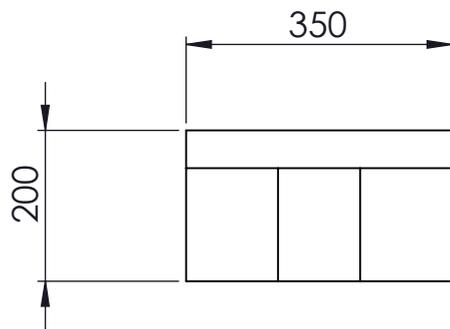
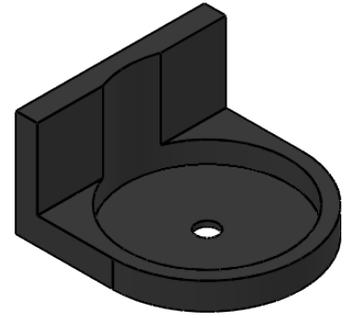
05

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/5



SECCIÓN A-A

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ALCOY - EPSA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOY

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTOS
SEMISOLIDOS VISCOSOS

PLANO:

BASE DEL DEPOSITO FIJA

FECHA:

30/05/2022

PLANO N°:

06

AUTOR:

RAÚL SALMERÓN MATEO

ESCALA:

1/10

VIII.6. PRESUPUESTOS DE EMPRESAS



0402911M MTO SCREW CONVEYOR SC-6SS 1pc

**6" X 3' 3 3/8" LONG 304 STAINLESS STEEL CLEAN ONLY
SCREW CONVEYOR**

**CONVEYOR IS ASSEMBLED WITH A 0.5 H.P. @ 68 R.P.M. DRIVE
CONSISTING OF THE FOLLOWING COMPONENTS:**

(1 EA) 6CTF10-SS - MTO CONVEYOR TROUGH

(1 EA) HOPPER - APPROX 7" WIDE X 12" LONG X 12" TALL

(1 EA) TEB2BB - 1" BB FLANGE UNIT

(1 EA) CSFP2 - 1" PRODUCT DROP-OUT SEAL 304SS

**(1 EA) CAULK SILICN FG - FOOD GRADE HIGH TEMP SILICONE (1 EA) 6S212-R-SS - MTO SCREW
SECTIONAL**

(4 EA) CCB2-SS - 3/8X2 1/16 CPLG BOLT&NUT 304SS

(1 EA) CE2BB-P-SS - 1"X6 1/2" END SHAFT -304SS

**(1 EA) 6TCF14-SS - MTO MH COVER W/ OVERFLOW & SENSOR (9 FT) WN125 - 1/8"X1 1/4" WHITE
NITRILE FDA GASKET**

**(1 EA) 6TSC14-SS - MTO MH SHROUD COVER (1 LOT) ASSEMBLY SS BOLTS (1 LOT) MARTIN IV + POLISH
ALL INTERIOR**

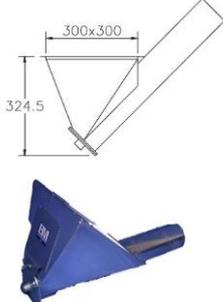
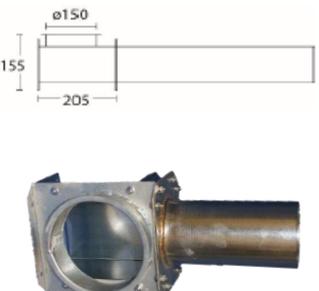
(1 EA) 0.5 HP @ 68 RPM SEW KAF37DRN71M4 DRIVE UNI

Price per unit: 32.642 €

**Shipping Point Drawing delivery: 25 work days after receipt of your order. Additional time may be
required for drawings returned with changes. Scheduled ship date: 150 work days after final
corrections to your final approval drawings.**

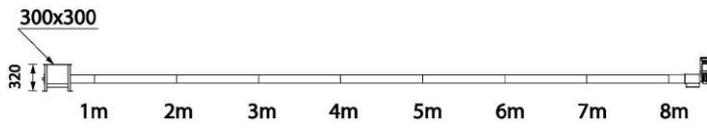
BM TRANSPORTADOR 102 MM Ø75/Ø26 PARA PELLETS / BIOMASA
 (Con paso reducido a la entrada. Motor reductor 187 Rpm)

LISTA DE PRECIOS DE VENTA AL PÚBLICO

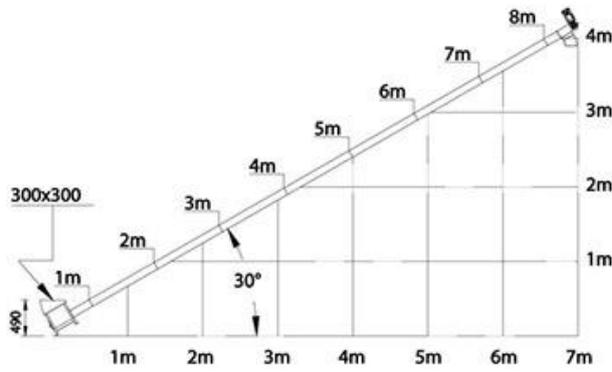
ILUSTRACIÓN	REFERENCIA	LARGO (M)	PRECIO (SIN IVA) En €
Cesta de entrada 45° 300 x 300 mm			
	8.04.4121	1,1	1.746
	8.04.4221	2,1	1.930
	8.04.4321	3,1	2.015
	8.04.4421	4,1	2.358
	8.04.4521	5,1	2.549
	8.04.4621	6,1	2.629
	8.04.4721	7,1	2.717
	8.04.4821	8,1	2.900
	8.04.4921	9,1	2.986
	8.04.4021	10,1	3.067
Cesta de entrada Ø150 mm			
	8.04.9121	1,1	1.708
	8.04.9221	2,1	1.892
	8.04.9321	3,1	1.978
	8.04.9421	4,1	2.323
	8.04.9521	5,1	2.501
	8.04.9621	6,1	2.589
	8.04.9721	7,1	2.680
	8.04.9821	8,1	2.853
	8.04.9921	9,1	2.940
	8.04.9021	10,1	2.999

GUÍA PARA CÁLCULO DEL LARGO DEL SINFIN

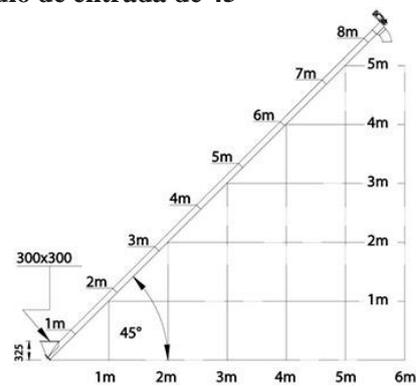
Ángulo de entrada de 0°



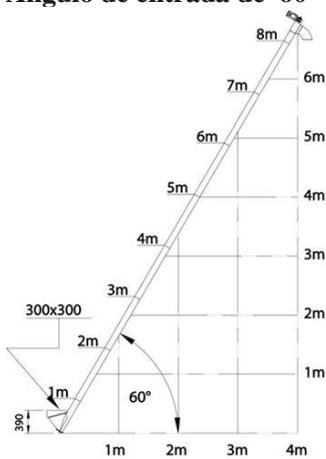
Ángulo de entrada de 30°



Ángulo de entrada de 45°



Ángulo de entrada de 60°



03-2022

SERVIAIRE

OFERTA COMERCIAL



SOLUCIONES GLOBALES EN
SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO,
GENERACIÓN DE GASES,
REFRIGERACIÓN Y VACÍO

CLIENTE: RAÚL SALMERÓN

PRESUPUESTO: S2022/00210

San Fernando de Henares, 11 de Marzo de 2022

Estimados Sres.:

Conforme a sus indicaciones y según las conversaciones mantenidas, adjunto les presentamos la oferta correspondiente a la solución más eficiente y adecuada a sus necesidades.

Asimismo, consideramos importante indicarles que desde **Sistemas de Aire Comprimido SERVIAIRE** también ofrecemos para sus instalaciones de **aire comprimido, climatización, frío industrial o vacío: Contratos** de mantenimiento **optimizados** y adecuados al trabajo de los equipos; **Servicio de Asistencia 24 horas; Servicio Integral** de la instalación; Reparación de equipos de todas las marcas, tipos y presiones; Instalaciones, proyectos y legalizaciones; Auditorías y estudios energéticos de ahorro, medición y control; Alquiler de compresores; . . .

Esperando que nuestra oferta sea de su agrado y quedando a su disposición para cualquier aclaración o consulta complementaria que precisen, reciban nuestros más cordiales saludos.

S. A. C. SERVIAIRE



SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO SERVIAIRE
c/ Sierra Nevada, 5 – 28830 San Fernando de Henares (Madrid)
Tlf.: 91.879.62.64 – Fax: 91.879.69.60 – E-mail: serviaire@serviaire.com
www.serviaire.com