

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO**

PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Nº: 37.

TÍTULO:

MÁQUINA ROTOMOLDEADORA.

Integrantes:

- Cardo Matías.
- Casalino Franco.
- Del Basso Milton.

Profesores:

- Ing. Daniel Ali.
- Ing. Daniel Ferreyra.

AÑO: 2018.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO**

PROYECTO FINAL DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

Nº: 37.

TÍTULO:

MÁQUINA ROTOMOLDEADORA.

Integrantes:

- Cardo Matías.
- Casalino Franco.
- Del Basso Milton.

Profesores:

- Ing. Daniel Ali.
- Ing. Daniel Ferreyra.

AÑO: 2018.

MEMORIA DESCRIPTIVA.

El siguiente proyecto tiene como objetivo el diseño y cálculo de una máquina Rotomoldeadora para la fabricación de contenedores de residuos. Dicha máquina estará compuesta por un horno cilíndrico dispuesto en forma horizontal. El mismo contará con dos puertas ubicada en su extremo para permitir el ingreso y egreso del carro con la matriz, que a su vez, será el encargado de generar el movimiento biaxial de los ejes de rotación tanto dentro como fuera del horno. Una vez retirada la matriz del horno, se procede al enfriamiento forzado mediante un ventilador de flujo axial y desmolde de la pieza.

Los puntos a diseñar y calcular son los siguientes:

- Diseño completo en software SolidWorks.
- Estructura del carro
- Estructura y diseño térmico del horno
- Cálculo del sistema de rotación
- Ejes primarios y secundarios
- Sistema electromotriz

Seleccionaremos:

- Rodamientos
- Quemador
- Ventilador axial.
- Protecciones eléctricas.

El Automatismo y control del sistema, selección de dispositivos, planos, y programación de PLC se realizó en la cátedra Automatización y control industrial y dicho proyecto se encuentra en la biblioteca de nuestra universidad.

INDICE:

CAPITULO I: GENERALIDADES.

INTRODUCCION.....	1
1.1- POLÍMEROS.	2
1.1.1- Tipos de polímeros.....	2
1.2- PLÁSTICOS.	2
1.2.1- Clasificación de los plásticos.....	2
1.3- POLIETILENO.	3
1.3.1- Tipos de polietileno.....	3
1.4 - PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DEL PLÁSTICO.....	4
1.4.1- Moldeo por Extrusión.	4
1.4.2- Moldeo por Inyección.	5
1.4.3- Moldeo por Extrusión - Soplado.	5
1.4.4- Moldeo por Compresión.	6
1.5- EL PROCESO DEL ROTOMOLDEO.	6
1.5.1- Elementos básicos del proceso.....	8
1.6- TIPOS DE MÁQUINAS PARA MOLDEO ROTACIONAL.....	8
1.6.1- Máquina de desplazamiento lineal.....	9
1.6.2- Máquina de estación simple (Clam Shell).....	9
1.6.3- Máquina de Giro Basculante Rock and Roll.....	10
1.6.4- Calentamiento mediante flama abierta.	10

CAPÍTULO II: CÁLCULOS Y DISEÑO DE MÁQUINA

2.1.- CÁLCULO ESTRUCTURA HORNO.	11
2.1.1- Determinación del peso del horno.....	11
2.1.2- Diagrama de cuerpo libre.....	16
2.1.3- Reacciones de vínculo.....	16
2.1.4- Diagramas característicos.....	17
2.1.5- Dimensionamiento.....	18

2.2- SELECCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS PARA LAS PUERTAS.....	19
2.2.1- Riel de la puerta.....	19
2.2.2- Carro para las puertas.....	20
2.2.3- Guía para riel del carro principal.....	20
2.3- CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DEL CARRO.....	21
2.3.1-Reacciones de vínculo.....	21
2.3.1.1- Diagrama característico de la carga puntual.....	22
2.3.1.2- Diagrama característico de la carga distribuida.....	24
2.4- Calculo de las vigas del carro.....	24
2.4.1-Reacciones en los extremos de la viga.....	25
2.4.1.1- Diagramas característicos.....	25
2.4.2- Dimensionamiento.....	26
2.5- Cálculo de columnas del carro.....	27
2.5.1- Fuerzas actuantes.....	27
2.5.2- Dimensionamiento.....	27
2.5.3- Verificación por pandeo.....	28
2.6- RELACIÓN DE ROTACIÓN.....	29
2.7- CÁLCULO DE ENGRANAJES.....	30
2.7.1- Diseño engranaje para eje principal.....	30
2.7.2- Diseño engranaje eje secundario.....	32
2.8- CÁLCULO DE EJES.....	33
2.8.1- Diseño del diámetro del eje principal.....	32
2.8.1.1- Reacciones.....	32
2.8.1.2- Diagrama característicos.....	33
2.9- Dimensionamiento del eje principal.....	34
2.9.1- Dimensionamiento del eje secundario.....	36
2.10- CÁLCULO DEL SISTEMA MOTRIZ.....	37
2.10.1.- Eje principal o Perforado.....	37
2.10.2- Potencia del motor.....	37
2.10.3- Variador de velocidad.....	37

2.11- Selección de motores cremallera.....	39
2.12- SELECCIÓN DE RODAMIENTOS.	40
2.12.1.- Soporte de rodamiento.....	40
2.12.2- Rodamiento para eje interno.....	40
2.13- CÁLCULO DE CHAVETAS.....	41
2.13.1-Cálculo al corte.....	42
2.13.2- Cálculo al aplastamiento.....	42
2.14- CÁLCULO DE LA CORREA.	42

CAPITULO III: CALCULO TÉRMICO DEL HORNO

3.1- DISEÑO TÉRMICO.	45
3.1.1- Parámetros de cálculo.....	45
3.1.2- Dimensiones del horno.....	45
3.1.3- Dimensionamiento de la cámara del horno.....	45
3.1.4- Aislante térmico.....	46
3.2- CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CALOR.....	46
3.2.1- Resistencias térmicas por Convección y Conducción.	47
3.2.2- Flujo de calor en paredes del horno.	48
3.2.3- Cálculo de temperaturas en paredes del horno.....	48
3.2.4- Cálculo de Temperaturas en puertas.....	49
3.2.5- Resistencias térmicas por conducción y convección.....	49
3.2.6- Flujo de calor total en la puerta.....	50
3.2.7- Cálculo de temperatura en la tapa del horno.....	50
3.3- SELECCIÓN DEL QUEMADOR.....	50
3.3.1- Cálculo de orificio de escape de gases.....	51
3.4- Cálculo de la temperatura necesaria para nuestro proceso.....	52
3.4.1- Esquema de cálculo.....	53
3.4.2- Resistencias térmicas por convección y conducción.....	53
3.4.3- Flujo de calor total.....	54

3.4.4- Temperaturas en la pared del molde.....	54
3.5- Tiempo de proceso.....	54
3.6-VENTILADOR DE ENFRIAMIENTO.....	55

CAPITULO IV: PROTECCIONES ELÉCTRICAS

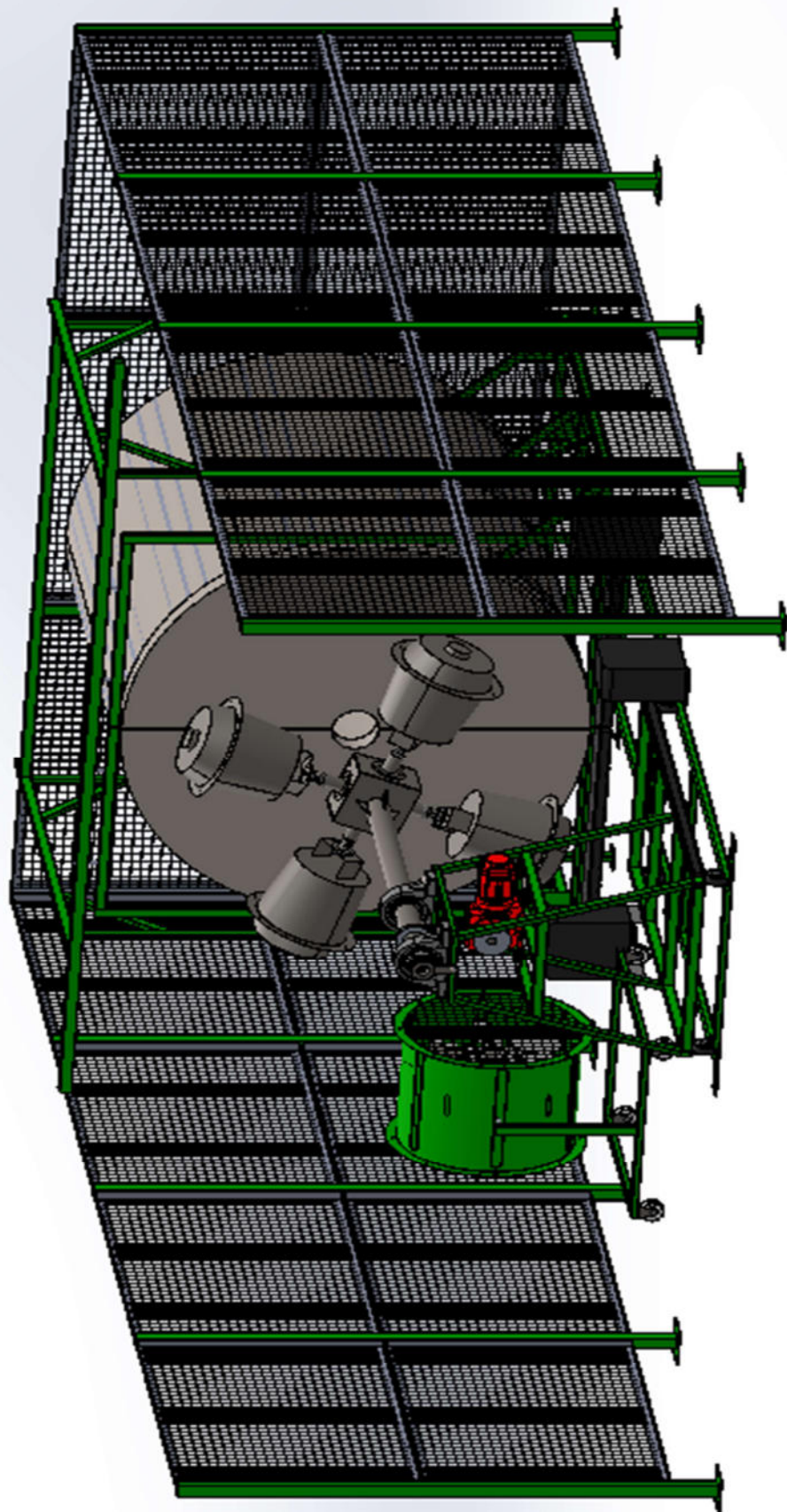
4.1- Sección de guardamotors y contactores.....	56
4.2- Selección de la protección general.....	57
4.3-Descripción del proceso de control automático de la máquina.....	58
4.4- Ingreso de datos y control de la máquina mediante el panel HMI.....	59
4.4.1- Pantalla de ingreso de datos.....	60
4.2.2- Pantalla del quemador.....	60
4.2.3- Proceso manual.....	61
4.2.4- Proceso automático.....	61
4.2.5- Reinicio o fin del ciclo.....	62
4.2.6- Avisos y alarmas.....	62
4.2.7- Tablero de proceso.....	63
CONCLUSIÓN.....	64

PLANIMETRÍA.....	65
-------------------------	-----------

ANEXO.

Catálogos.

Bibliografía.



INTRODUCCIÓN

El moldeo rotacional o Rotomoldeo es el proceso de transformación del plástico empleado para producir piezas huecas, en el que plástico en polvo o líquido se vierte dentro de un molde y luego se lo hace girar en dos ejes biaxiales mientras se calienta. El plástico se va fundiendo mientras se distribuye y adhiere en toda la superficie interna. Finalmente el molde se enfría para permitir la extracción de la pieza terminada.

Este proceso ofrece gran libertad de diseño, debido a que es posible fabricar piezas huecas, con geometría de curvas complejas y pared uniforme con herramientas relativamente sencillas y de bajo costo que en ciertos casos sería imposible moldear con otro procedimiento, como por ejemplo a través del Soplado o la Inyección.

Los niveles productivos del Rotomoldeo pueden variar de algunas cuantas piezas, a cientos o miles de artículos, también es adecuado para la producción en baja escala con vista a la obtención de prototipos. Además, a causa de la libertad de diseño, este proceso sobresale entre las técnicas de alta velocidad y productividad. También, el bajo costo de este proceso permite la experimentación con diversos materiales, distribución en el calibre de pared o con el acabado de las piezas.

Sus aplicaciones habituales son:

- Piezas de pequeño tamaño: juguetes, recipientes, etc.
- Piezas de gran tamaño: canoas, tanques, tambores, contenedores, kayaks, lanchas, tanques de combustible, juegos recreativos, flotadores, etc.

El moldeo rotacional transforma materiales termoplásticos, dentro de los cuales los más comunes son: polietileno (HDPE-LDPE), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS), acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), etc. De los materiales termoestables se utilizan por ejemplo el poliéster RFV, la resina de PU y las resinas de poliéster y epoxi.

Los espesores de pared de los artículos rotomoldeados por lo general permanecen constantes, donde el espesor puede ir de 1mm hasta el grosor que se requiera de acuerdo a las funciones de la pieza.

Por último, existen bajos niveles de desperdicio ya que este proceso no requiere el uso de coladas, ni bebederos. El material excedente o no deseado es poco en comparación con otros procesos para fabricar piezas huecas.

CAPITULO I: GENERALIDADES.

1.1- POLÍMEROS.

Por definición, los polímeros son las macromoléculas formadas por unión de unidades fundamentales que se repiten en una cadena llamadas monómeros. El gran número de monómeros que componen un polímero confieren a la sustancia un elevado peso molecular.

En síntesis, un polímero es un material constituido al combinar varios meros o unidades, son grandes moléculas o macromoléculas formadas por la unión de muchas moléculas pequeñas.

1.1.1- Tipos de polímeros:

1. *Polímeros naturales:* provenientes directamente del reino vegetal o animal. Por ejemplo: celulosa, almidón, proteínas, caucho natural, ácidos nucleicos, etc.
2. *Polímeros artificiales:* son el resultado de modificaciones mediante procesos químicos, de ciertos polímeros naturales. Ejemplo: nitrocelulosa, etonita, etc.
3. *Polímeros sintéticos:* son los que se obtienen por procesos de polimerización controlados por el hombre a partir de materias primas de bajo peso molecular. Ejemplo: nylon, polietileno, cloruro de polivinilo, polimetano, etc.

1.2- PLÁSTICOS.

Los plásticos son materiales compuestos principalmente de polímeros de origen natural o de polímeros hechos artificialmente que a veces contienen aditivos como fibras, cargas, pigmentos y otros similares que mejoran aún más sus propiedades.

1.2.1- Clasificación de los plásticos según sus Propiedades Físicas.

a) Termoplásticos.

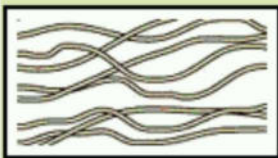
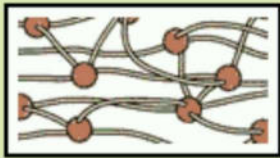
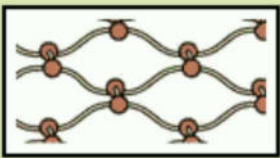
Son polímeros formados por moléculas lineales o muy poco ramificadas, cuyas cadenas se pliegan de forma aleatoria debido a los enlaces débiles que se establecen entre distintos puntos de las mismas. Estos enlaces se rompen cuando el plástico se calienta; por eso, las moléculas se pueden reordenar y permitir, así, que la materia adopte una forma distinta. Son ejemplos el polietileno (PE), el polipropileno (PP) y el Policloruro de vinilo (PVC).

b) Termoestables.

Los plásticos termoestables reciben también el nombre de resinas. Son polímeros cuyas moléculas tienen ramificaciones y uniones estables entre ellas. Una vez que se solidifican, forman un material resistente y de estructura rígida. Son ejemplos la baquelita, poliuretano (PU), así como las resinas que se utilizan como adhesivos en la industria de la madera o como sustancias cementantes en la construcción.

c) *Elastómeros.*

Son polímeros con una gran elasticidad. Sus moléculas están muy enrolladas, de manera que, cuando se estiran, su longitud aumenta de forma considerable. Al dejar en libertad un elastómero, sus moléculas tienden a enrollarse y recuperar su forma original. En esto se distinguen de los plásticos, los cuales, al ser estirados, se deforman de manera permanente. El elastómero natural por excelencia es el caucho.

TERMOPLÁSTICOS	TERMOESTABLES	ELASTÓMEROS
Los plásticos más utilizados pertenecen a este grupo. Sus macromoléculas están dispuestas libremente sin entrelazarse.	Sus macromoléculas se entrecruzan formando una red de malla cerrada.	Sus macromoléculas se ordenan en forma de red de malla con pocos enlaces.
		
Gracias a esta disposición, se reblandecen con el calor adquiriendo la forma deseada, la cual se conserva al enfriarse.	Esta disposición no permite nuevos cambios de forma mediante calor o presión: solo se pueden deformar una vez.	Esta disposición permite obtener plásticos de gran elasticidad que recuperan su forma y dimensiones cuando deja de actuar sobre ellos una fuerza.

1.3- POLIETILENO.

Es químicamente el polímero más simple y es uno de los plásticos más comunes, debido a su alta producción mundial (aproximadamente 60 millones de toneladas anuales alrededor del mundo) y a un bajo precio.

1.3.1- Tipos de polietileno:

Los polietilenos utilizados para el proceso de Rotomoldeo son los siguientes:

- *Polietileno de Baja Densidad (LDPE).*

El polietileno de baja densidad tiene una estructura ramificada, parcialmente cristalina y es termoplástico, es fabricado bajo altas condiciones de presión y temperatura mediante un proceso de polimerización por radical libre.



El LDPE es muy versátil, se adapta a todo tipo de procesamiento de plástico y se aplica en la producción de películas para empaques, bolsas, fundas, etc.

Se caracteriza por su excelente flexibilidad, buena resistencia al impacto, aceites y a químicos.

- *Polietileno de Alta Densidad (HDPE)*

El HDPE es un termoplástico no polar lineal, de aspecto blanquinoso, con un punto de fusión de 138 °C, es uno de los polímeros más versátiles, las cadenas moleculares de los homopolímeros HDPE son largas y rectas con muy pequeñas ramificaciones.

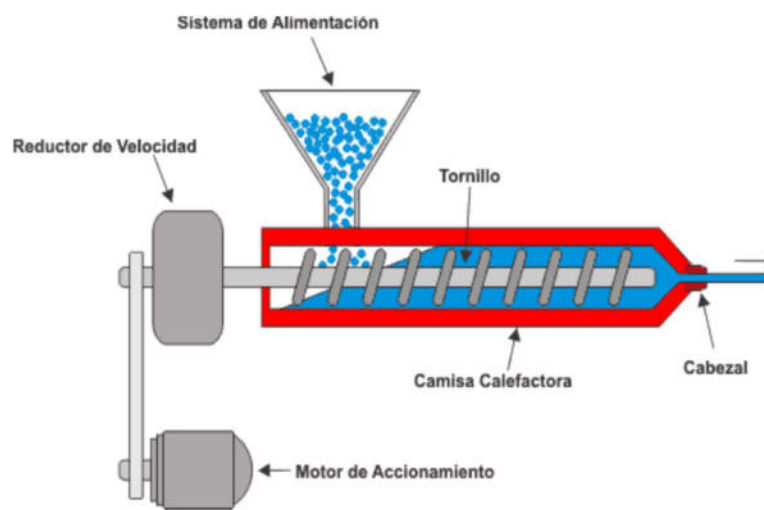
Se emplea para la producción de envases de alimentos, detergentes, artículos para el hogar, juguetes, dispositivos protectores (cascos, rodilleras, coderas...). etc.



1.4- PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DEL PLÁSTICO

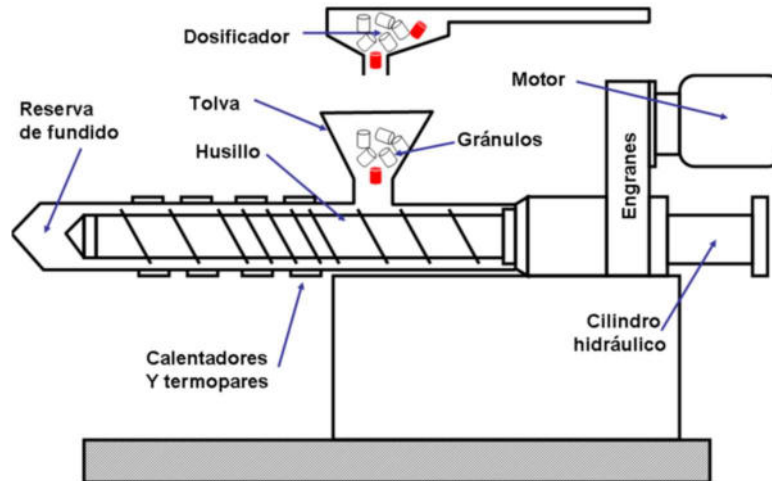
1.4.1- Moldeo por Extrusión.

Se utiliza ampliamente en la industria de plásticos para la producción con sección constante y longitud infinita. Consiste en obligar a un material fundido a pasar a través de una boquilla o matriz que tiene la forma adecuada, para obtener el perfil deseado. Las temperaturas de trabajo son entre los 160°C y 240°C.



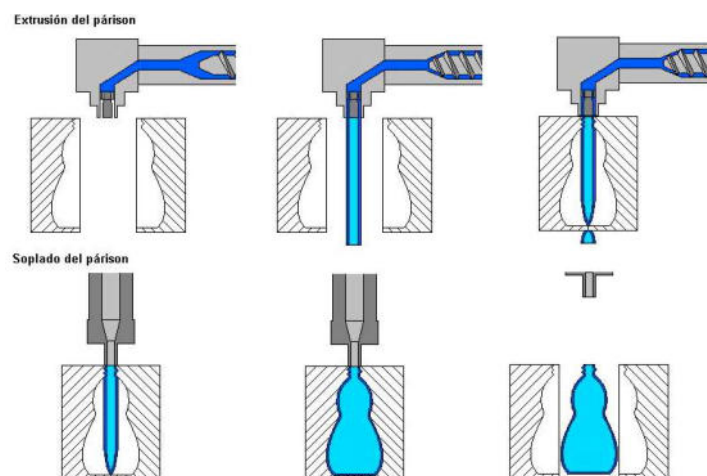
1.4.2- Moldeo por Inyección.

Consiste en fundir un material plástico en condiciones adecuadas e introducirlo a presión en las cavidades de un molde donde se enfría a una temperatura apta para que las piezas puedan ser extraídas sin deformarse. Las temperaturas de trabajo están entre los 270°C y 285°C.



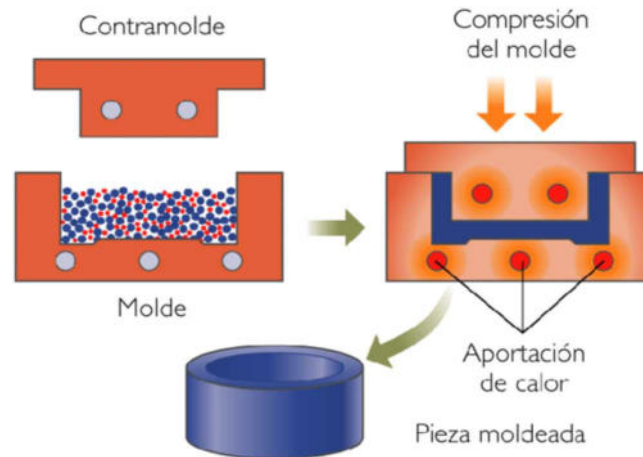
1.4.3- Moldeo por Extrusión - Soplado.

El moldeo por extrusión soplado es un proceso de soplado en el que la preforma es una manga tubular, conformada por extrusión, llamada Párison, el cual se cierra por la parte inferior de forma hermética debido al pinzamiento que ejercen las partes del molde al cerrarse, posteriormente se sopla, se deja enfriar y se expulsa la pieza. Las temperaturas de trabajo oscilan entre los 160 °C y 200 °C.



1.4.4- Moldeo por Compresión.

La industria transformadora de plásticos utiliza el moldeo por compresión para moldear materiales termoestables. En la Figura, se muestra una prensa empleada en el moldeo por compresión. Las temperaturas de trabajo se encuentran en un rango de 270°C y 285°C.



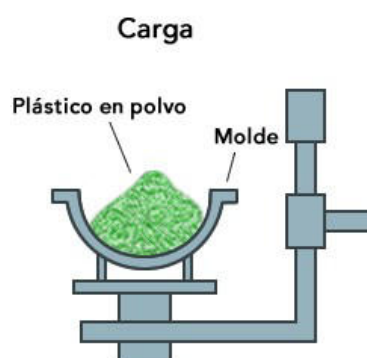
1.5- PROCESO DEL ROTOMOLDEO

El moldeo Rotacional es un proceso de conformado de productos plásticos en el cual se introduce un polímero dentro de un molde y éste al girar en dos ejes perpendiculares entre sí, adapta el material a la superficie interna del molde creando piezas huecas de alta resistencia y con formas complejas.

Las temperaturas en el que se encuentra el horno varían entre 100°C y 300°C, dependiendo del tipo de material y las dimensiones de la matriz.

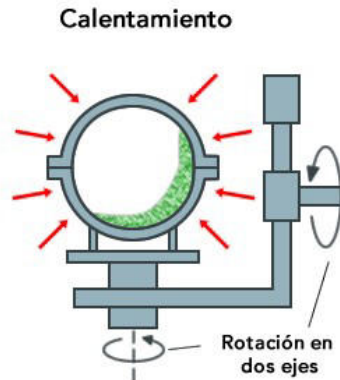
El proceso de moldeo por rotación consta de los siguientes pasos:

1. Cargar el molde hueco con material plástico en polvo.

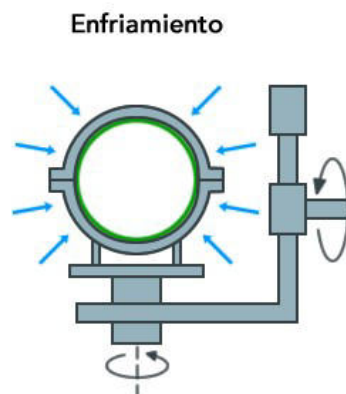


2. Una vez que ha sido llenado se cierra y se sella el molde
3. Mediante un mecanismo, se provoca la rotación sobre sus ejes horizontal y vertical.

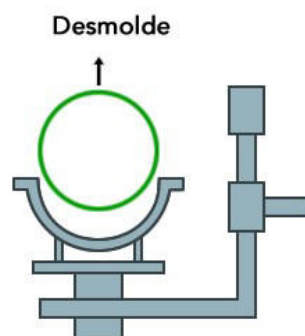
El molde en rotación se introduce en el horno, donde es sometido a temperatura en la cual, el plástico alcanza su temperatura de fusión adhiriéndose a las paredes del molde.



4. El molde se retira del horno. Y se procede al enfriamiento a temperatura ambiente o con la ayuda de un ventilador axial. Cuando el molde se enfría, el material se solidifica tomando la forma del mismo.

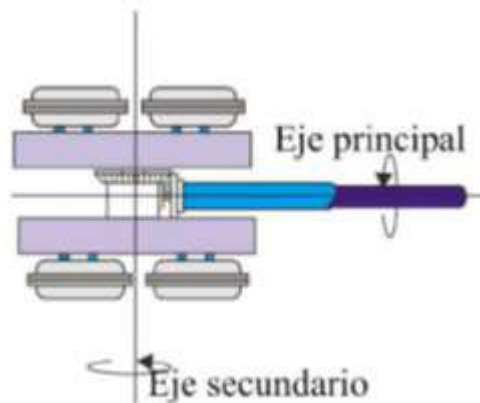


5. Finalmente el molde es abierto y es posible sacar la pieza moldeada.



1.5.1- ELEMENTOS BÁSICOS DEL PROCESO DE ROTOMOLDEO.

Los elementos básicos de una máquina de Rotomoldeo son todos aquellos dispositivos y partes mecánicas que se utilizan para montar el molde a la máquina. Un mecanismo para rotar biaxialmente el molde y poner todas las superficies internas de la cavidad en contacto repetitivo con el material plástico.



Un motoreductor para el accionamiento de la rotación de los dos ejes, y un variador de frecuencia, de modo que se puede seleccionar distintas velocidades de rotación en cada eje para obtener la relación de rotación deseada.

Un horno y un medio de calentamiento para el molde y el subsecuente fundido del material plástico para permitir que cubra la superficie interna de la cavidad, con control de temperatura y temporización del proceso. Y finalmente, un medio para enfriar el molde y la parte plástica moldeada contenida en el interior del mismo, al punto en que ésta se haya endurecido lo suficiente para mantener su forma.

1.6- TIPOS DE MÁQUINAS PARA MOLDEO ROTACIONAL.

Si el calentamiento del molde se lleva a cabo en un horno, tenemos:

- Máquina de Desplazamiento Lineal.
- Máquina de Estación Simple (Clam Shell).
- Máquina de Giro Basculante (Rock and Roll).
- Máquina tipo Carrusel.

Si el calentamiento del molde no se realiza en el interior de un horno, tenemos:

- Máquina de Flama Abierta.

Los diferentes tipos de máquinas de Rotomoldeo llegan al mismo objetivo, pero sin embargo, lo hacen de distintas maneras. Por lo tanto se diferencian entre sí, en el proceso que se sigue para obtener la pieza final.

1.6.1- Máquina de Desplazamiento Lineal.

Consiste en una máquina de desplazamiento lineal, con un horno central y uno o dos carros móviles. Los carros entran en el horno, donde se funde el material plástico y se adhiere a las paredes del molde mediante el giro biaxial. Después se trasladan hasta la estación de enfriamiento para su posterior extracción.



1.6.2- Máquina de Estación Simple (Clam Shell).

Presenta la particularidad de que todo el proceso ocurre en la misma cámara, que sirve como horno (por medio de calentadores externos y la conducción del calor a través del aire), y como cámara de enfriamiento con circulación de aire frío y aspersores de agua. Son útiles para bajos volúmenes de producción y para el desarrollo de prototipos.



1.6.3- Máquina de Giro Basculante (Rock and Roll)

Se tiene uno o dos carros, y dependiendo de esto tendrá un horno y una o dos estaciones de enfriamiento. Este tipo de máquina a diferencia de las demás no gira en los dos ejes, sino que en uno, y en otro se balancea. Con esto se consigue fabricar piezas de grandes dimensiones.



1.6.4- Calentamiento mediante Flama Abierta.

En este tipo de máquinas el calentamiento se realiza mediante varios sopletes, y no existe horno, de manera que las pérdidas de calor son mayores y el ciclo de producción será mucho más largo.

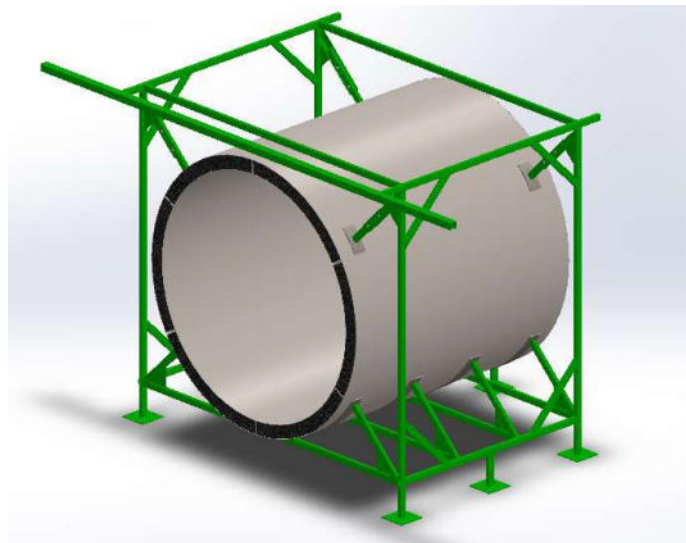


CAPITULO II: CÁLCULO Y DISEÑO DE LA MÁQUINA

2.1- Calculo de la Estructura del Horno

La estructura del horno será diseñada, para soportar componentes y accesorios para el funcionamiento propio del sistema.

- Se elegirá un perfil tubular rectangular para el cálculo correspondiente en toda la estructura.



2.1.1- Determinación del Peso del Horno

Peso de Chapas de Acero Inoxidable

CHAPA ACERO INOXIDABLE 310			
Espesor (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Peso (Kg)
1,5	1000	2000	24

- Diámetro exterior

$$Perimetro = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot \pi \cdot (1000mm) = 6283,185mm$$

$$N^{\circ} \text{ de chapas} = \frac{6283,185mm}{1000mm} = 6,3 \text{ chapas.}$$

$$Peso_{\phi_e} \Rightarrow 1chapa \rightarrow 24kg.$$

$$6,3 \text{ chapas} \rightarrow x = 151,2 \text{ kg.}$$

- Diámetro interior

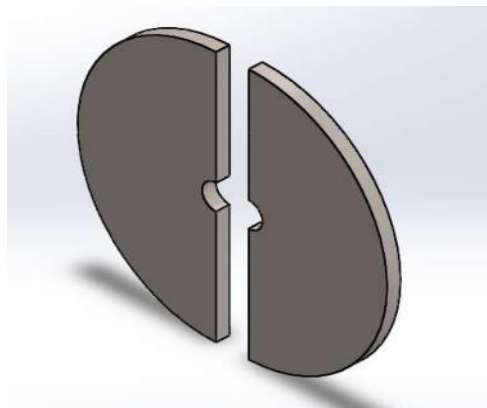
$$\text{Perimetro} = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot \pi \cdot (898,5\text{mm}) = 5645,442\text{mm}$$

$$N^{\circ} \text{ de chapas} = \frac{5645,442\text{mm}}{1000\text{mm}} = 5,6 \text{ chapas.}$$

$$\text{Peso}_{\phi_{int}} \Rightarrow 1\text{chapa} \rightarrow 24\text{kg.}$$

$$5,6 \text{ chapas} \rightarrow x = 134,4 \text{ kg.}$$

- Tapa externa



$$N^{\circ} \text{ de chapas} = 2$$

$$A_{\text{chapa } x 1} = 1\text{m} \times 1\text{m} = 2 \text{ m}^2$$

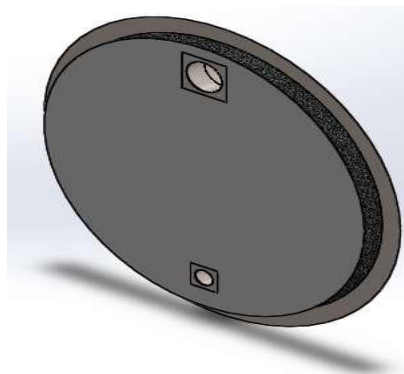
$$A_{\text{chapa } x 2} = 4 \text{ m}^2$$

$$\text{Area de tapa externa} = \pi \times (1\text{m})^2 = 3,14\text{m}^2$$

$$\text{Peso}_{\text{tapa externa}} \Rightarrow 4\text{m}^2 \rightarrow 48\text{kg.}$$

$$3,14\text{m}^2 \rightarrow x = 36,68 \text{ kg.}$$

- Tapa interna del horno



$$N^{\circ} \text{ de chapas} = 2$$

$$A_{\text{chap}} \times 2 = 4 \text{ m}^2$$

$$\text{Area de tapa interna} = \pi \cdot (0,8985\text{m})^2 = 2,536\text{m}^2$$

$$\text{Peso}_{\text{tapa interna}} \Rightarrow 4\text{m}^2 \rightarrow 48\text{kg}.$$

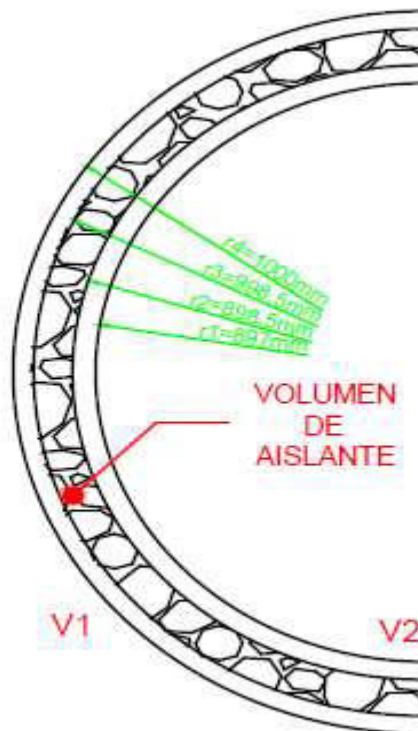
$$2,536\text{m}^2 \rightarrow x = 30,432 \text{ kg}.$$

- Material Aislante: Lana de Roca

LANA DE ROCA (ISOVER)	
Peso / volumen	150 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Densidad de aplicación para espesor de 100 mm.

Volumen de aislante en el cilindro:



$$V_{\text{aisl.}} = V_1 - V_2$$

$$V_{\text{aisl.}} = \pi \cdot r_1^2 \cdot h - \pi \cdot r_2^2 \cdot h$$

$$V_{\text{aisl.}} = \pi \times (0,9985\text{m})^2 \times 2\text{m} - \pi \times (0,8985\text{m})^2 \times 2\text{m}$$

$$V_{\text{aisl.}} = 1,19\text{m}^3$$

$$Peso \Rightarrow 150 \frac{kg}{m^3} \times 1,19m^3$$

$$Peso_{aislante} = 178,78 kg.$$

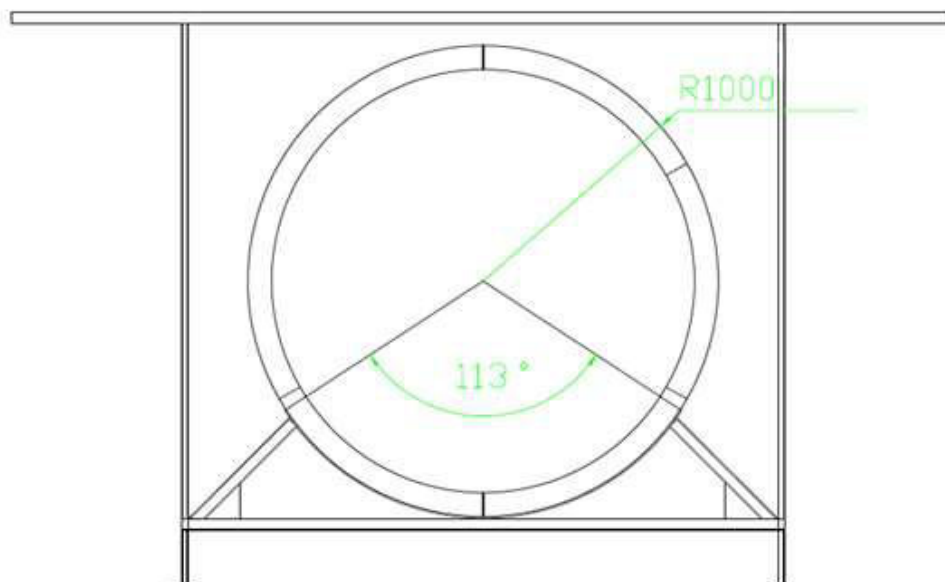
- Volumen de aislante tapa interna

$$V_{aisl.tapa\ interna} = \pi \cdot r^2 \cdot h = \pi \times (0,897m)^2 \times 0,1m = 0,252m^3$$

$$Peso \Rightarrow 150 \frac{kg}{m^3} \times 0,253m^3$$

$$Peso_{aislante\ tapa\ interna} = 37,916 kg.$$

- Peso de chapa de apoyo y separadores



- ✓ Chapa de acero lisa 1/4" (6,35mm) 1,5m x 3m => P = 226,08kg

$$L = 2 \cdot \pi \cdot r = 6323,083mm$$

$$6,323m \rightarrow 360^\circ$$

$$x = 2m \rightarrow 113,87^\circ$$

- ✓ 3 fajas de 2m x 0.1m x 1/4" (apoyo)

$$Peso \Rightarrow 4,5m^2 \rightarrow 226,08kg$$

$$0,2m^2 \rightarrow x = 10,048kg$$

$$10,048kg \times 3fajas = 30,144kg$$

- ✓ 6 separadores de 2m x 0,1m x 1/4"

$$\begin{aligned} \text{Peso} &\Rightarrow 4.5m^2 \rightarrow 226,08kg \\ 0,2m^2 &\rightarrow x = 10,048kg \\ 10.048kg \times 6\text{fajas} &= 60,288kg \end{aligned}$$

- Peso del horno

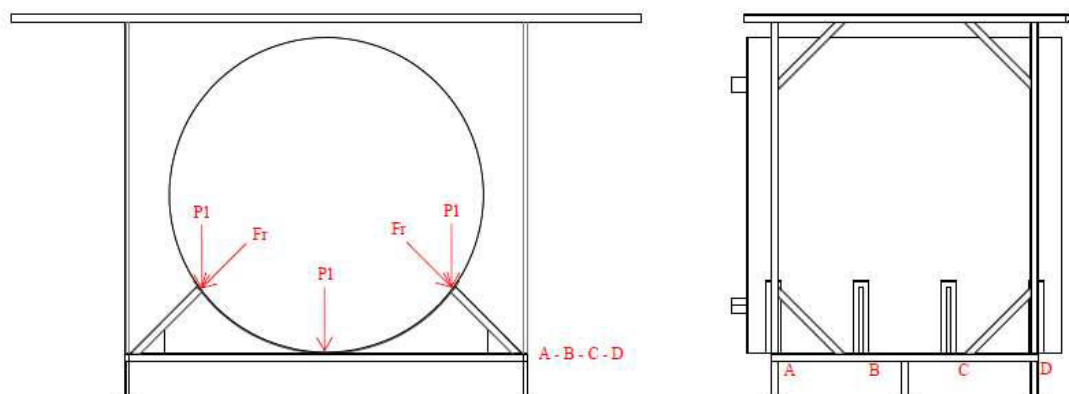
$$\begin{aligned} P &= P_{cha} + P_{aislante} \\ P &= (151.2 + 134.4 + 30.432 + 30.144 + 60.288)kg + (178.78 + 37.916)kg \\ P &= 623.16 Kg \end{aligned}$$

$$P = 631,16Kg \rightarrow \text{adoptamos } 700kg$$

Para el cálculo de la estructura, se hará la siguiente consideración:

El peso del horno incidirá en los soportes de los puntos 1, 2 y 3 junto con sus apoyos paralelos dados por las vigas A, B, C y D (ver figura).

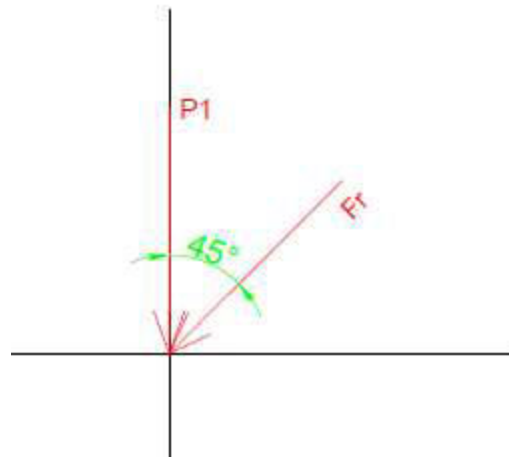
En función de la consideración antes dicha, dividimos el peso total del horno, por los 12 soportes.



Considerando que el horno es rígido:

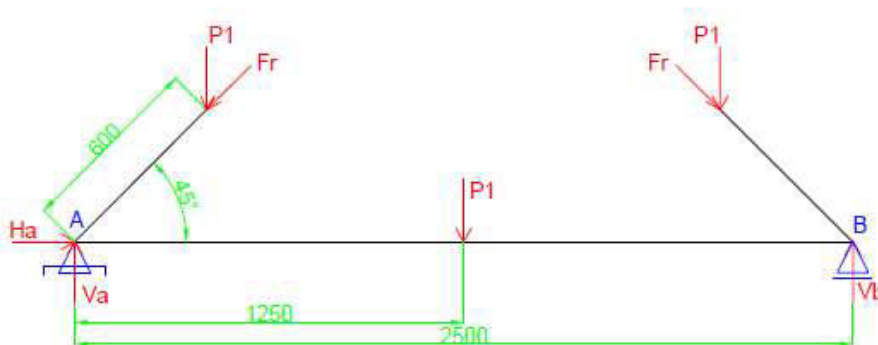
$$\begin{aligned} P &= 700 \frac{Kg}{12 \text{ apoyos}} = 58,33 \frac{Kg}{\text{apoyo}} \times 9,8 \frac{N}{1Kg} = \\ P1 &= 571,66 N \end{aligned}$$

Fuerza en el apoyo tangente:



$$Fr = P1 \times \cos(45^\circ) \Rightarrow Fr = 571,66 \text{ N} \times \cos(45^\circ) \Rightarrow Fr = 404,22 \text{ N},$$

2.1.2- Diagrama de cuerpo libre.



2.1.3- Reacciones de vínculo.

$$\Sigma F_H = -H_a = 0$$

$$\Sigma F_V = -V_a + 571,66 \text{ N} + 571,66 \text{ N} + 571,66 \text{ N} - V_b = 0$$

$$\Sigma M_A = (571,66 \text{ N} \times 0,424 \text{ m}) + (571,66 \times 1,250) + [571,66 \times (2,5 - 0,424 \text{ m})] - V_b \times (2,5 \text{ m}) = 0$$

$$V_b = \frac{2143,72 \text{ Nm}}{2,5 \text{ m}}$$

$$V_b = 857,49 \text{ N}$$

$$V_a = 571,66 \text{ N} + 571,66 \text{ N} + 571,66 \text{ N} - 857,49 \text{ N} =$$

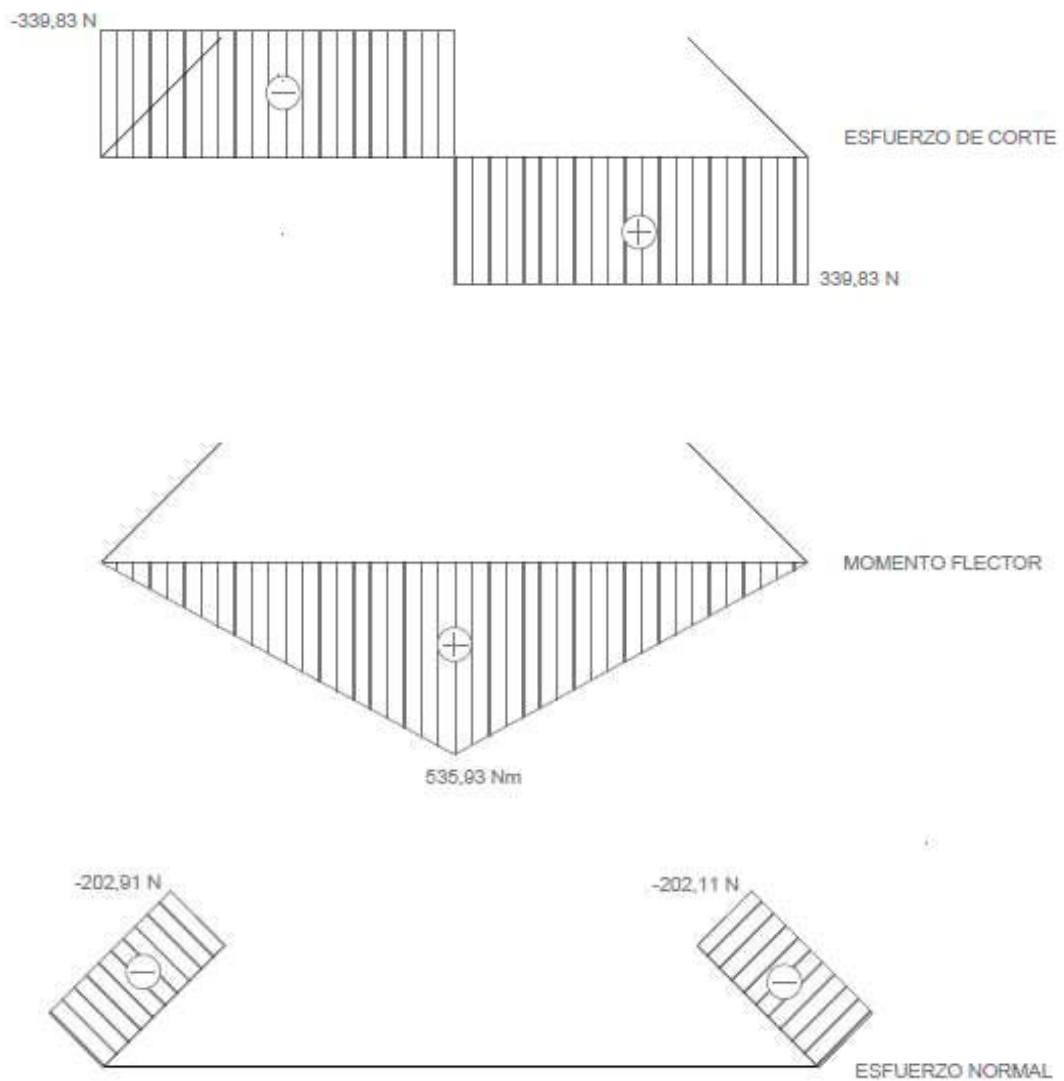
$$V_a = 857,49 \text{ N}$$

Momento máximo:

$$M_{max} = \frac{P \cdot L}{4} = \frac{857,49 \text{ N} \times (2,50 \text{ m})}{4}$$

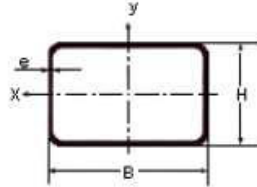
$$M_{max} = 535,93 \text{ Nm}$$

2.1.4- Diagramas característicos



2.1.5- Dimensionamiento a la flexión

Perfil adoptado:



Dimensiones		Peso p (kg/m)	Sección A (cm ²)	EJE X				EJE Y				Inercia a la torsión IT (cm ⁴)
H X B (mm)	e (mm)			Momento de Inercia Ix (cm ⁴)	Módulo resistente Wx (cm ³)	Módulo de plasticidad Sx (cm ³)	Radio de giro ix (cm)	Momento de Inercia Iy (cm ⁴)	Módulo resistente Wy (cm ³)	Módulo de plasticidad Sy (cm ³)	Radio de giro iy (cm)	
50 x 30	2,5	2,93	3,73	12,3	4,91	6,09	1,81	5,4	3,59	4,22	1,20	11,4
	3,0	3,48	4,43	14,2	5,69	7,13	1,79	6,2	4,12	4,91	1,18	13,1
	4,0	4,54	5,78	17,7	7,07	9,05	1,75	7,5	5,02	6,17	1,14	15,9
60 x 20	2,5	2,93	3,73	15,2	5,07	6,66	2,02	2,5	2,45	2,91	0,81	6,8
	3,0	3,48	4,43	17,6	5,88	7,79	2,00	2,8	2,77	3,35	0,79	7,6
	4,0	4,54	5,78	21,9	7,31	9,89	1,95	3,3	3,25	4,13	0,75	8,9

$$\sigma_{f \text{ acero } 1010} = 2300 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$K = \frac{1}{1,76} = 0,568 \Rightarrow \text{factor de seguridad}$$

$$\sigma_{adm} = 0,568 \times \sigma_{f \text{ acero } 1010}$$

$$\sigma_{adm} = 1306 \frac{Kg}{cm^2}$$

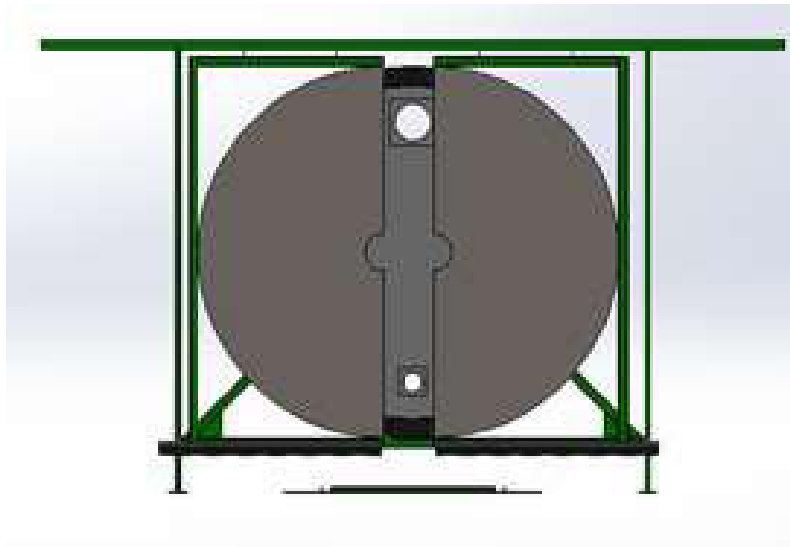
$$\sigma_T = \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{535,93 \text{ Nm}}{4,91 \text{ cm}^3} \times \frac{1 \text{ Kg}}{9,8 \text{ N}} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} =$$

$$\sigma_T = 1113,78 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_T < \sigma_{adm} \Rightarrow \text{EL PERFIL ADOPTADO VERIFICA}$$

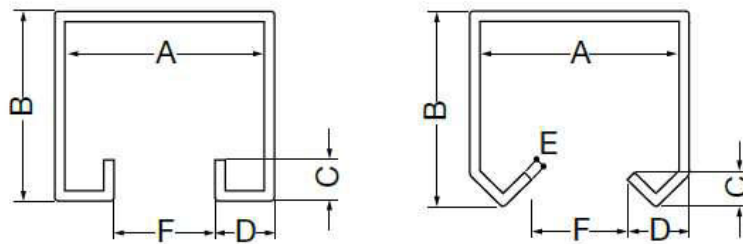
2.2- Selección de dispositivos para el movimiento de las puertas.

Las puertas se desplazaran sobre el riel, y se colocaran 2 carros por puerta para permitir su movimiento.



2.2.1- Riel de la puerta.

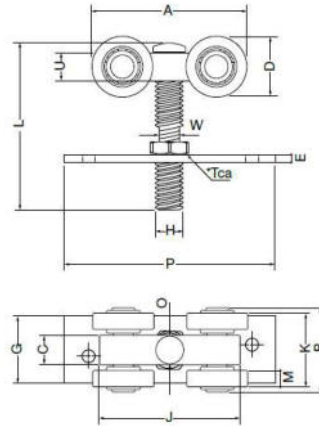
Seleccionamos el riel de la puerta del catálogo Arena, artículo 174.



Artículo	A	B	C	D	E	F	L (metros)	Peso (kg)
168A	28	22,5	4	10,5	0,9	8	6	4,2
164A	34	28	6	13	1,25	10	6	7
164V	33,5	26	5	12	1,25	11	6	6
170L	41	35	7	15	1,6	13	6	10,5
170R	40	34	7	15	2	13	6	13,2
172A	43,5	40	7	17	2	13	6	15
174A	49	46,5	7	19,5	2	14	6	17,5
174R	55	52	8	19	2,25	17	6	17,5
700	67	72	13	25	3,2	17	6	17,5

2.2.2- Carro para las puertas

Soportan hasta 500 kg, se utilizaran dos carros por cada puerta.



Cuadro de medidas (mm.)

* Rd.= Perfil de Rueda. * Tca.= Tuerca. * Ny.= Nylon * Ac.= Acero.

Artículo	A	B	C	D	E	G	H	J	K	L	M	O	P	R	S	T	U	W	Rd.	Tca.	Pcs.	Ny.	Ac. (kg)
168	53	25	9,5	20	2,5	22	1/4	46	22	46	5	7	70	40	1,5	4	9,5	5	Plano	1/4	50	4,7	6
164	61	31	15	25	3,2	22,2	5/16	50	26	53	5,5	8	91	53	3,5	5,5	9	6,8	Plano	5/16	50	8	10,9
164V	60	31	15	24	3,2	22,2	5/16	50	28	53	6	8	91	53	3,5	5,5	9	6,8	Redondo	5/16	50	8,7	10,5
170	82	38	19	32	4,8	22,2	7/16	66	35	79	7	11,3	91	53	3,5	6	12,3	9	Plano	7/16	20	6,7	10
172	87	39	19	38	4,8	22,2	7/16	66	38	79	8	11,3	91	53	3,5	6	12,3	9	Plano	7/16	20	—	12
174	95	45	19	45	4,8	25,4	7/16	66	44	79	10	11,3	134	85	4	6	19	9	Plano	7/16	20	—	19

2.2.3- Guía

Se utilizara un perfil U, como guía para el desplazamiento del carro.

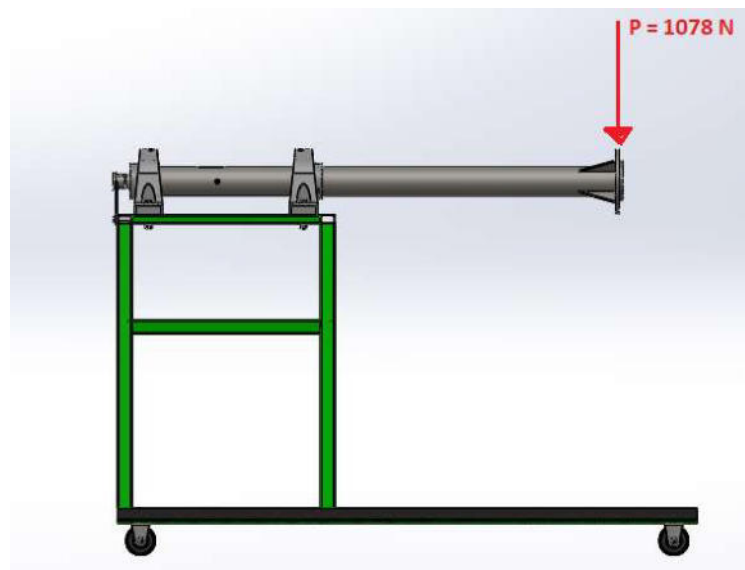


Perfiles U chicos

Medidas	Largo (m)	Peso (kg/m)
40x20x5	6	2,9
50x25x5	6	3,9
60x30x6	6	5,1
50x38x5	6	5,6
65x42x5,5	6	7,1

2.3- CÁLCULO ESTRUCTURA CARRO.

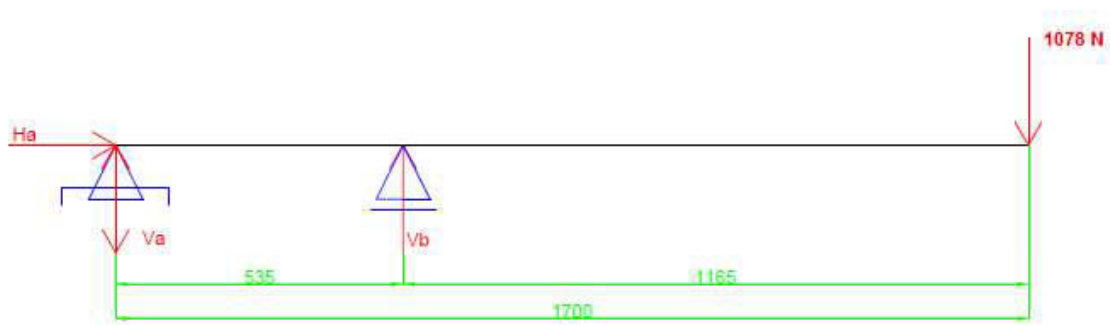
En la imagen se muestra la carga que se ejercerá en la cañonera, dada por el peso del conjunto del sistema de rotación, matriz y producto, el cual reaccionará en los soportes de rodamientos, y transmitirán cargas hacia la estructura del carro, razón por la cual se puede determinar la sección, de manera que soporte tanto el peso propio de los ejes y los accesorios que forman parte para de la estructura, así como también la carga máxima ejercida por los moldes en el extremo de los ejes cuyo valor es de 1078 N.



2.3.1-Reacciones de vínculo.

En principio se calcularán las reacciones en los soportes de rodamiento, haciendo un análisis con cargas puntuales, a los efectos de obtener las reacciones dadas por la carga en el extremo del eje. Luego se realizara el análisis teniendo en cuenta el peso de los diferentes componentes, los cuales actuarán como cargas distribuidas.

Estas reacciones luego se sumaran por método de superposición, en la sección más solicitada de la estructura, la cual será el soporte de rodamiento más cercano a la carga del eje de 1078 N.



$$\Sigma F_{v1} = V_{a1} - V_{b1} + 1078 N = 0$$

$$\Sigma F_{h1} = H_a = 0$$

$$\Sigma M^a = -(V_{b1} \cdot 0,535m) + (1078 N \cdot 1,7m) = 0$$

$$V_{b1} = \frac{1078 N \cdot 1,7 m}{0,535m}$$

$$V_{b1} = 3426 N$$

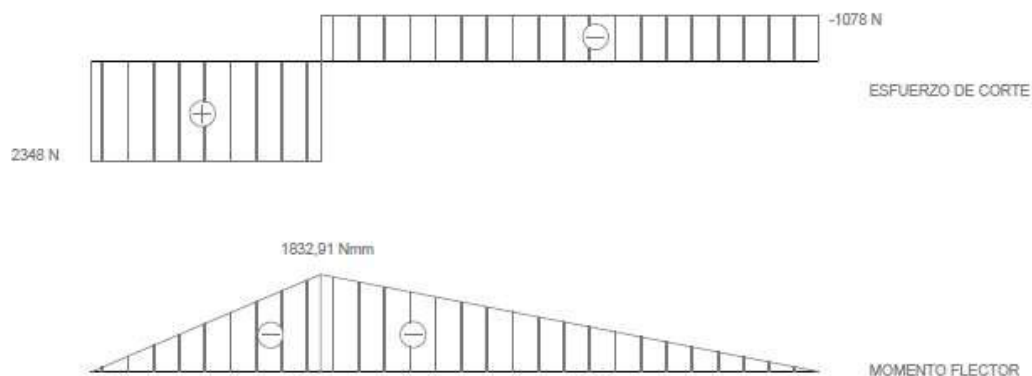
$$V_{a1} = V_{b1} - 1078 N$$

$$V_{a1} = 2348 N$$

$$M_f^a = -(V_{b1} \cdot d)$$

$$M_f^a = -(3426N \times 0,535) = -1832,91Nm$$

2.3.1.1- Diagramas característicos de las cargas puntuales



A estos esfuerzos debemos adicionarles el peso del eje y cañonera, que actuarán en el carro como una carga uniformemente distribuida.

$$Peso \text{ cañonera} = 15,9 \frac{Kg}{m}$$

$$Peso \text{ eje} = 2,23 \frac{Kg}{m}$$

Con lo cual, tendremos:

$$P_{cañonera+eje} = (15,9 + 2,23) \frac{Kg}{m} \times \left(\frac{9,8N}{1Kg} \right)$$

$$P_{cañonera+eje} = 173,3 \frac{N}{m}$$

Esta carga actuará en la estructura, de la siguiente forma:

$$q = P \cdot l$$

Entonces:

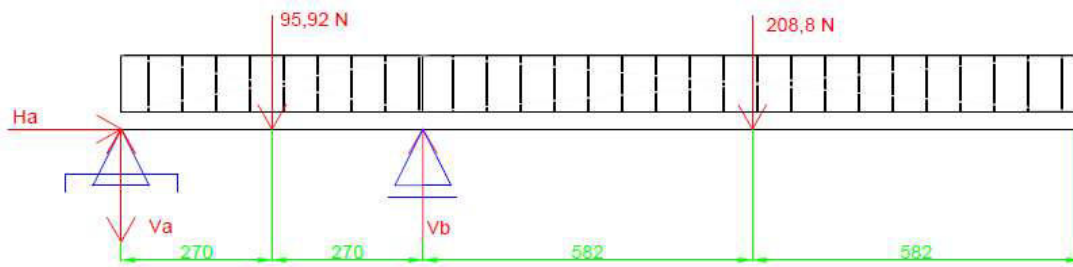
$$q_1 = 179,3 \frac{N}{m} \cdot 0,535m$$

$$q_1 = 95,92 N$$

$$q_2 = 179,3 \frac{N}{m} \times 1,165m$$

$$q_2 = 208,8 N$$

Con lo cual, nuestro esquema será:



$$\Sigma F_{v2} = V_{a2} + 95,92 N - V_{b2} + 208,8 N = 0$$

$$\Sigma F_{h2} = H_a = 0$$

$$\Sigma M^a = (95,92 N \cdot 0,27m) - (V_{b1} \cdot 0,535m) + (208,8 N \cdot 1,117m) = 0$$

$$V_{b2} = \frac{25,9 Nm + 233,22 Nm}{0,535m}$$

$$V_{b2} = 484,35 N$$

$$V_{a2} = -95,92N + 484,35N - 208,8 N$$

$$V_{a2} = 179,63 N$$

Momento máximo:

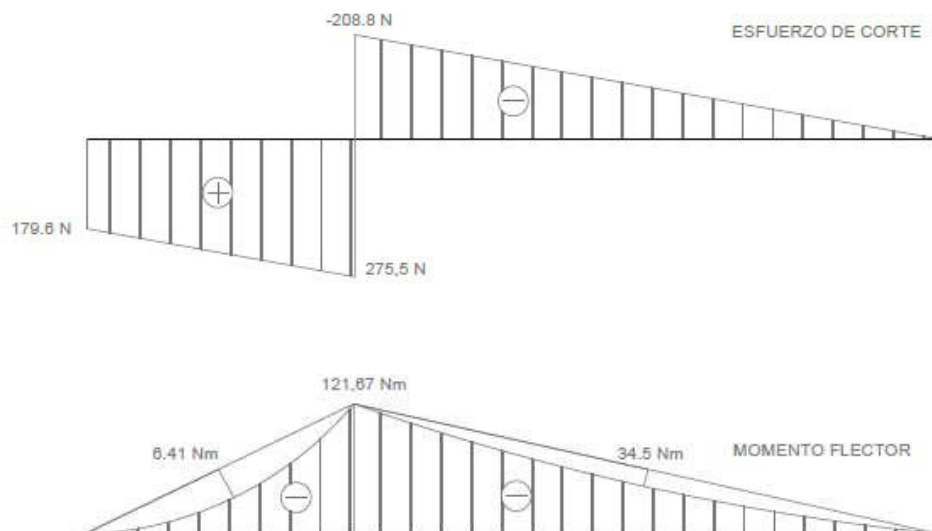
$$M = \frac{q \cdot l^2}{8}$$

$$M_1 = \frac{179,3 \frac{N}{m} \cdot (0,535m)^2}{8} = 6,41 Nm$$

$$M_2 = \frac{179,3 \frac{N}{m} \cdot (1,117m)^2}{8} = 34,5 Nm$$

$$M_{max} = \frac{q \cdot l^2}{2} = \frac{179,3 \frac{N}{m} \cdot (1,165m)^2}{2} \Rightarrow M_{max} = 121,67 Nm$$

2.3.1.2- Diagramas característicos de la carga uniforme



2.4- Calculo de las vigas del carro

Para el diseño de la viga se considera la reacción más crítica obtenida en los soportes fijos, que en este caso sería en el soporte de rodamiento más cercano a la carga $P=1078N$.

$$V_{b1} = 3426 N$$

$$V_{b2} = 484,35 N$$

A estas reacciones, le adicionaremos el peso del soporte de rodamiento;

$$P_{soporte\ de\ rodamiento} = 17,6 Kg \cdot \left(\frac{9,8N}{Kg}\right) = 172,48N$$

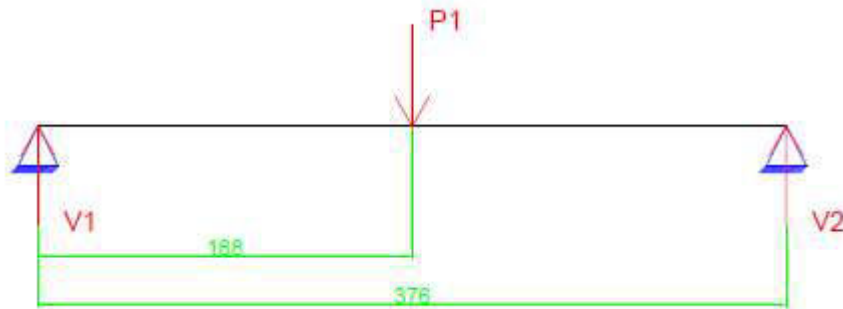
Entonces, la carga total será;

$$P_1 = V_{b1} + V_{b2} + P_{soporte\ de\ rodamiento}$$

$$P_1 = 3426 N + 484,35 N + 172,49 N$$

$$P_1 = 4083 N$$

Finalmente, la carga que se aplica en la viga será:



2.4.1- Reacciones en los extremos de la viga

$$V1 = V2 = \frac{P1}{2} = \frac{4083 N}{2}$$

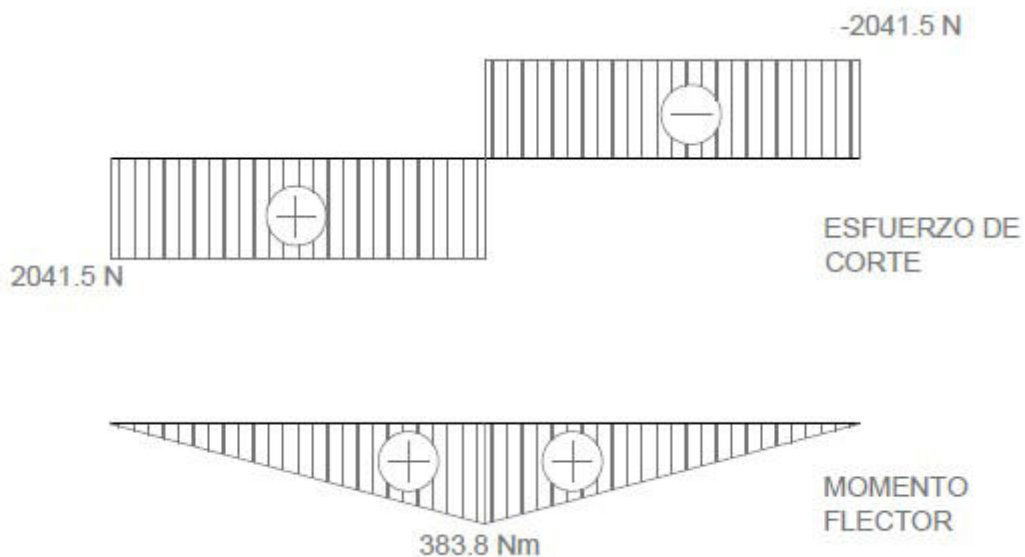
$$V1 = V2 = 2041,5 N$$

Momento máximo

$$M_{max} = \frac{P1 \cdot L}{4} = \frac{4083 N \cdot (0,376 m)}{4}$$

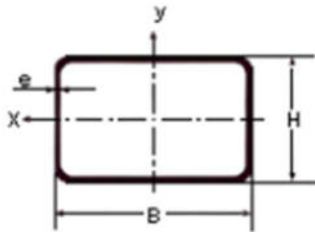
$$M_{max} = 383,80 Nm$$

2.4.1.1-Diagramas característicos:



2.4.2- Dimensionamiento a la flexión

Perfil adoptado



Dimensiones		Peso p (kg/m)	Sección A (cm ²)	EJE X				EJE Y				Inercia a la torsión IT (cm ⁴)
H x B (mm)	e (mm)			Momento de Inercia Ix (cm ⁴)	Módulo resistente Wx (cm ³)	Módulo de plasticidad Sx (cm ³)	Radio de giro ix (cm)	Momento de Inercia Iy (cm ⁴)	Módulo resistente Wy (cm ³)	Módulo de plasticidad Sy (cm ³)	Radio de giro iy (cm)	
50 x 30	2,5	2,93	3,73	12,3	4,91	6,09	1,81	5,4	3,59	4,22	1,20	11,4
	3,0	3,48	4,43	14,2	5,69	7,13	1,79	6,2	4,12	4,91	1,18	13,1
	4,0	4,54	5,78	17,7	7,07	9,05	1,75	7,5	5,02	6,17	1,14	15,9
60 x 20	2,5	2,93	3,73	15,2	5,07	6,66	2,02	2,5	2,45	2,91	0,81	6,8
	3,0	3,48	4,43	17,6	5,88	7,79	2,00	2,8	2,77	3,35	0,79	7,6
	4,0	4,54	5,78	21,9	7,31	9,89	1,95	3,3	3,25	4,13	0,75	8,9

$$\sigma_{f \text{ acero } 1010} = 2300 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$K = \frac{1}{1,76} = 0,568 \Rightarrow \text{factor de seguridad}$$

$$\sigma_{adm} = 0,568 \times \sigma_{f \text{ acero } 1010}$$

$$\sigma_{adm} = 1306 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_T = \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{383,80 \text{ Nm}}{4,91 \text{ cm}^3} \times \frac{1 \text{ Kg}}{9,8 \text{ N}} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} =$$

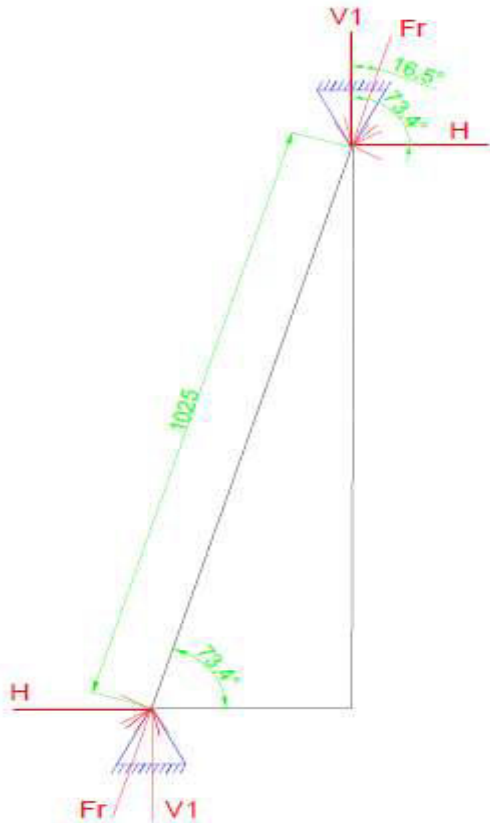
$$\sigma_T = 797,62 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_T < \sigma_{adm} \Rightarrow \text{EL PERFIL ADOPTADO VERIFICA}$$

NOTA: si bien el perfil adoptado está sobredimensionado, y se podría adoptar un perfil de menor sección, se adoptó este perfil teniendo en cuenta que la maquina podrá funcionar con distintas matrices para la fabricación de diversos productos y por consiguiente, podrá trabajar con mayores cargas.

2.5- Cálculo de columnas carro.

Para el diseño de la columna (ver plano ENS-02, numero de elemento 3) elegimos un perfil igual al de la viga para que todo sea simétrico. Para el cálculo, consideramos la carga máxima en los extremos de la viga, la cual fue de $V1=2041,5N$. Luego verificamos a pandeo.



2.5.1- Descomponemos las fuerzas actuantes

$$V1 = 2041,5N$$

$$Fr = 2041,5 \times \cos(16.5^\circ) \Rightarrow Fr = 1957,43 N$$

2.5.2- Dimensionamiento

$$\sigma_{comp. \text{ acero } 1010} = 2800 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$K = \frac{1}{2} = 0,5 \Rightarrow \text{factor de seguridad}$$

$$\sigma_{adm} = 0,5 \times \sigma_{comp \text{ acero } 1010}$$

$$\sigma_{adm} = 1400 \frac{Kg}{cm^2}$$

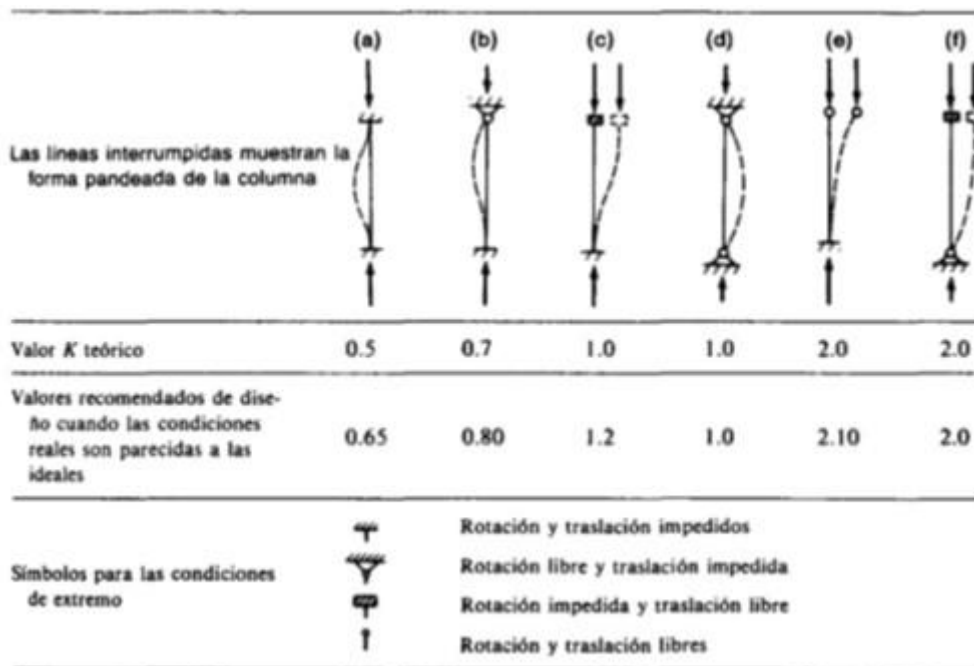
$$\sigma_T = \frac{Fr}{A} = \frac{1957,43 \text{ N}}{3,73 \text{ cm}^2} \times \frac{1 \text{ Kg}}{9,8 \text{ N}} =$$

$$\sigma_T = 53,54 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$\sigma_T < \sigma_{adm} \Rightarrow$ EL PERFIL ADOPTADO VERIFICA

2.5.3- Verificamos la sección de la columna mediante pandeo

$$P_{crit} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{s_k^2}$$



Donde:

E : módulo de elasticidad longitudinal = $2,1 \times 10^6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

I : momento de inercia = $5,4 \text{ cm}^4$

s_k^2 : luz pandeo = $k \cdot l$

tomando un $k = 0,65$

La tensión crítica de pandeo de Euler, será;

$$P_{crit} = \frac{\pi^2 \times 2,1 \times 10^6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 5,4 \text{ cm}^4}{(0,65 \times 102,5 \text{ cm})^2}$$

$$P_{crit} = 25213,80 \text{ Kg}$$

$$\theta_{crit} = \frac{P_{crit}}{A}$$

$$\theta_{crit} = \frac{25213,80 \text{ Kg}}{3,73 \text{ cm}^2}$$

$$\theta_{crit} = 6759,73 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{comp. \text{ acero } 1010} = 1400 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} < \theta_{crit} = 6759,73 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Lo que nos indica, que el perfil romperá antes por compresión que por pandeo, por lo que el perfil adoptado verifica.

2.6- RELACIÓN DE ROTACIÓN

En las máquinas para Rotomoldeo hay tres parámetros fundamentales:

- Capacidad de calentamiento
- Tiempo promedio por ciclo
- Velocidad de rotación del molde.

A continuación se muestra una tabla con diferentes relaciones de rotación de los ejes tomando en consideración, la forma del producto.

Tabla IX Relación de rotación establecida con base a ensayo y error

Relación de rotación para formas típicas				
Flecha interna mayor	Flecha externa menor	Formas	Velocidad típica para P:E: (rpm)	
Relación de rotación			Eje mayor	Eje menor
1:4		Llantas, ductos curvos de aire, ángulos de tubos, rectángulos planos. Pelotas con lados delgados al 4:1, cilindros montados verticalmente.	4	20
			5	25
			6	30
1:5		Cilindros montados verticalmente	5	25

En nuestro caso, será:

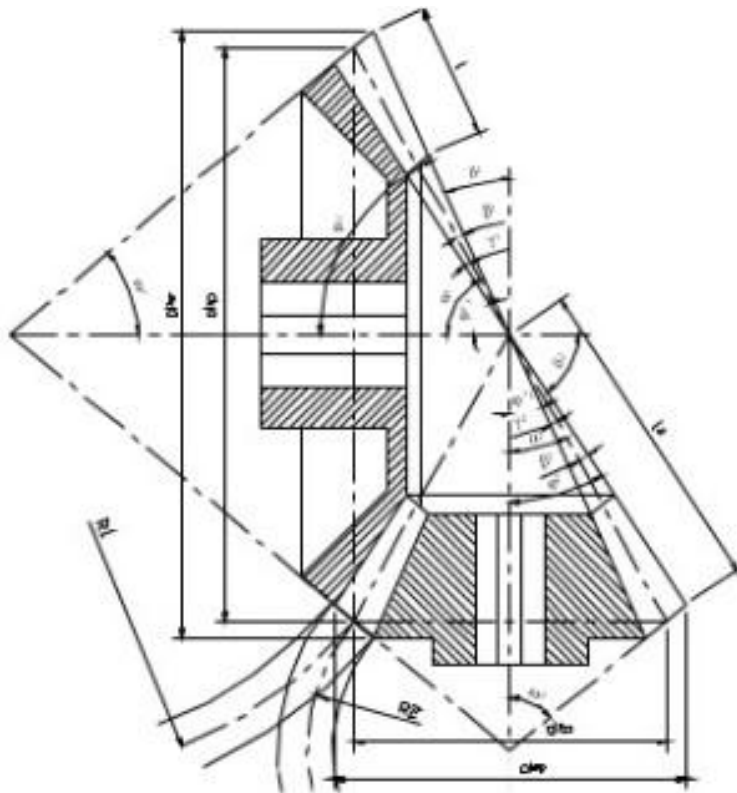
RELACIÓN DE ROTACIÓN PARA MOLDE CILÍNDRICO	VELOCIDAD DE ROTACIÓN (RPM)	
1:5	EJE PRINCIPAL	EJE SECUNDARIO
	5	25

2.7- CÁLCULO DE ENGRANAJES.

Para conseguir el movimiento biaxial de nuestro molde, la disposición del eje principal como secundario se corta en un mismo plano en ángulo recto, por lo que debemos emplear engranajes cónicos. En nuestro caso optaremos por engranajes cónicos de dientes rectos.

	ENGRANAJES	
	EJE PRINCIPAL	EJE SECUNDARIO
N° DE DIENTES (Z)	$Z = 20 \times 5 = 100$	$Z = 20$
MÓDULO (M)	$M = 2$	$M = 2$
DIÁMETRO PRIMITIVO $\varnothing P = Z \times M$	$\varnothing P = 100 \times 2 = 200\text{mm}$	$\varnothing P = 20 \times 2 = 40\text{mm}$

2.7.1-Diseño engranaje para eje principal.



Módulo:

$M = 2$

N° de dientes:

$Z = 100$

Ángulo primitivo:

$$\gamma = 78,69^\circ$$

Diámetro primitivo:

$$D_p = M \times Z = 2 \times 10 = 200mm$$

Diámetro exterior:

$$D_{em} = D_p + (2 \times M \times \cos\alpha) = 200mm + (2 \times (2) \times \cos(78,69^\circ)) = 200,784 mm$$

Diámetro interior:

$$D_{im} = D_p - (1,167 \times (2 \times M \times \cos\alpha)) = 200mm - ((1,167)2 \times (2) \cos(78,69^\circ)) = 199,082 mm$$

Anchura de cara (Longitud del diente):

$$b = 10 \times M = 10 \times 2 = 20mm$$

Generatriz del cono:

$$L = \frac{\phi_p}{2 \times (\text{sen}\alpha)} = \frac{200mm}{2 \times \text{sen}(78,69^\circ)} = 101,980 mm$$

Ángulo (Addendum):

$$\text{tg}\alpha = \frac{M}{L} = \frac{2}{101,980mm} = 0,0196 \rightarrow \text{arctg}(0,0196^\circ) = 1,1228^\circ$$

Ángulo (Dedendum)

$$\text{tg}\delta = 1,167 \frac{M}{L} = 1,167 \times \frac{2}{101,980mm} = 0,0228 \rightarrow \text{arctg}(0,0228^\circ) = 1,306^\circ$$

Ángulo de cara:

$$\lambda = \gamma + \alpha = 78,69^\circ + 1,1228^\circ = 79,8128^\circ$$

Ángulo de fondo:

$$\varphi = \lambda - (\alpha + \delta) = 79,9128^\circ - (1,1228^\circ + 1,306^\circ) = 77,384^\circ$$

Altura del diente:

$$H = 2,167 \times M = 2,167 \times (2) = 4,334 mm$$

2.7.2- Diseño engranaje eje secundario

Módulo:

$$M = 2$$

Nº de dientes:

$$Z = 20$$

Ángulo primitivo:

$$\gamma = 11,31^\circ$$

Diámetro primitivo:

$$D_p = M \times Z = 2 \times 20 = 40mm$$

Diámetro exterior:

$$D_{em} = D_p + (2 \times M \times \cos\alpha) = 40mm + 2 \times (2) \cos(11,31^\circ) = 43,922 \text{ mm}$$

Diámetro interior:

$$D_{im} = D_p - (1,167(2 \times M \times \cos\alpha)) = 40mm - ((1,167)2 \times (2) \cos(11,31^\circ)) = 35,422 \text{ mm}$$

Anchura de cara (Longitud del diente):

$$b = 10 \times M = 10 \times 2 = 20mm$$

Generatriz del cono:

$$L = \frac{\phi_p}{2 \times (\text{sena}\alpha)} = \frac{40mm}{2 \times \text{sen}(11,31^\circ)} = 101,979 \text{ mm}$$

Ángulo (Addendum):

$$\text{tg}\alpha = \frac{M}{L} = \frac{2}{101,979mm} = 0,0196 \rightarrow \text{arctg}(0,0196^\circ) = 1,122^\circ$$

Ángulo (Dedendum)

$$\text{tg}\delta = 1,167 \frac{M}{L} = 1,167 \cdot \frac{2,5}{101,979 \text{ mm}} = 0,0228 \rightarrow \text{arctg}(0,0228^\circ) = 1,306^\circ$$

Ángulo de cara:

$$\lambda = \gamma + \alpha = 11,31^\circ + 1,122^\circ = 12,432^\circ$$

Ángulo de fondo:

$$\varphi = \lambda - (\alpha + \delta) = 12,432^\circ - (1,122^\circ + 1,306^\circ) = 10,104^\circ$$

Altura del diente:

$$H = 2,167 \times M = 2,167 \times (2) = 4,334 \text{ mm}$$

2.8- CALCULO DE EJES

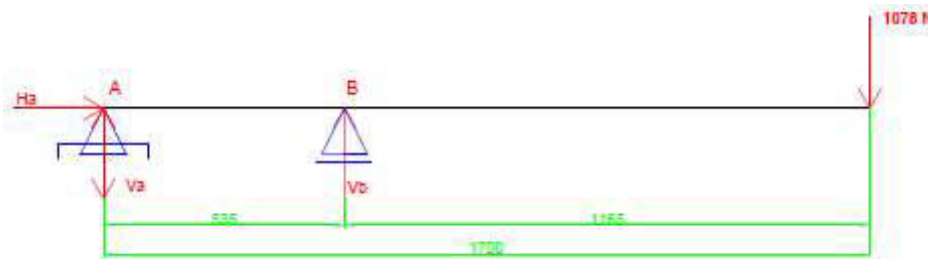
2.8.1- Diseño del diámetro del eje principal.

Para el diseño del eje principal se considera, que solo existirá una carga crítica que es de $110 \text{ Kg} = 1078 \text{ N}$. y el eje debe ser perforado para que ingrese en su interior el eje interno.

Diagrama de cuerpo libre



2.8.1.1- Las reacciones serán;



$$\Sigma F_v = V_a - V_b + 1078 \text{ N} = 0$$

$$\Sigma F_h = H_a = 0$$

$$\Sigma M^a = -(V_b \cdot 0,535\text{m}) + (1078 \text{ N} \cdot 1,7\text{m}) = 0$$

$$V_b = \frac{1078 \text{ N} \cdot 1,7 \text{ m}}{0,535\text{m}}$$

$$V_b = 3426 \text{ N}$$

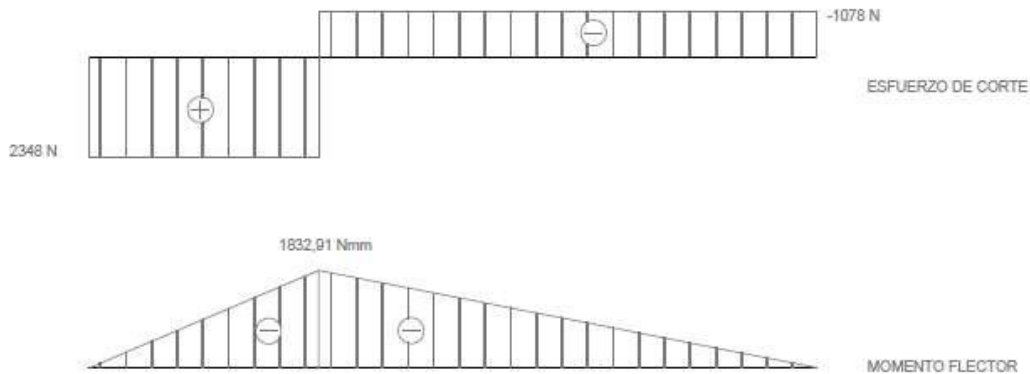
$$V_a = V_b - 1078 \text{ N}$$

$$V_a = 2348 \text{ N}$$

$$M_f^a = -(V_{b1} \cdot d)$$

$$M_f^a = -(3426\text{N} \times 0,535) = -1832,91\text{Nm}$$

2.8.1.2- Diagramas característicos de la carga.

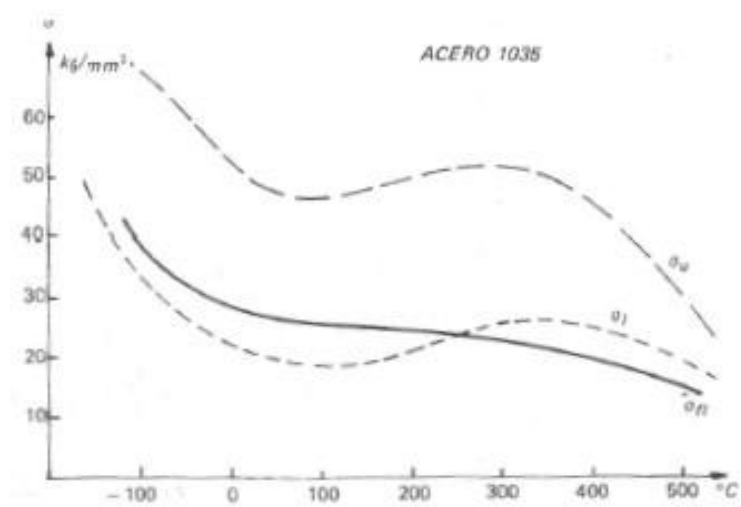


2.9- Dimensionamiento del eje principal.

Para el cálculo el diámetro del eje perforado, se hará la siguiente consideración;

Las tensiones de rotura, de fluencia y fatiga dadas por los resultados de los ensayos realizados a 20 °C, se deben modificar para el cálculo de órganos de máquinas que trabajen a altas o bajas temperaturas.

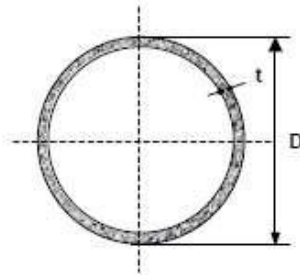
En general, para todos los metales, la resistencia y el módulo de elasticidad bajan con el aumento de la temperatura, con excepción de la tensión de rotura a tracción de los aceros ordinarios de bajo contenido de carbono, que aunque baja levemente para temperaturas próximas a 100°C, alcanza su valor máximo entre los 200°C y 300°C (aunque su módulo de elasticidad no sea mayor que el que tiene a 20°C), para caer después a valores muy bajos. En estos aceros la tensión de fluencia baja siempre con la temperatura y cada vez más bruscamente, por lo que no deben utilizarse a más de 350°C.



En función de estas consideraciones, creemos que es óptimo adoptar un coeficiente de seguridad de 4.

El material para la construcción del eje principal perforado es:

Tubos de acero
Sección Circular
IRAM-IAS
U 500-218
U 500-2592



- D = Diámetro exterior
- t = Espesor de pared
- p = Área exterior por metro lineal
- A = Sección bruta
- g = Peso por metro lineal
- I = Momento de Inercia
- S = Módulo elástico resistente
- r = Radio de giro
- Z = Módulo plástico
- J = Módulo de Torsión
- C = Constante torsional

D	t	p	Ag	g	I	S	r	Z	J	C
[mm]	[mm]	[m ² /m]	[cm ²]	[Kg/m]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]
88.9	4.76	0.28	12.58	9.88	111.70	25.13	2.98	33.74	223.40	50.26
	5.50	0.28	14.41	11.31	125.84	28.31	2.96	38.32	251.67	56.62
	6.35	0.28	16.47	12.93	141.11	31.74	2.93	43.37	282.21	63.49
101.6	2.00	0.32	6.26	4.91	77.63	15.28	3.52	19.85	155.26	31.15
	2.50	0.32	7.78	6.11	95.61	18.82	3.50	24.56	191.22	38.55
	3.20	0.32	9.89	7.77	119.85	23.59	3.48	31.00	239.71	48.65
	4.00	0.32	12.26	9.63	146.28	28.80	3.45	38.13	292.57	59.82
	4.76	0.32	14.48	11.37	170.17	33.50	3.43	44.68	340.33	70.08
	6.35	0.32	19.00	14.92	216.45	42.61	3.38	57.71	432.89	85.22

Con lo que el cálculo, nos arroja;

$$\sigma_{f \text{ acero } 1010} = 2300 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$K = \frac{1}{4} = 0,25 \Rightarrow \text{factor de seguridad}$$

$$\sigma_{adm} = 0,25 \times \sigma_{f \text{ acero } 1010}$$

$$\sigma_{adm} = 575 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$M_f = 1832,91 Nm \times \frac{1Kg}{9,8 N} \times \frac{100cm}{1m} \Rightarrow M_f = 18703,16 Kg.cm$$

$$M_t = F \times r \Rightarrow M_t = 110 Kg \times 5,08cm \Rightarrow M_t = 558,8 Kg.cm$$

$$M_{equivalente} = \sqrt{M_f^2 + M_t^2}$$

$$M_{equivalente} = \sqrt{(18703,16 Kg.cm)^2 + (558,8 Kg.cm)^2}$$

$$M_{equivalente} = 18711,50 Kg.cm$$

$$\sigma_T = \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{18711,50 \text{ Kg.cm}}{42,61 \text{ cm}^3} =$$

$$\sigma_T = 439,13 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$\sigma_T < \sigma_{adm} \Rightarrow$ EL PERFIL ADOPTADO VERIFICA

2.9.1- Dimensionamiento de eje interior

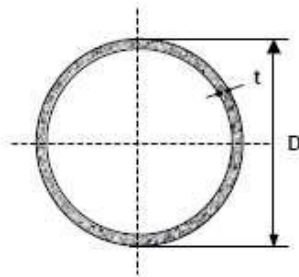
Para el eje interior, se harán las siguientes consideraciones:

El eje trabaja fijo.

Los requerimientos de cargas actuantes son despreciables, debido a que solo actuarán sobre los rozamientos de rodamientos y peso propio, por lo q no creamos necesario su cálculo.

Se adoptará el siguiente perfil:

Tubos de acero
Sección Circular
IRAM-IAS
U 500-218
U 500-2592



- D = Diámetro exterior
- t = Espesor de pared
- p = Área exterior por metro lineal
- A = Sección bruta
- g = Peso por metro lineal
- I = Momento de Inercia
- S = Módulo elástico resistente
- r = Radio de giro
- Z = Módulo plástico
- J = Módulo de Torsión
- C = Constante torsional

D	t	p	Ag	g	I	S	r	Z	J	C
[mm]	[mm]	[m ² /m]	[cm ²]	[Kg/m]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]
22.22	1.60	0.07	1.04	0.81	0.55	0.50	0.73	0.68	1.11	1.00
	2.00	0.07	1.27	1.00	0.66	0.59	0.72	0.82	1.31	1.18
25.4	0.70	0.08	0.54	0.43	0.41	0.33	0.87	0.43	0.83	0.67
	0.90	0.08	0.69	0.54	0.52	0.41	0.87	0.54	1.04	0.85
	1.25	0.08	0.95	0.74	0.69	0.55	0.85	0.73	1.39	1.14
	1.60	0.08	1.20	0.94	0.85	0.67	0.84	0.91	1.70	1.34
	2.00	0.08	1.47	1.15	1.01	0.80	0.83	1.10	2.03	1.60
	2.50	0.08	1.80	1.41	1.19	1.19	0.94	0.81	1.32	2.39
31.75	0.90	0.10	0.87	0.68	1.04	0.65	1.09	0.86	2.08	1.34
	1.25	0.10	1.20	0.94	1.40	0.88	1.08	1.16	2.79	1.83
	1.60	0.10	1.52	1.19	1.73	1.09	1.07	1.46	3.45	2.18
	2.00	0.10	1.87	1.47	2.08	1.31	1.05	1.77	4.15	2.62
	2.50	0.10	2.30	1.80	2.47	1.56	1.04	2.14	4.95	3.12
	3.20	0.10	2.87	2.25	2.98	1.87	1.02	2.62	5.92	3.73

2.10- CÁLCULO DEL SISTEMA MOTRIZ

2.10.1- Eje principal perforado o cañonera.

- Torque requerido para el sistema motriz.

La fuerza aplicada sobre el eje, es de 1078 N.

Por lo que el torque necesario será:

$$T = F \times r$$

El radio de el eje principal, ya lo habíamos determinado en el cálculo del mismo.

$$r = \frac{\text{Diametro}}{2} \Rightarrow r = \frac{101,6 \text{ mm}}{2} \Rightarrow r = 50,8 \text{ mm}$$

De manera que;

$$T = 1078 \text{ N} \times 50,8 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}$$

$$T = 54,76 \text{ Nm}$$

2.10.2- Potencia del motor.

La potencia a transmitir se determina con:

$$P_0 = T \times w$$

$$w = n \frac{2\pi}{60}$$

$$\Rightarrow P_0 = \frac{T \cdot 2\pi \cdot n}{60}$$

$$n = 5 \text{ rpm}$$

$$P_0 = \frac{54,76 \text{ Nm} \times 2\pi \times 5 \text{ rpm}}{60}$$

$$P_0 = 28,672 \text{ W} \cdot \left(\frac{1 \text{ HP}}{746 \text{ W}} \right)$$

$$P_0 = 0,038 \text{ HP}$$

A esta potencia la tenemos que afectar por el rendimiento del motoreductor, el cual será

$$\eta_{\text{motoreductor}} = 0,58$$

$$P_{\text{efectiva}} = \frac{P_0}{\eta_{\text{motoreductor}}} = \frac{0,038 \text{ HP}}{0,58}$$

$$P_{\text{efectiva}} = 0,065 \text{ HP}.$$

Con el cálculo obtenido de la potencia efectiva, seleccionaremos el motoreductor teniendo en cuenta, que esta máquina podrá trabajar con diferentes productos, con lo que varía el peso de la carga.

En función de estas consideraciones, Seleccionamos un motoreductor combinado engranaje, tornillo sin fin y corona de 1/2 HP.



		Datos de la Unidad Reductora								
Potencia (HP)	n2 (r.p.m.)	12	10	7,5	6	5	3,5	3	2,5	
	Relación i	120	150	180	240	300	400	500	600	
0,16	Reductor	PC063/040	PC063/050	PC063/050	PC063/063	063/063	030/050	030/063	030/063	
	Mz (Kgmf)	5,7	6,8	7,5	9,2	10,3	14,20	17,10	20,80	
0,25	Reductor	PC063/050	PC063/050	PC063/063	PC063/063	PC063/063	030/063	030/063	040/075	
	Mz (Kgmf)	8,7	10,1	11,7	13,9	15,5	22,2	25,7	36,2	
0,33	Reductor	PC071/063	PC071/063	PC071/063	PC071/075	PC071/075	040/075	040/075	040/090	
	Mz (Kgmf)	12,5	14,3	16,3	20,1	23	33,6	38,4	51,2	
0,5	Reductor	PC071/063	PC071/075	PC071/075	PC071/090	PC071/090	040/090	040/090	040/090	
	Mz (Kgmf)	18,5	22,3	25,4	32,1	37,1	52,3	61,1	75,5	
0,75	Reductor	PC080/075	PC080/090	PC080/090	PC080/090	080/110	050/110	050/110	050/110	
	Mz (Kgmf)	28,4	35,5	39,8	47,7	59,7	82,6	98,4	118	
1	Reductor	PC080/090	PC080/090	PC080/110	PC090/110	050/110	050/110	063/130	063/130	
	Mz (Kgmf)	40,5	48,3	58	70,2	87,1	112,6	135,8	163,1	
1,5	Reductor	PC090/110	PC090/110	PC090/130	PC090/130	063/130	063/130	063/150	063/150	
	Mz (Kgmf)	59,9	68,6	84,3	96,2	131,2	167,1	189,3	224,2	
2	Reductor	PC090/110	PC090/130	PC090/130	-	063/130	063/150	063/150	063/150	
	Mz (Kgmf)	81,7	93,6	114,9	-	178,9	220,8	252,8	305,7	

2.10.3- Variador de velocidad

Para nuestra aplicación se seleccionará el siguiente variador de velocidad



SINAMICS G120C –REF: 6SL3210-1KE11-8AF2

CLASIFICACIÓN DE POTENCIA 0,37 - 0,55 KW CON 150% DE SOBRECARGA PARA 3 SEC 3AC380-480V + 10 / -20% 47-63HZ CLASE AIRE / INTERFAZ INTEGRADA: 6DI, 2DO, 1AI, 1AO PARQUE SEGURO FUERA DE FIELDBUS INTEGRADO: PROTECCIÓN PN: IP20 / UL TAMAÑO DE TIPO ABIERTO: FSAA 173X73X178 (HXWXD) EXTERNO 24V

2.11- MOTORES CREMALLERA

Se utilizarán 2 motores de 1/2HP, para el accionamiento de ambas puertas y un motor de 1 HP para el avance y retroceso del carro, ambos con alimentación trifásica, basándonos en las especificaciones del fabricante, para nuestro requerimiento.



Descripción Técnica	SOLO 1.5 Condominio	SOLO 1.5 Trifásico	SOLO 1.5 Condominio TSI	SOLO 2.0 Monofásico	SOLO 2.0 Trifásico	SOLO 2.0 TSI
Alimentación	220v/50hz	380v/50hz	220v/50hz	220v/50hz	380v/50hz	220v/50hz
Central de Comando	G3 Condominio	Super Speed	TSI	Contactora	Contactora	TSI
Motor Potencia	1/2 HP	1/2 HP	1/2 HP	3/4 HP	1 HP	1 HP
Corriente del motor	4A	1.2A	4A	9.2A	2.63A	4.54A
Consumo	0,6150KW/H	0,6150KW/H	0,6150KW/H	0,9230KW/H	0,2000KW/H	0,1000KW/H
Consumo/ Maniobra	0,0047KW	0,0047KW	0,0047KW	0,0071KW	0,0077KW	0,0077KW
Maniobras/ hora (3 metros)	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo
Rotación	400	3132	4200	1400	1400	4200
Reducción	1 x 40	1 x 40	1 x 40	1 x 40	1 x 40	1 x 40
Peso Máximo del Portón	1500 kg	1500 kg	1500 kg	2000 kg	2000 kg	2000 kg
Tiempo de apertura (3 metros)	14 s	8 s	6 s	14 s	14 s	6 s
Velocidad Nominal	13m/min	23,5m/min	31,6m/min	13m/min	13m/min	31,66m/min
Peso Aproximado Motor (kg)	15,1 kg	15,1 kg	15,1 kg	19,23 kg	19,23 kg	19,23 kg
Temperatura min./máx.	-5°C a 55°C	-5°C a 55°C	-5°C a 55°C	-5°C a 55°C	-5°C a 55°C	-5°C a 55°C
Clase	I	I	I	I	I	I
IP	24	24	24	24	24	24

2.12 - SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

2.12.1- Soporte de rodamiento.

En función de los esfuerzos obtenidos anteriormente en las reacciones de los soportes de rodamiento, seleccionamos 2 soportes de rodamiento del catálogo SKF.

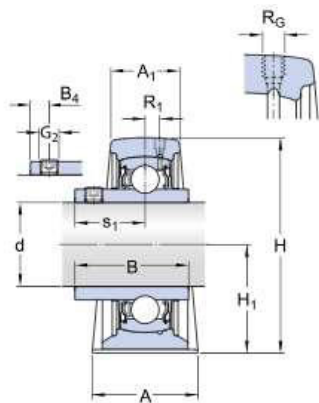
Referencia: SYJ 100 TF.



Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	124	kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	93	kN
Carga límite de fatiga	P _u	3.35	kN
Velocidad límite		1900	r/min

(con tolerancia de eje h6)



d	100	mm
A	95	mm
A ₁	57	mm
B	98.4	mm
H	225.5	mm
H ₁	115	mm
H ₂	38	mm

2.12.2- Rodamiento para eje interno.

Seleccionaremos un rodamiento rígido de bolas, para aplicaciones a altas temperaturas, De catálogo SKF tenemos:



Datos del cálculo

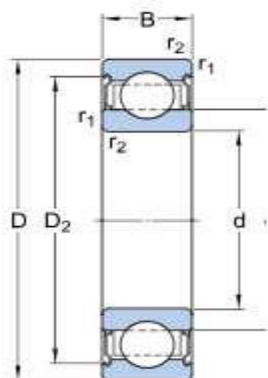
Capacidad de carga dinámica básica	C	29.6	kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	21.2	kN
Velocidad limite		60	r / min

Datos de calculo

Temperatura limite	T	max. 350	°C
--------------------	---	----------	----

Masa

Rodamiento de masa		0.4	kg
--------------------	--	-----	----



re	55	mm
re	90	mm
B	18	mm
d ₁	≈ 66.3	mm
D ₂	≈ 81.5	mm
r _{1,2}	yo 1.1	mm

2.13- CÁLCULO DE LAS CHAVETAS

Debido a la baja potencia de la máquina, y por lo tanto, la baja sollicitación mecánica, utilizaremos la chaveta del eje principal normalizada de 12 x 8.

- Realizamos la verificación:

Potencia motoreductor: 0,5 HP.

Diámetro del eje principal: 4"=101,6mm.

$$P = M_t \times w \Rightarrow M_t = \frac{P}{w}$$

$$M_t = \frac{0,5 \text{ HP}}{5 \text{ rpm}} \times \frac{75 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}}{1 \text{ HP}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ m}} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ vuelta}}{2\pi} \Rightarrow M_t = 7161,9 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F = \frac{M_t}{r} \Rightarrow F = \frac{7161,9 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{5,08 \text{ cm}} \Rightarrow F = 1409,8 \text{ kg}.$$

A esta fuerza, la multiplicamos por un factor K=3, por el par de arranque del motor eléctrico.

$$F_T = F \times K = 1409,8 \text{ kg} \times 3 \Rightarrow F_T = 4229,4 \text{ kg}.$$

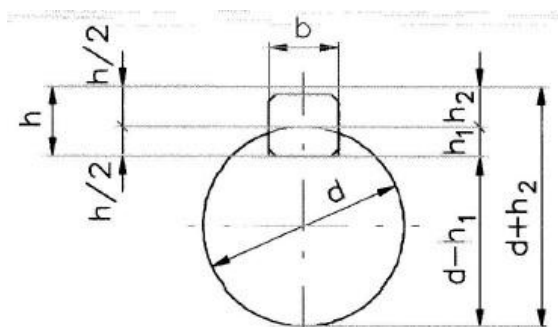
$$\sigma_{f \text{ acero } 1045} = 3000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$K = \frac{1}{1,5} = 0,666 \Rightarrow \text{factor de seguridad}$$

$$\sigma_{adm} = 0,666 \times \sigma_{f \text{ acero } 1045}$$

$$\sigma_{adm} = 1980 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_{adm} = 0,8 \times \sigma_{adm} \Rightarrow \tau_{adm} = 1584 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$



2.13.1- Calculamos al corte:

$$\tau = \frac{F_T}{L \times a} \Rightarrow L = \frac{F_T}{\tau \times b} \Rightarrow L = \frac{4229,4 \text{ kg}}{1584 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 1,2 \text{ cm}}$$

$$L = 2,22 \text{ cm} \Rightarrow \text{adoptamos } L = 4 \text{ cm.}$$

2.13.2- Calculo de aplastamiento:

$$\sigma_{\text{aplastamiento } 1045} = 3000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{\text{aplastamiento } 1010} = \frac{F_T}{\text{sup, aplastada}(L \times h_1)}$$

$$h_1 = 0,33 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L = \frac{F_T}{\sigma_{\text{aplastamiento } 1010} \times h_1} = \frac{4229,4 \text{ kg}}{3000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 0,8 \text{ cm}} \Rightarrow L = 1,762 \text{ cm} \Rightarrow \text{verifica}$$

2.14- CÁLCULO DE LA CORREA

Cálculo de correas múltiples en V según el catálogo de Goodyear.

En nuestra máquina, las poleas tendrán una distancia entre centros de 13 pulgadas.

La relación será 1:1 con un diámetro de polea de 5,4 pulgadas.

Potencia de la polea conductora = 0,5 HP, velocidad = 5 rpm.

- Determinamos el factor de servicio:

Servicio normal= 1,2.

Por temperatura= 1.

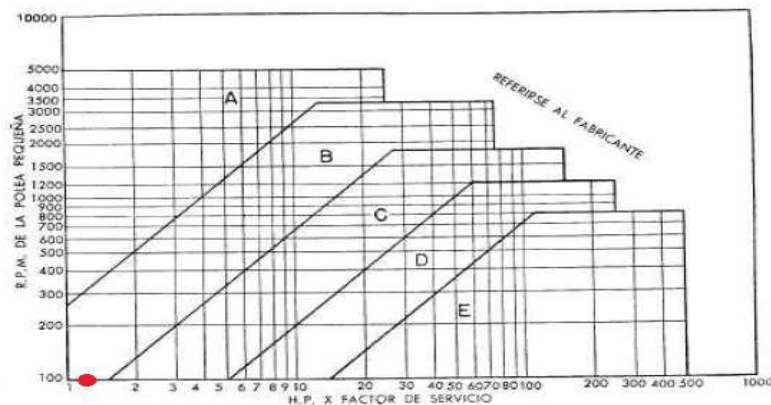
$$F_{\text{servicio}} = 1,2 + 1 = 2,2$$

- Potencia de diseño:

$$P_{\text{diseño}} = F_{\text{servicio}} \times P_{\text{motor}}$$

$$P_{\text{diseño}} = 2,2 \times 0,5 \text{ HP} \Rightarrow P_{\text{diseño}} = 1,1 \text{ HP}$$

- Seleccionamos la correa, en función de la tabla.



Por lo que nuestra correa será, TIPO B.

- Diámetro mínimo de la polea recomendado,

Sección de Correa	Diám. Primitivo (Pulg.)		Angulo Ranura	W Pulg.	D Pulg.	X Pulg.	S Pulg.	E Pulg.
	Mínimo recomendado	Rango						
A	3.0	2.6 a 5.4 Sobre 5.4	34° 38°	.494 .504	.490	.125	5/8	3/4
B	5.4	4.6 a 7.0 Sobre 7.0	34° 38°	.637 .650	.580	.175	3/4	1 1/8
C	9.0	7.0 a 7.99 8.0 a 12.0 Sobre 12.0	34° 36° 38°	.879 .887 .895	.780	.200	1	1 1/2
D	13.0	12.0 a 12.99 13.0 a 17.0 Sobre 17.0	34° 36° 38°	1.259 1.271 1.283	1.050	.300	1 1/4	1 3/4
E	21.0	18.0 a 24.0 Sobre 24.0	36° 38°	1.527 1.542	1.300	.400	1 3/4	1 3/4

Con lo cual, tomamos un diámetro de 6".

- Largo de la correa;

$$L = 2 \cdot c + 1,57 \cdot (D + d) + \frac{(D - d)^2}{4 \cdot c}$$

Donde c, es la distancia entre centros, de esta forma:

$$L = 2 \cdot (13") + 1,57 \cdot (6" + 6") \Rightarrow L = 44,84"$$

De la tabla;

LONGITUD PRIMITIVA NOMINAL DE LAS CORREAS MULTI-V GOODYEAR

Correa N°	A		B		C		D		E	
	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.
37	38.3	973	38.8	986	—	—	—	—	—	—
38	39.3	998	39.8	1011	—	—	—	—	—	—
40	41.3	1049	41.8	1062	—	—	—	—	—	—
42	43.3	1100	43.8	1113	—	—	—	—	—	—
44	45.3	1151	45.8	1163	—	—	—	—	—	—
45	—	—	46.8	1189	—	—	—	—	—	—
46	47.3	1201	47.8	1214	—	—	—	—	—	—
47	48.3	1227	—	—	—	—	—	—	—	—
48	49.3	1252	—	—	—	—	—	—	—	—

Con lo cual, una correa B – N°: 44, de largo $L=45,8''=1163$ mm.

- Arco de contacto

$$\text{arco de contacto} = 180^\circ - \frac{60(D - d)}{c}$$

$$\text{arco de contacto} = 180^\circ$$

- Sección B, capacidad básica en HP por correa:

R.P.M. polea pequeña	Polea pequeña con diámetro primitivo (pulgadas)														
	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4
200	.37	.62	.67	.72	.77	.82	.87	.92	.97	1.02	1.07	1.12	1.17	1.22	1.27
400	.57	1.07	1.16	1.26	1.35	1.45	1.54	1.64	1.75	1.82	1.91	2.01	2.10	2.19	2.28
600	1.32	1.46	1.60	1.73	1.87	2.01	2.14	2.28	2.41	2.54	2.68	2.81	2.94	3.07	3.20
800	1.63	1.81	1.99	2.16	2.34	2.51	2.69	2.86	3.03	3.20	3.37	3.54	3.71	3.88	4.05
1000	1.91	2.13	2.34	2.56	2.77	2.98	3.19	3.40	3.61	3.81	4.02	4.22	4.42	4.62	4.82

De la tabla, la velocidad más baja, es 200 rpm, y con nuestro diámetro de polea, determinamos; 0,77 de capacidad básica de HP por correa.

- Determinación del número de correas necesarias

$$N^\circ \text{ de correas} = \frac{P_{\text{diseño}}}{HP_{\text{por correa}}}$$

$$N^\circ \text{ de correas} = \frac{1,1 \text{ HP}}{0,77 \text{ HP}}$$

$$N^\circ \text{ de correas} = 1,428 \text{ correas.}$$

Por lo que se adoptaran dos correas de sección= B – N°: 42.

CAPITULO III: CÁLCULO TÉRMICO

3.1- DISEÑO TÉRMICO

En este tema se establecen determinadas consideraciones técnicas de diseño como son: tipo de materiales, temperaturas de fusión, temperatura de la cámara del horno, etc.

Se escogerán los materiales más óptimos para que formen las paredes del horno haciendo hincapié en su factor de conductividad térmica para lograr mantener el calor dentro de la cámara, y se evaluarán los coeficientes de transferencia de calor. En base a los cálculos teóricos se seleccionará un quemador industrial eficiente para la etapa de calentamiento del horno.

3.1.1- Cálculo térmico:

En función de las siguientes características, procedemos al cálculo.

TEMPERATURA AMBIENTE PROMEDIO	20°C
TEMPERATURA MAX. DENTRO DEL HORNO	350°C

3.1.2- Dimensiones del horno

Diámetro externo	2000 mm
Diámetro interno	1749 mm
Longitud	2000 mm
Espesor de la chapa	1,5 mm
Espesor de aislante	100 mm

3.1.3- Dimensionamiento de la cámara del horno

Se tiene un aislante térmico recubierto por ambos lados por planchas roladas de acero inoxidable 310, de espesor 1,5mm. La elección de este material se hizo debido a las características que posee, ya que es una aleación austenítica resistente al calor. Su alto contenido de cromo y níquel proporciona una resistencia superior a la corrosión, oxidación y el ataque del medio ambiente, por ello son utilizadas para hornos.

- Acero inoxidable 310

Conductividad térmica entre 20°C y 500°C

$$K_1 = 18,7 \frac{W}{m. ^\circ K}$$

3.1.4- Aislante térmico.

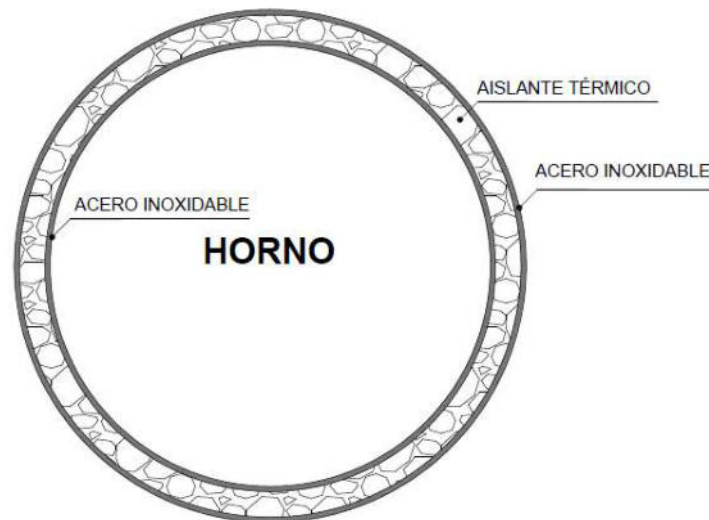
Se utilizará como aislante térmico para el horno, lana de roca Isover, la cual es recomendada por la firma para la utilización en hornos.

Para realizar esta elección se debe tomar en cuenta la temperatura de trabajo del horno de manera que, no se superen las condiciones de trabajo del aislante, así como también el espesor del aislamiento y la densidad del mismo.

El espesor del aislante térmico, en este caso, lana de roca será de 100mm.

Conductividad térmica a 350°C:

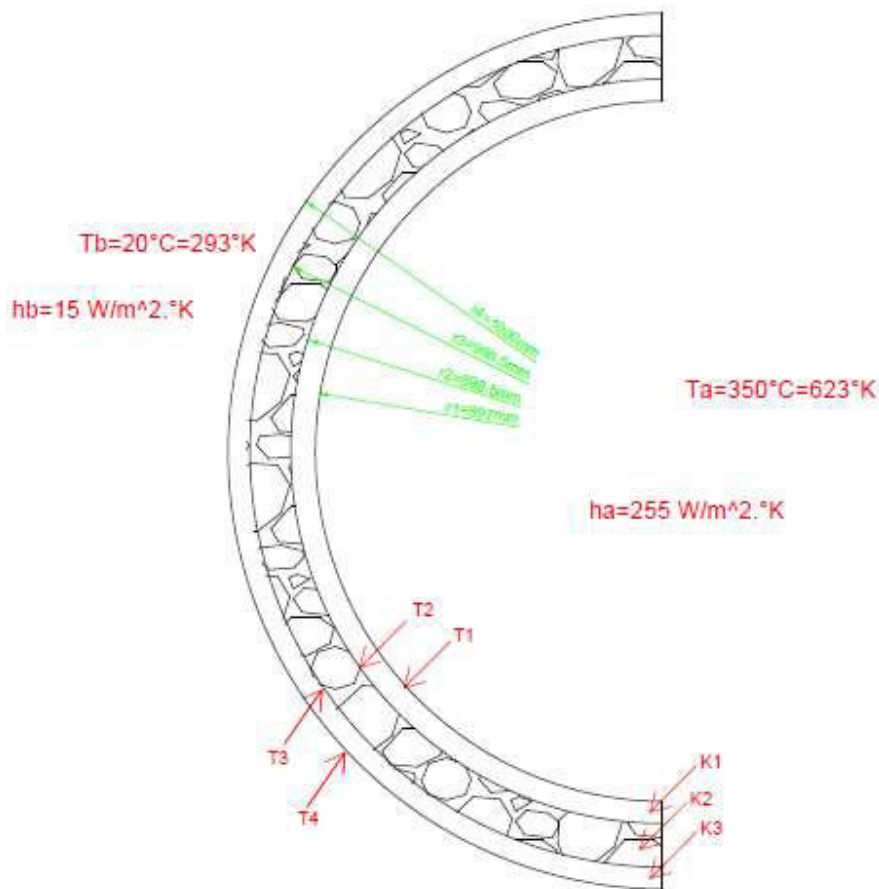
$$K_2 = 0,077 \frac{W}{m \cdot K}$$



3.2- Calculo de las pérdidas de calor

COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CALOR	
Aire convección libre	$h_b = 15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°K}$
Acero ANSI 310 externo	$K_1 = 18,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°K}$
Aislante lana de roca	$K_2 = 0,077 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°K}$
Aire convección forzada	$h_a = 255 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°K}$

Por lo que nuestro esquema de cálculo será;



3.2.1- Resistencias térmicas por convección y conducción;

$$R_{ha} = \frac{1}{h_a \cdot 2\pi \cdot r_1 \cdot L} = \frac{1}{255 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K} \cdot 2\pi \cdot (0,897m) \cdot 2m} \Rightarrow R_{ha} = 3,479 \times 10^{-4} \frac{^\circ K}{W}$$

$$R_{K1} = \frac{1}{2\pi \cdot K_1 \cdot L} \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) = \frac{1}{2\pi \cdot \left(18,7 \frac{W}{m \cdot ^\circ K}\right) \cdot 2m} \ln\left(\frac{0,9985m}{0,897m}\right)$$

$$\Rightarrow R_{K1} = 7,110 \times 10^{-6} \frac{^\circ K}{W}$$

$$R_{K2} = \frac{1}{2\pi \cdot K_2 \cdot L} \cdot \ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right) = \frac{1}{2\pi \cdot \left(0,077 \frac{W}{m \cdot ^\circ K}\right) \cdot 2m} \ln\left(\frac{0,9985m}{0,8985m}\right)$$

$$\Rightarrow R_{K2} = 0,10905 \frac{^\circ K}{W}$$

$$R_{K3} = \frac{1}{2\pi \cdot K_3 \cdot L} \cdot \ln\left(\frac{r_4}{r_3}\right) = \frac{1}{2\pi \cdot \left(18,7 \frac{W}{m \cdot ^\circ K}\right) \cdot 2m} \ln\left(\frac{1m}{0,9885m}\right)$$

$$\Rightarrow R_{k2} = 6,388 \times 10^{-6} \frac{^{\circ}K}{W}$$

$$R_{hb} = \frac{1}{h_b \cdot 2\pi \cdot r_4 \cdot L} = \frac{1}{15 \frac{W}{m^2 \cdot ^{\circ}K} \cdot 2\pi \cdot (1m) \cdot 2m} \Rightarrow R_{hb} = 5,305 \times 10^{-3} \frac{^{\circ}K}{W}$$

3.2.2- Flujo de calor total en las paredes

$$Q_{paredes} = \frac{\Delta T}{\Sigma R_{termica}} = \frac{T_a - T_b}{R_{ha} + R_{k1} + R_{k2} + R_{k3} + R_{hb}} =$$

$$= \frac{(623 - 293)^{\circ}K}{(3,479 \times 10^{-4} + 7,110 \times 10^{-6} + 0,10905 + 6,388 \times 10^{-6} + 5,305 \times 10^{-3}) \frac{^{\circ}K}{W}} =$$

$$Q_{paredes} = 2876,66 [W] \Rightarrow Q_{paredes} = 2876,66 \left[\frac{J}{s} \right]$$

3.2.3- Cálculo de temperaturas en las paredes del horno:

$$Q = \frac{T_1 - T_2}{R_{ha}} \Rightarrow T_1 = T_a - (Q \cdot R_{ha}) = 623^{\circ}K - \left[(2876,66 W) \cdot 3,479 \times 10^{-4} \frac{^{\circ}K}{W} \right] =$$

$$\Rightarrow T_1 = 622^{\circ}K = 349^{\circ}C$$

$$Q = \frac{T_1 - T_2}{R_{k1}} \Rightarrow T_2 = T_1 - (Q \cdot R_{k1}) = 622^{\circ}K - \left[(2876,66 W) \cdot 7,110 \times 10^{-6} \frac{^{\circ}K}{W} \right] =$$

$$\Rightarrow T_2 = 621,979^{\circ}K = 348,979^{\circ}C$$

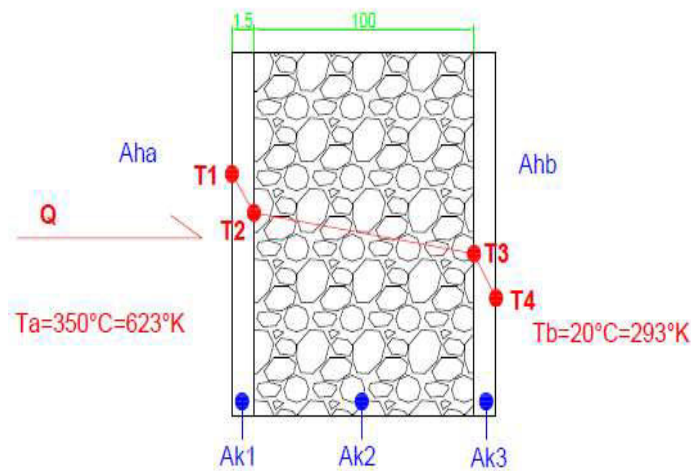
$$Q = \frac{T_2 - T_3}{R_{k2}} \Rightarrow T_3 = T_2 - (Q \cdot R_{k2}) = 621,979^{\circ}K - \left[(2876,66 W) \cdot 0,10905 \frac{^{\circ}K}{W} \right] =$$

$$\Rightarrow T_3 = 308,279^{\circ}K = 35,279^{\circ}C$$

$$Q = \frac{T_3 - T_4}{R_{k3}} \Rightarrow T_4 = T_3 - (Q \cdot R_{k3}) = 308,279^{\circ}K - \left[(2876,66 W) \cdot 6,388 \times 10^{-6} \frac{^{\circ}K}{W} \right]$$

$$\Rightarrow T_4 = 308,260^{\circ}K = 35,260^{\circ}C$$

3.2.4- Cálculo de temperatura en puertas:



Coefficientes de conducción y convección para las áreas de los elementos que componen la tapa:

$$A_{ha} = 3,11 \text{ m}^2$$

$$A_{k1} = 3,11 \text{ m}^2$$

$$A_{k2} = 3,608 \text{ m}^2$$

$$A_{k3} = 3,11 \text{ m}^2$$

$$A_{hb} = 3,11 \text{ m}^2$$

3.2.5- Resistencias térmicas por convección y conducción

$$R_{ha} = \frac{1}{h_a \cdot A_{ha}} = \frac{1}{255 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K} \cdot (3,11 m^2)} \Rightarrow R_{ha} = 1,8 \times 10^{-4} \frac{^\circ K}{W}$$

$$R_{k1} = \frac{L}{k_1 \cdot A_{k1}} = \frac{0,0015 \text{ m}}{18,7 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K} \cdot (3,11 m^2)} \Rightarrow R_{k1} = 2,579 \times 10^{-5} \frac{^\circ K}{W}$$

$$R_{k2} = \frac{L}{k_2 \cdot A_{k2}} = \frac{0,1 \text{ m}}{0,077 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K} \cdot (3,608 m^2)} \Rightarrow R_{k2} = 0,360 \frac{^\circ K}{W}$$

$$R_{hb} = \frac{1}{h_b \cdot A_{hb}} = \frac{1}{15 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K} \cdot (3,11 m^2)} \Rightarrow R_{hb} = 0,0214 \frac{^\circ K}{W}$$

3.2.6- Flujo de calor total en la puerta

$$Q_{puerta} = \frac{\Delta T}{\Sigma R_{termica}} = \frac{T_a - T_b}{R_{ha} + R_{k1} + R_{k2} + R_{k3} + R_{hb}} =$$

$$= \frac{(623 - 293)^{\circ}K}{(1,8 \times 10^{-4} + 2,579 \times 10^{-6} + 0,360 + 2,579 \times 10^{-6} + 0,0214) \frac{^{\circ}K}{W}} =$$

$$Q_{puerta} = 864 [W] \Rightarrow Q_{puerta} = 864 \left[\frac{J}{s} \right]$$

Por lo tanto, como son 2 puertas tendremos:

$$Q_{paredes} = 864 \left[\frac{J}{s} \right] \times 2 \Rightarrow Q_{puerta\ total} = 1,728 \left[\frac{KJ}{s} \right]$$

3.2.7- Cálculo de temperatura en tapa del horno

Consideramos que las dimensiones de la tapa del horno son similares a las de las puertas, por lo tanto:

$$Q_{tapa} = 1,728 \left[\frac{KJ}{s} \right]$$

$$T_1 = 349,844^{\circ}C$$

$$T_2 = 348,977^{\circ}C$$

$$T_3 = 37,93^{\circ}C$$

$$T_4 = 37,90^{\circ}C$$

3.3- Selección del quemador

$$Q_{total} = Q_{paredes} + Q_{puertas} + Q_{tapa}$$

$$Q_{total} = 2,876 \frac{KJ}{s} + 1,728 \frac{KJ}{s} + 1,728 \frac{KJ}{s}$$

$$Q_{total} = 6,33 \frac{KJ}{s} = 6,33\ KW$$

Adoptaremos un quemador de 11 KW.

Los quemadores de gas de RIELLO 40 serie FS, está disponible en cinco modelos diferentes, con una producción que va desde 11 hasta 220 kW, dividido en cuatro diferentes estructuras. Todos los modelos utilizan los mismos componentes diseñados para la serie.

CODE	MODEL	HEAT OUTPUT		TOTAL ELECTRICAL POWER (kW)	CERTIFICATION	NOTE
		NATURAL GAS (kW)	(Nm ³ /h)			
3756506	FS3	1/230/50	11 - 35	1,1 - 3,5	0,150	CE - 0694 CN7805
3756606	FS5	1/230/50	23 - 58	2,3 - 5,8	0,150	CE - 0694 CN7805 (1)
3756706	FS8	1/230/50	46 - 93	4,6 - 9,3	0,150	CE - 0694 CN7805 (1)
3756435	FS10	1/230/50	42 - 116	4,2 - 11,6	0,130	CE - 0694 CN7805 (1) (2)
3756803	FS15	1/230/50	81 - 175	8,1 - 17,5	0,130	CE - 0694 CN7805 (1) (2)
3756935	FS20	1/230/50	81 - 220	8,1 - 22	0,250	CE - 0694 CN7805 (1) (2)

3.3.1- Cálculo del orificio de escape de gases

Partiendo de la potencia del quemador:

$$P = 11KW \cdot \frac{860kcal/h}{1KW} \cdot \frac{1h}{3600s} \Rightarrow P = 2,63 kcal/s$$

Sabemos que:

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T \Rightarrow m = \frac{Q}{C_e \cdot \Delta T}$$

$$C_{e\text{aire } 350^\circ C} = 1056 \frac{J}{kg \cdot ^\circ K} \cdot \frac{0,00023885 kcal}{J} \Rightarrow C_{e\text{aire } 350^\circ C} = 0,2522 \frac{kcal}{kg \cdot ^\circ K}$$

Además sabemos que;

$$1kmol_{\text{aire}} = 28,867kg$$

$$\Rightarrow C_{e\text{aire } 350^\circ C} = 0,2522 \frac{kcal}{kg \cdot ^\circ K} \cdot \frac{28,867kg}{1kmol_{\text{aire}}} \Rightarrow C_{e\text{aire } 350^\circ C} = 7,280 \frac{kcal}{kmol \cdot ^\circ K}$$

Por lo tanto, en un segundo, tendremos.

$$m = \frac{Q}{C_e \cdot \Delta T} = \frac{2,63 kcal}{\frac{7,280kcal}{kmol \cdot ^\circ K} \times (350 + 273^\circ K)} \Rightarrow m = 5,798 \times 10^{-4} kmol$$

De la ecuación de los gases ideales, tenemos:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P}$$

$$R = \frac{0,805746 \times 10^{-5} m^3 \cdot atm}{mol \cdot ^\circ K} \cdot \frac{1000moles}{1kmol} \Rightarrow R = 0,082 \frac{m^3 \cdot atm}{kmol \cdot ^\circ K}$$

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P} = \frac{5,798 \times 10^{-4} \text{ kmol} \cdot \left(0,082 \frac{\text{m}^3 \cdot \text{atm}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}\right) \cdot 623 \text{ K}}{1 \text{ atm}} \Rightarrow V = 0,02961 \text{ m}^3$$

Tenemos que el caudal, será:

$$Q = v \cdot A$$

Tomando una velocidad de 6 m/s, para evitar efectos de pérdida de carga, tenemos:

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{0,02961 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{6 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \Rightarrow A = 5,922 \times 10^{-3} \text{ m}^2.$$

Además;

$$A = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \Rightarrow \phi = \sqrt{\frac{A \cdot 4}{\pi}}$$

$$\phi = \sqrt{\frac{5,922 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \times 4}{\pi}}$$

$$\phi = 0,086 \text{ m} = 8,6 \text{ cm} \Rightarrow \text{adoptamos } 4''$$

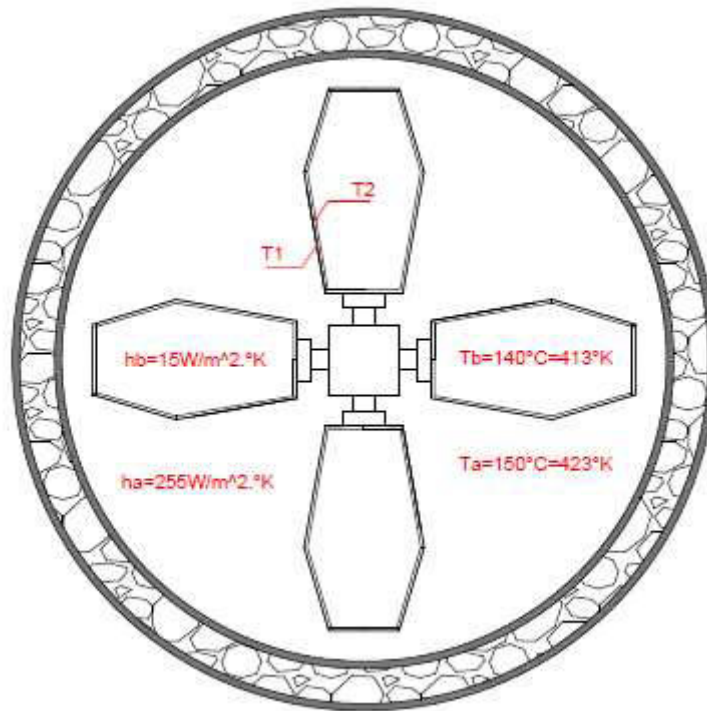
3.4- CÁLCULO DE LA TEMPERATURA NECESARIA PARA NUESTRO PROCESO.

Para realizar nuestro producto, en este caso un cesto de basura, partimos del dato de fusión del polietileno de alta densidad, el cual funde a 140°C, con lo cual será nuestra temperatura objetivo dentro del molde.

Calcularemos la temperatura a la que se debe encontrar el horno, de manera que, teniendo en cuenta las resistencias térmicas y pérdidas, dentro de la matriz, obtengamos los 140°C objetivo.

MATRIZ	
Material	Acero 1010
Espesor	1,5mm
Coef. Trans. Q	40 W/m. °C
Área de la matriz	A = 1,8m ²

3.4-1. Esquema de cálculo.



3.4-2. Resistencias térmicas por convección y conducción

$$R_{ha} = \frac{1}{h_a \cdot A} = \frac{1}{255 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K} \cdot (1,8m^2)} \Rightarrow R_{ha} = 2,178 \times 10^{-3} \frac{^\circ K}{W}$$

$$R_{k1} = \frac{L}{k_1 \cdot A} = \frac{0,0015 m}{40 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K} \cdot (1,8m^2)} \Rightarrow R_{k1} = 2,083 \times 10^{-5} \frac{^\circ K}{W}$$

$$R_{hb} = \frac{1}{h_b \cdot A} = \frac{1}{15 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K} \cdot (1,8m^2)} \Rightarrow R_{hb} = 0,0370 \frac{^\circ K}{W}$$

3.4-3. Flujo de calor total

$$Q_{molde} = \frac{\Delta T}{\Sigma R_{termica}} = \frac{T_a - T_b}{R_{ha} + R_{k1} + R_{hb}} =$$

$$= \frac{(423 - 413)^\circ K}{(2,178 \times 10^{-3} + 2,083 \times 10^{-5} + 0,0360) \frac{^\circ K}{W}} =$$

$$Q_{molde} = 261,78 [W] \Rightarrow Q_{molde} = 261,78 \left[\frac{J}{s} \right]$$

3.4-4. Temperatura en la pared del molde

$$Q = \frac{T_a - T_1}{R_{ha}} \Rightarrow T_1 = T_a - (Q \cdot R_{ha}) = 423^\circ K - \left[(261,78W) \cdot 2,178 \times 10^{-4} \frac{^\circ K}{W} \right] =$$

$$\Rightarrow T_1 = 422,94^\circ K = 149,94^\circ C$$

$$Q = \frac{T_1 - T_2}{R_{k1}} \Rightarrow T_2 = T_1 - (Q \cdot R_{k1}) = 422,94^\circ K - \left[(261,78W) \cdot 2,023 \times 10^{-5} \frac{^\circ K}{W} \right] =$$

$$\Rightarrow T_2 = 422,93^\circ K = 149,91^\circ C$$

Como podemos observar, la pérdida por temperatura es despreciable en nuestro molde.

Por lo que podemos afirmar, la temperatura del horno debe ser seteada a 140°C para realizar nuestro producto.

3.5- TIEMPO DE PROCESO

Este tiempo será el cual, el molde se encuentra dentro del horno, y dependerá de la temperatura, dimensión y material de la matriz, espesores y materia prima utilizada, cuyo objetivo, es la búsqueda de una película uniforme de material en el interior del molde.

Como resultado no hay un tiempo y una temperatura del ciclo promedio para cada material plástico y cada proceso. Sin embargo se puede comenzar con los siguientes datos experimentales y luego ir afinando el ciclo.

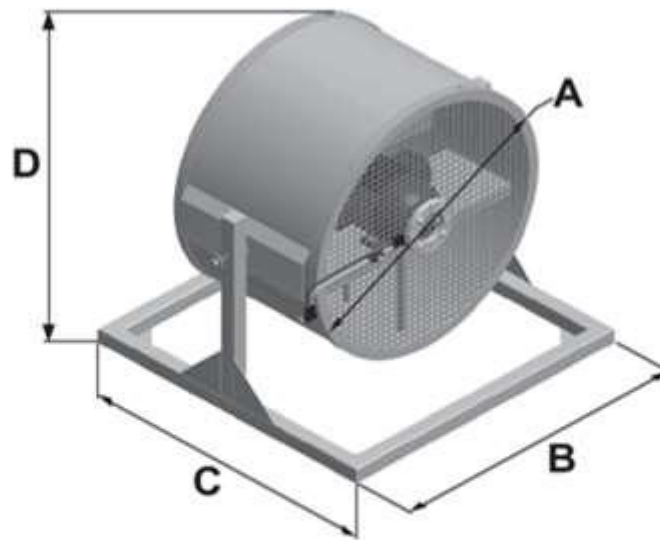
TABLA DE TEMPERATURA DE HORNO Y TIEMPOS APROXIMADOS		
Material	Temperatura (°C)	Tiempo [min]
Polietileno	138 a 200	10 a 25
PVC	110 a 180	5 a 10

3.6- VENTILADOR DE ENFRIAMIENTO

Los Ventiladores de Enfriamiento tipo tubo axial son fabricados con estructura de acero y hélices de alto desempeño, instalada directamente al motor para reducir la pérdida de potencia.

La estructura es fabricada con chapas y tubos de acero con pintura resistente a la corrosión. Se utilizan rejillas de protección a distancia segura para impedir el acceso a zonas de peligro atendiendo a diferentes Normas de Seguridad.

VR80EB - PEDESTAL BAJO SIMPLE ROTOLINE



COD. RO	A	B	C	D	DESPLAZAMIENTO MEDIO DE AIRE
011369	Ø800mm Ø31,4in	950mm 37,4in	950mm 37,4in	940mm 37in	435 m ³ /min 15.362 CFM
POTENCIA MOTOR 50/60HZ					PESO
2,0 HP					85Kg 187Lb(US)

CAPÍTULO IV: PROTECCIONES ELÉCTRICAS

4.1- SELECCIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

- ✓ Para los motores de las puertas del horno seleccionaremos de catálogo Schneider pagina 3/20, 2 guardamotores magnetotérmico GV2ME05 coordinación tipo 1.

Coordinación tipo 1 - 400V

Motor Potencia kW	Guardamotor Referencia	Regulación A	Contactador Referencia	Iq kA
0,37	GV2ME05	0,63...1	LC1K06/LC1D09..	50
0,55	GV2ME06	1...1,6	LC1K06/LC1D09..	50
0,75	GV2ME07	1,6...2,5	LC1K06/LC1D09..	50
1,1	GV2ME08	2,5...4	LC1K06/LC1D09..	50
1,5	GV2ME08	2,5...4	LC1K06/LC1D09..	50



Se utilizarán 3 contactores con enclavamiento mecánico para la inversión de giro.

- ✓ Este dispositivo también se utilizará para la inversión de giro del motor de translación del carro.



Ref: LP2K0610BD

TeSys K - Contactor inversor 3P AC-3 - <=440 V 6 A - bobina 24 V CD

- ✓ Para el motor del carro de translación, seleccionaremos de catálogo Schneider pagina 3/20, guardamotor magnetotérmico GV2ME07 coordinación tipo 1.

Coordinación tipo 1 - 400V

Motor Potencia kW	Guardamotor Referencia	Regulación A	Contactador Referencia	Iq kA
0,37	GV2ME05	0,63...1	LC1K06/LC1D09..	50
0,55	GV2ME06	1...1,6	LC1K06/LC1D09..	50
0,75	GV2ME07	1,6...2,5	LC1K06/LC1D09..	50
1,1	GV2ME08	2,5...4	LC1K06/LC1D09..	50
1,5	GV2ME08	2,5...4	LC1K06/LC1D09..	50
2,2	GV2ME10	4...6,3	LC1K06/LC1D09..	50



- ✓ Para la protección del motor del eje principal, seleccionaremos de catálogo Schneider pagina 3/21, guardamotor magnetotérmico GV2P05 coordinación tipo 2.

Coordinación tipo 2 - 400V

Motor Potencia kW	Guardamotor Referencia	Regulación A	Contactador Referencia kA	Iq kA
0,37	GV2P05	0,63...1	LC1D09....	130
0,55	GV2P06	1...1,6	LC1D09....	130
0,75	GV2P07	1,6...2,5	LC1D09....	130
1,1	GV2P08	2,5...4	LC1D09....	130
1,5	GV2P08	2,5...4	LC1D09....	130



- ✓ Para la protección del motor del FORZADOR, seleccionaremos de catálogo Schneider pagina 3/20 guardamotor magnetotérmico GV2ME08 coordinación tipo 1.

Coordinación tipo 1 - 400V

Motor Potencia kW	Guardamotor Referencia	Regulación A	Contactador Referencia kA	Iq kA
0,37	GV2ME05	0,63...1	LC1K06/LC1D09..	50
0,55	GV2ME06	1...1,6	LC1K06/LC1D09..	50
0,75	GV2ME07	1,6...2,5	LC1K06/LC1D09..	50
1,1	GV2ME08	2,5...4	LC1K06/LC1D09..	50
1,5	GV2ME08	2,5...4	LC1K06/LC1D09..	50
2,2	GV2ME10	4...6,3	LC1K06/LC1D09..	50
3	GV2ME14	6...10	LC1K09/LC1D09..	50
4	GV2ME14	6...10	LC1K09/LC1D09..	50



Contactador
REF: LC1D09BD
3P 1Na+1Nc 24Vcc

4.2- SELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN GENERAL.

Sumando todas las intensidades de los motores, tenemos:

$$I_{TOTAL} = I_{motorr.} + I_{m. crem.1h} + 2I_{m.crem. 0.5 hp} + I_{vent.}$$

$$I_{TOTAL} = 1,27 A + 2.63 A + 2 x (1.2 A) + 3.26 A =$$

$$I_{TOTAL} = 9,56 A$$

- ✓ seleccionamos interruptor automático C60N 4 polos, curva C, para 10 [A] In, código 24362.

4 polos

In (A)	Referencias		
	curva B	curva C	curva D
0,5		24070	
1	24097	24357	24681
2	24098	24358	24682
3	24099	24359	24683
4	24100	24360	24684
6	24101	24361	24685
10	24102	24362	24686
16	24103	24363	24688
20	24104	24364	24689



- ✓ Seleccionaremos de catálogo Schneider pagina 1/64 interruptor diferencial 4 polos.

Interruptores diferenciales "ID" (Clase AC)

Nº Polos	Corriente nominal (A)	Sensibilidad (mA)	Referencias
2	25	10	16200
2	25	30	16201
2	25	300	16202
2	40	30	16204
2	40	300	16206
2	63	30	16208
2	63	300	16210
2	80	30	16212
2	80	300	16214
4	25	30	16251
4	25	300	16252
4	40	30	16254
4	40	300	16256



Interruptor de corriente residual

REF: A9N16252

Interruptor residual Acti 9 xID - 25 A - 4P - 300mA clase AC instantánea.

4.3- CONTROL AUTOMÁTICO DE LA MÁQUINA

Este proyecto se realizó para la cátedra de Automatización y Control Industrial, el cual se encuentra a disposición del lector en la biblioteca de nuestra Universidad.

En esta obra solo realizaremos una breve descripción del proceso automático.

La programación se realizó con el software de Siemens TIA PORTAL.

Se utilizó un PLC Simatic S7-1200- CPU: 1214C AC/DC/Rly, con sus respectivos módulos adicionales, para el proceso.

4.3.1- Control de temperatura.

El sensado de temperatura se realizará por medio de una termocupla tipo J con la ayuda de un lazo PID, con lo cual el PLC nos entregará un voltaje de salida de 0 a 10 voltios, el cual será el encargado de alimentar la válvula modulante de gas dispuesta en el quemador para regular la temperatura.

4.3.2- Desplazamientos de la máquina

Las puertas del horno, serán comandadas por motores tipo cremallera con sus respectivos finales de carrera de tipo inductivo, de igual manera que el movimiento de avance y retroceso del carro.

4.3.3- Rotación del eje principal

El movimiento biaxial será provocado por una caja de engranajes, accionada por un grupo variador y motoreductor, debido a la baja velocidad necesaria para el proceso.

4.3.4- Temporizadores

La máquina constará de 2 temporizadores, uno para sensar el tiempo de proceso y el otro para el ciclo de enfriamiento de la pieza.

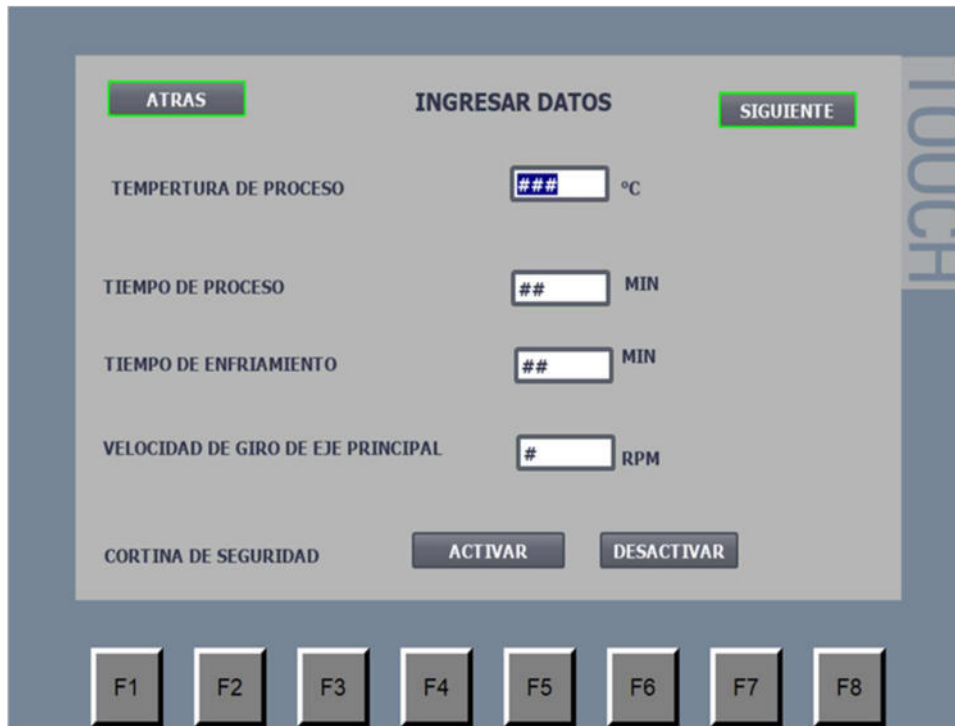
Una vez retirada la matriz del horno, se procede al enfriamiento forzado y desmolde de la pieza.

Finalmente la máquina será comandada y controlada por medio de una pantalla HMI, como veremos a continuación.

4.4- Ingreso de datos y control de la máquina mediante el panel HMI.

4.4.1- Pantalla de ingreso de datos

Aquí, se ingresa la temperatura, tiempo de proceso, tiempo de enfriamiento y velocidad de giro del eje principal, además se activa la malla de seguridad.



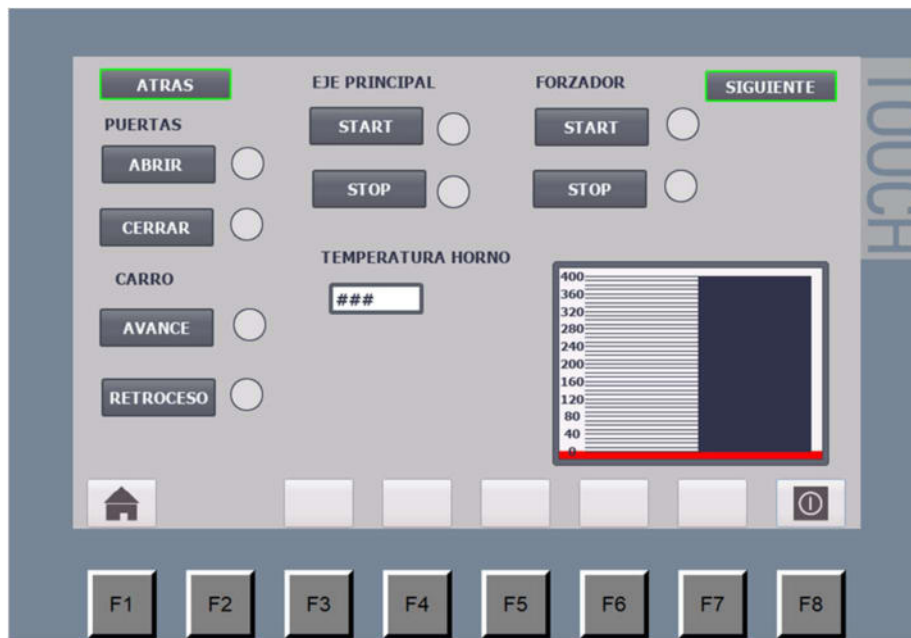
4.2.2- Pantalla del quemador

En esta pantalla, encendemos y apagamos el quemador.



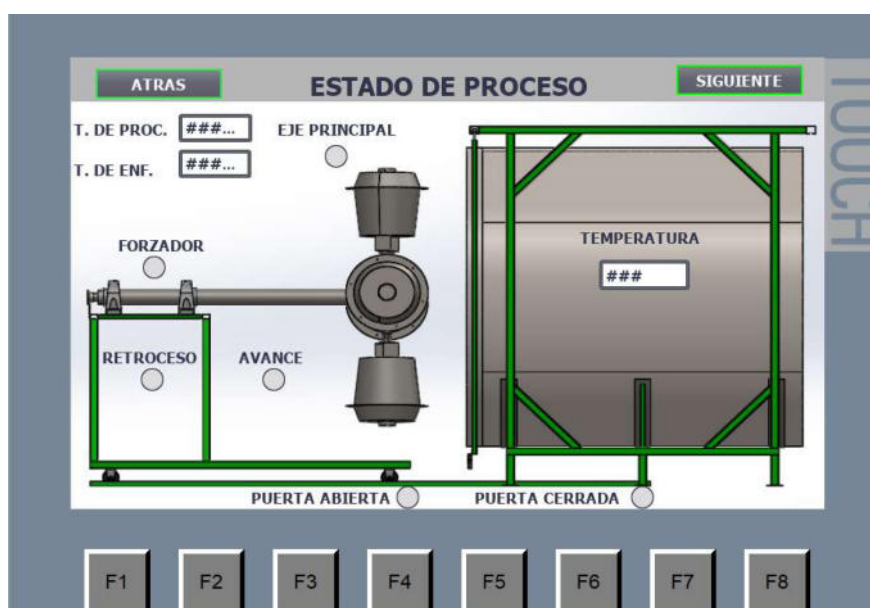
4.2.3- Proceso manual

En esta pantalla, podemos ejecutar el ciclo del proceso, manualmente y podemos observar la temperatura del proceso.



4.2.4- Proceso automático.

Aquí, podemos observar el estado de proceso, cuando este funciona de modo automático, indicando con los testigos luminosos, el estado de la máquina, tiempo de proceso y enfriamiento, y también la temperatura dentro del horno.



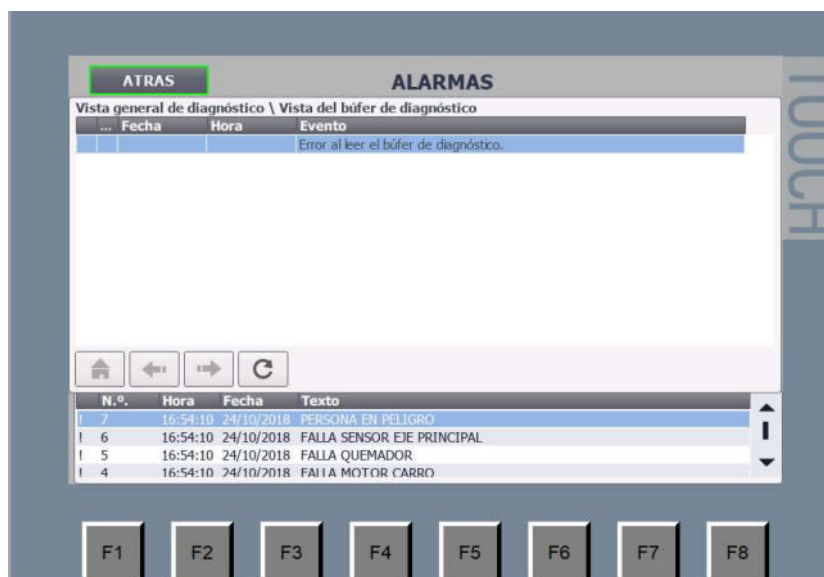
4.2.5- Reinicio o fin del ciclo.

En esta pantalla, indicamos si repetimos el ciclo, o finalizamos.



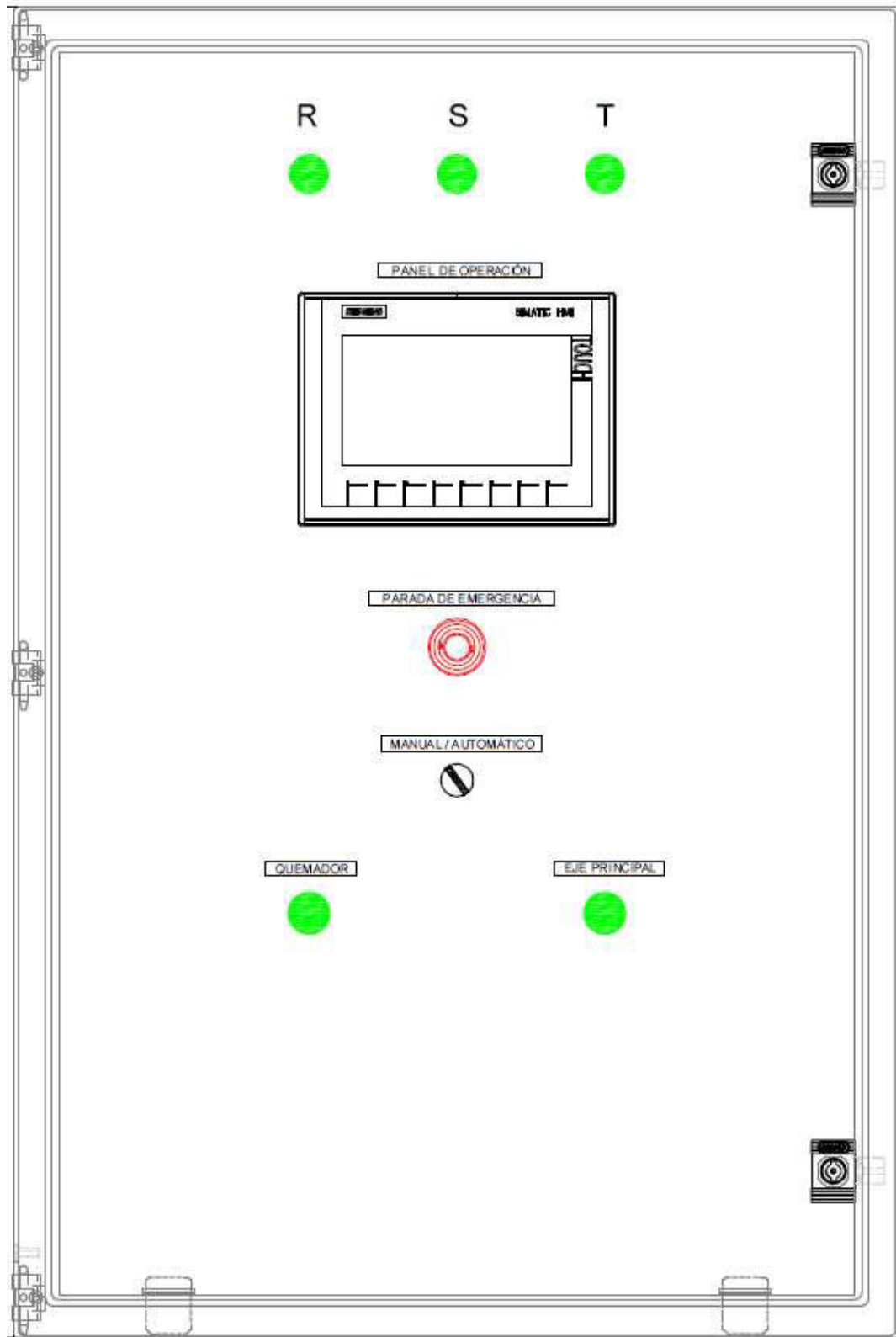
4.2.6- Avisos y Alarmas.

Por último, en esta pantalla se puede observar, si la máquina tuvo algún fallo, con lo cual enviará una señal de alarma.



4.2.7- Tablero de proceso.

Por último, anexamos una imagen del tablero de comando.



CONCLUSIÓN.

Existen varias formas de transformación de materiales plásticos, pero el proceso de Rotomoldeo tiene varias ventajas sobre otras técnicas de procesamiento, por su versatilidad de producir piezas huecas de distintos tamaños y de formas complejas. Es un proceso que no necesita presión, por lo que el equipo y los moldes requeridos son relativamente de bajo costo en comparación con los utilizados en otras técnicas.

El espesor de la pieza es uniforme y puede ser aumentado o disminuido sin necesidad de modificar el molde, solamente recurriendo a dosificación de material y calibración de equipo.

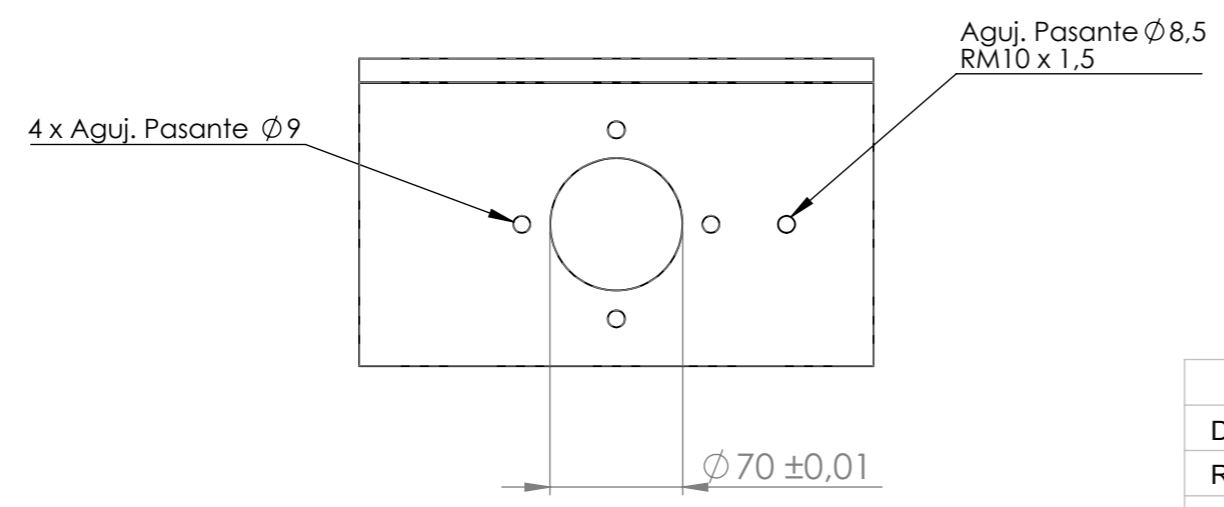
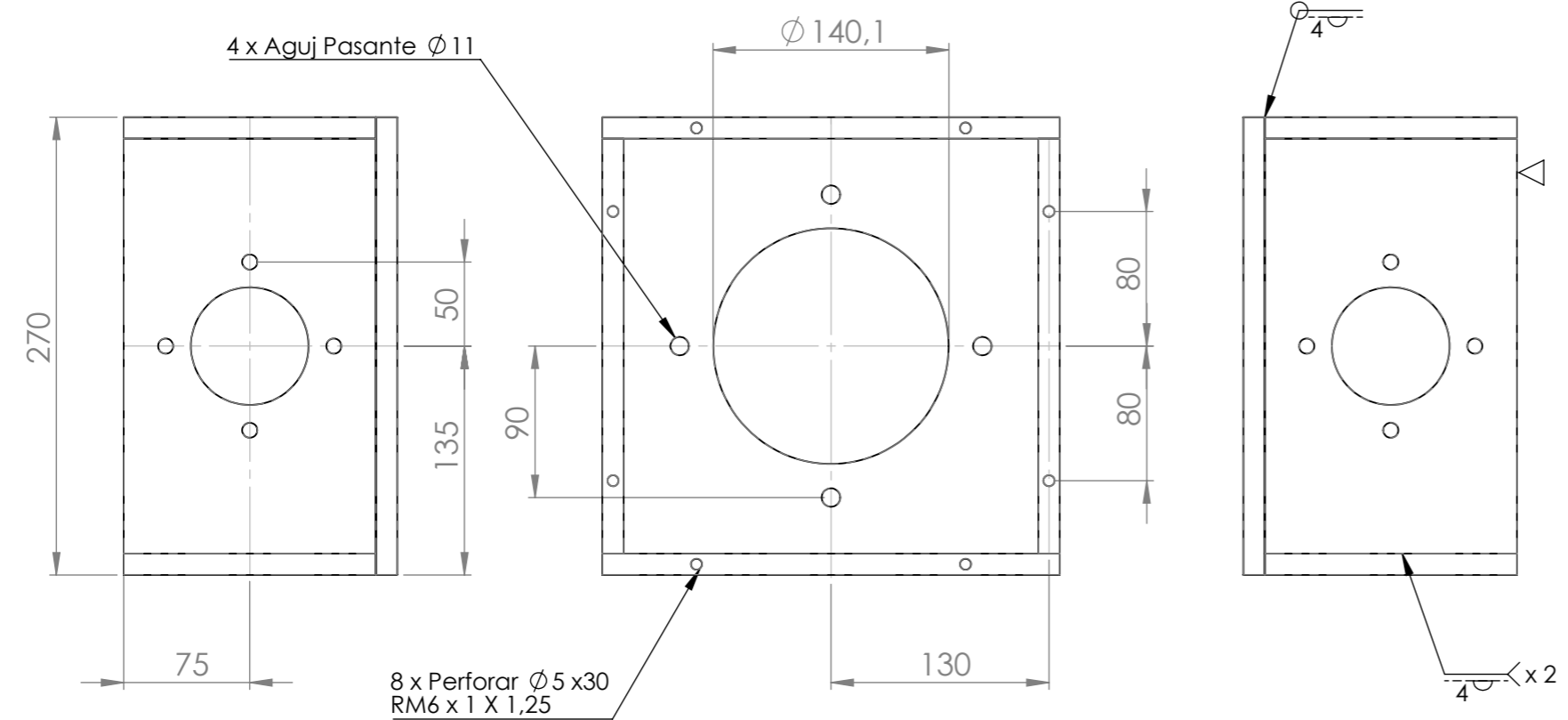
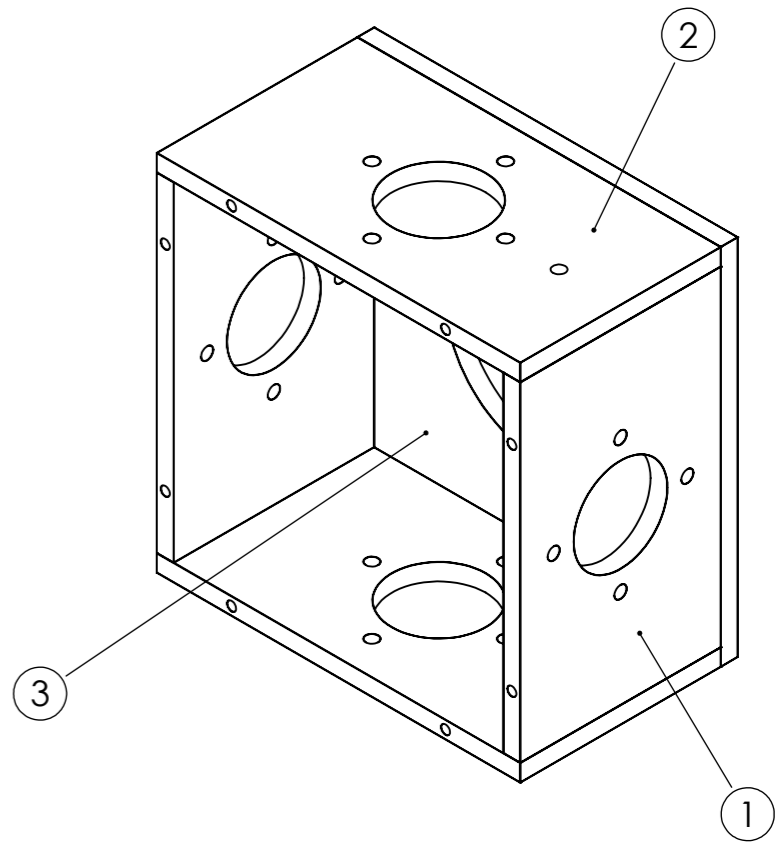
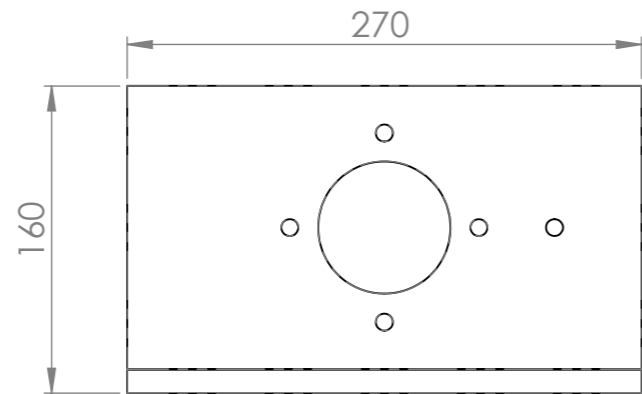
Las máquinas de Rotomoldeo empleadas industrialmente difieren principalmente en la disposición de sus distintas estaciones; calentamiento, enfriamiento, carga - descarga y en la forma de transferir los moldes de una estación a otra.

La velocidad de rotación óptima para conseguir una distribución adecuada del material dependerá especialmente de la geometría de la pieza que se desee moldear.

En las máquinas para Rotomoldeo hay tres parámetros fundamentales: control de temperatura, tiempo promedio por ciclo y la velocidad de rotación del molde, motivo por el cual, la máquina necesitará un sistema automatizado para controlar dichas variables.

El diseño simple de la Máquina de Rotomoldeo de desplazamiento lineal, permite su fabricación en cualquier empresa de la rama de mecánica de nuestro país.

La máquina diseñada permite fabricar piezas de dimensiones pequeñas y medianas. Lo que permite una amplia gama de productos, como ejemplo se tomó el diseño del molde para la fabricación de cestos de basura.



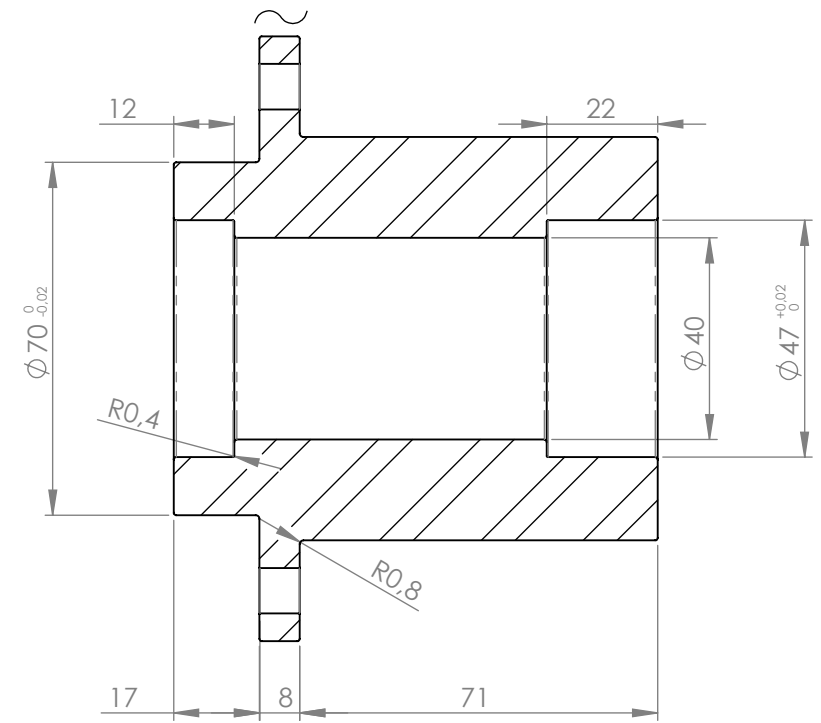
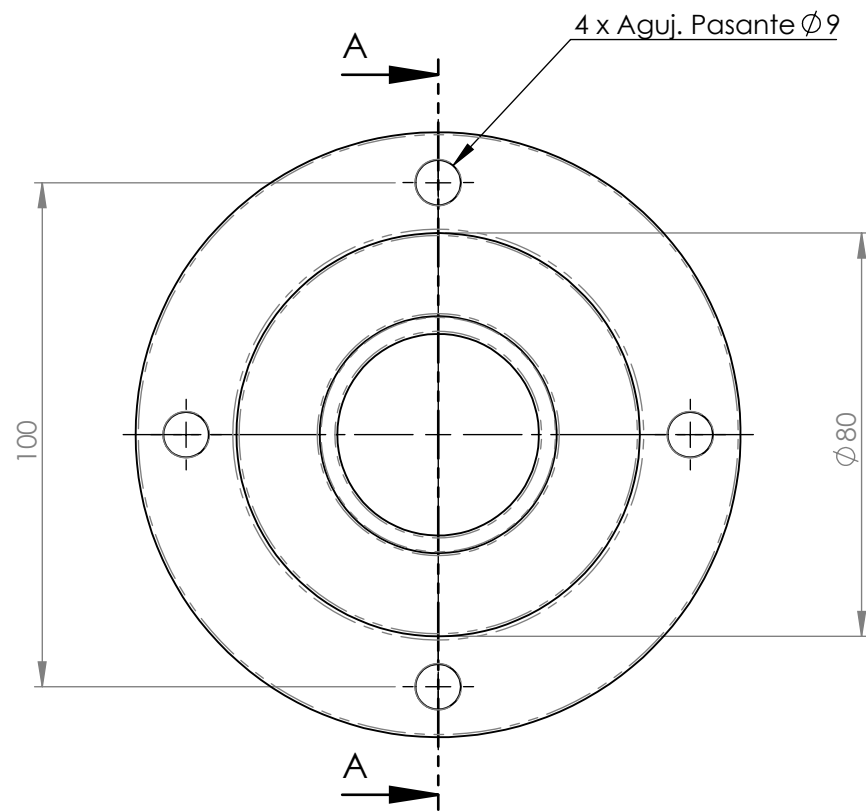
N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	CAJ-01	Chapa Lateral - Izquierda/Derecha	2
2	CAJ-02	Chapa Planta - Inferior/Superior	2
3	CAJ-03	Chapa Posterior	1

	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala		
1 : 4		



Material: CHAPA 1/2" LAMINADA SAE 1010
 Trat.Térm.:
 Cód.:ENS - 01

CARCASA



Chafilán : 0,5 x 45°

SECCIÓN A-A

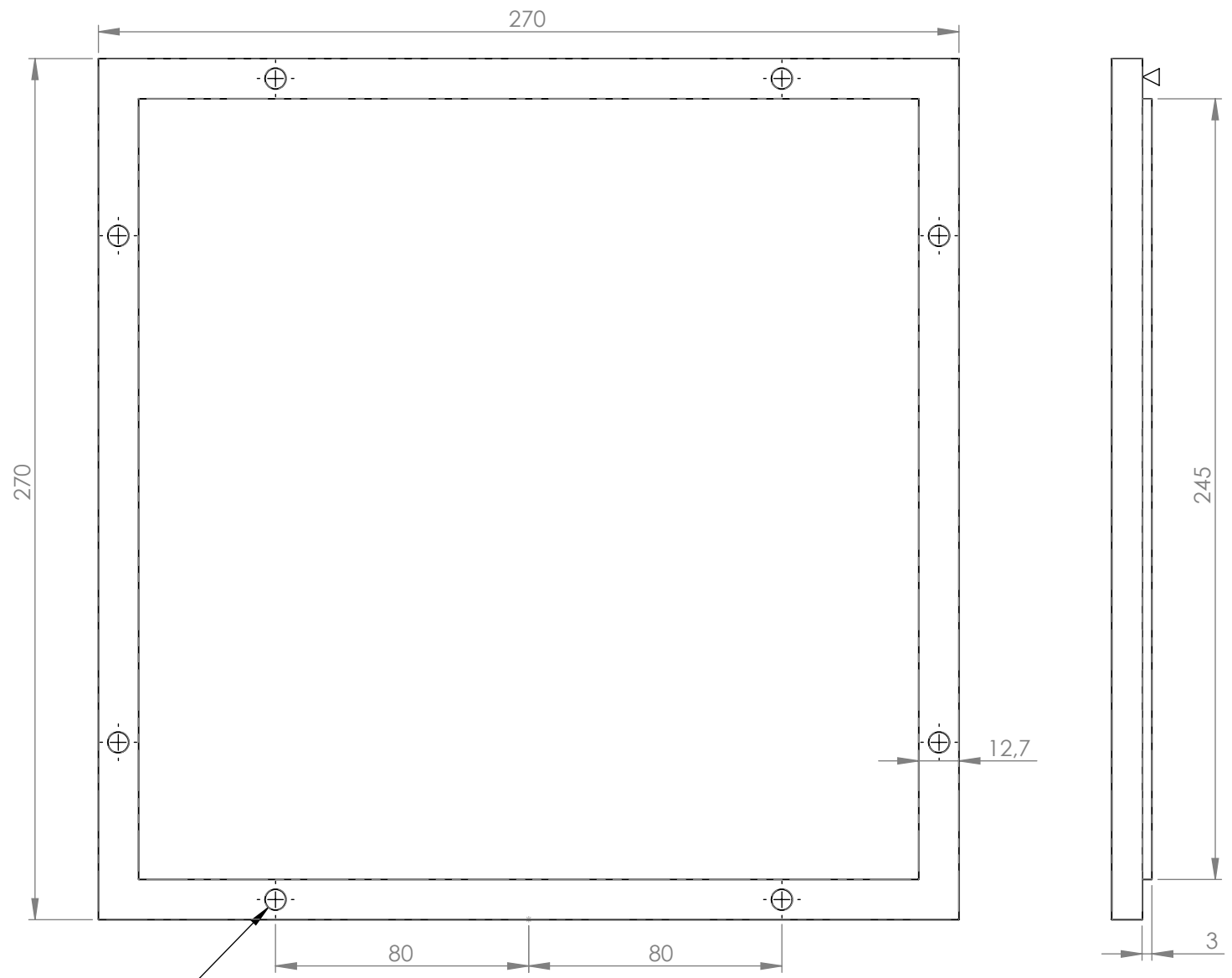
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CAÑONERA P/EJE SECUNDARIO	
1 : 1,5		



Material: BARRA RENDONDA $\Phi 120$
LAMINADO - SAE 1010

Trat. Térm.:

Cód.: CAJ-05



8 x Aguj. Pasante $\varnothing 7$

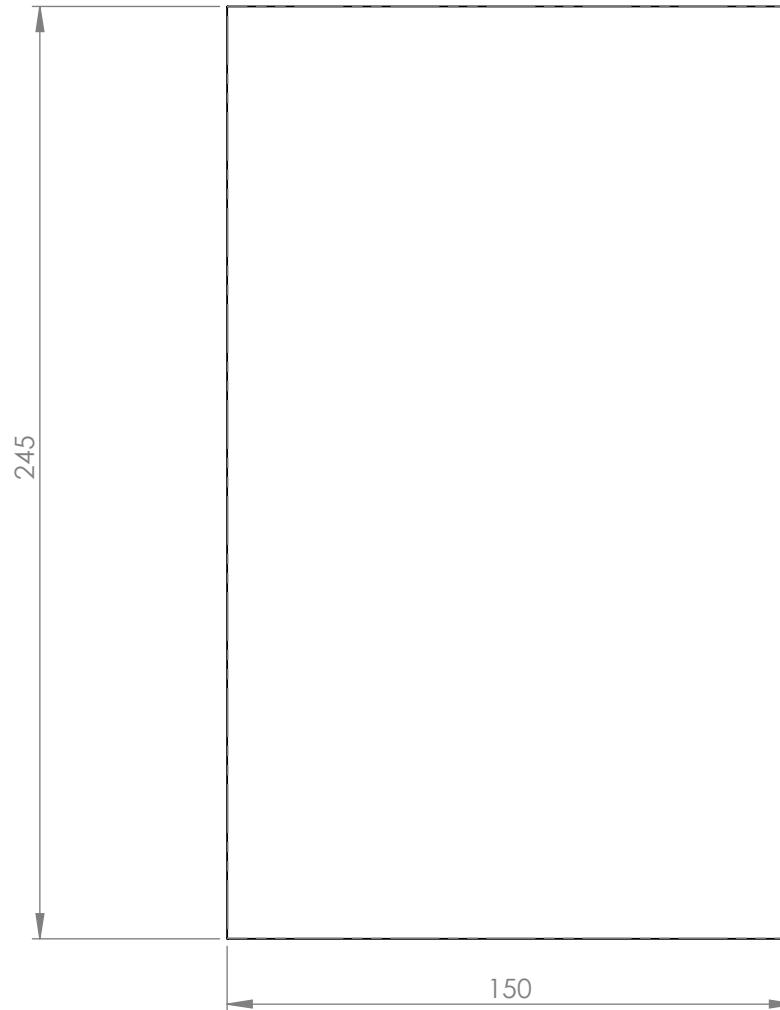
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CHAPA FRONTAL	
1 : 2		



Material: CHAPA 1/2"- LAMINADA - SAE 1010

Trat. Térm.:

Cód.: CAJ-04



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CHAPA LATERAL - IZQ/DER	
1 : 2		



Material: CHAPA 1/2"- LAMINADA - SAE 1010

Trat. Térm.:

Cód.: CAJ-01



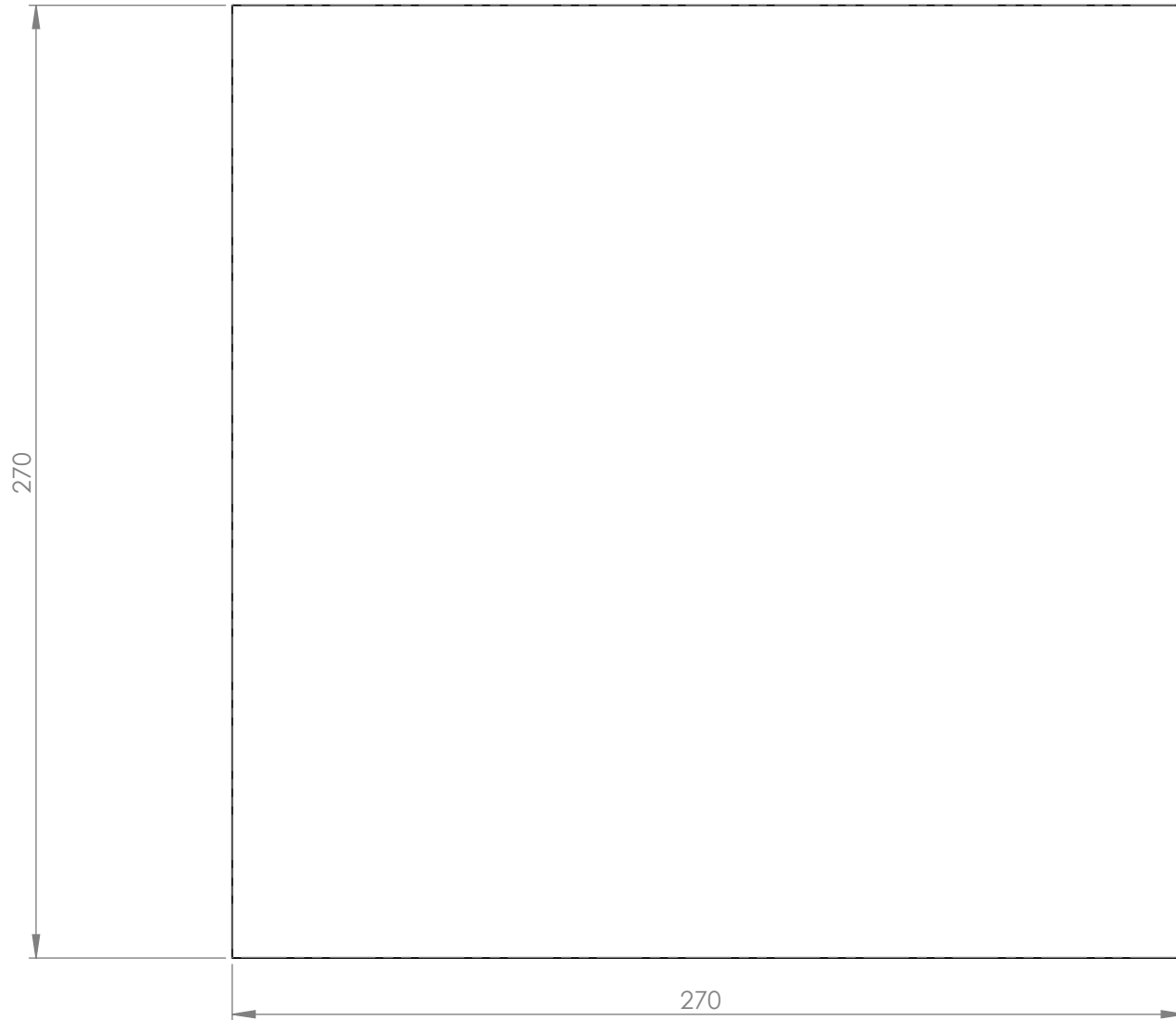
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CHAPA PLANTA INF/SUP	
1 : 2		




Material: CHAPA 1/2" - LAMINADA - SAE1010

Trat. Térm.:

Cód.: CAJ-02

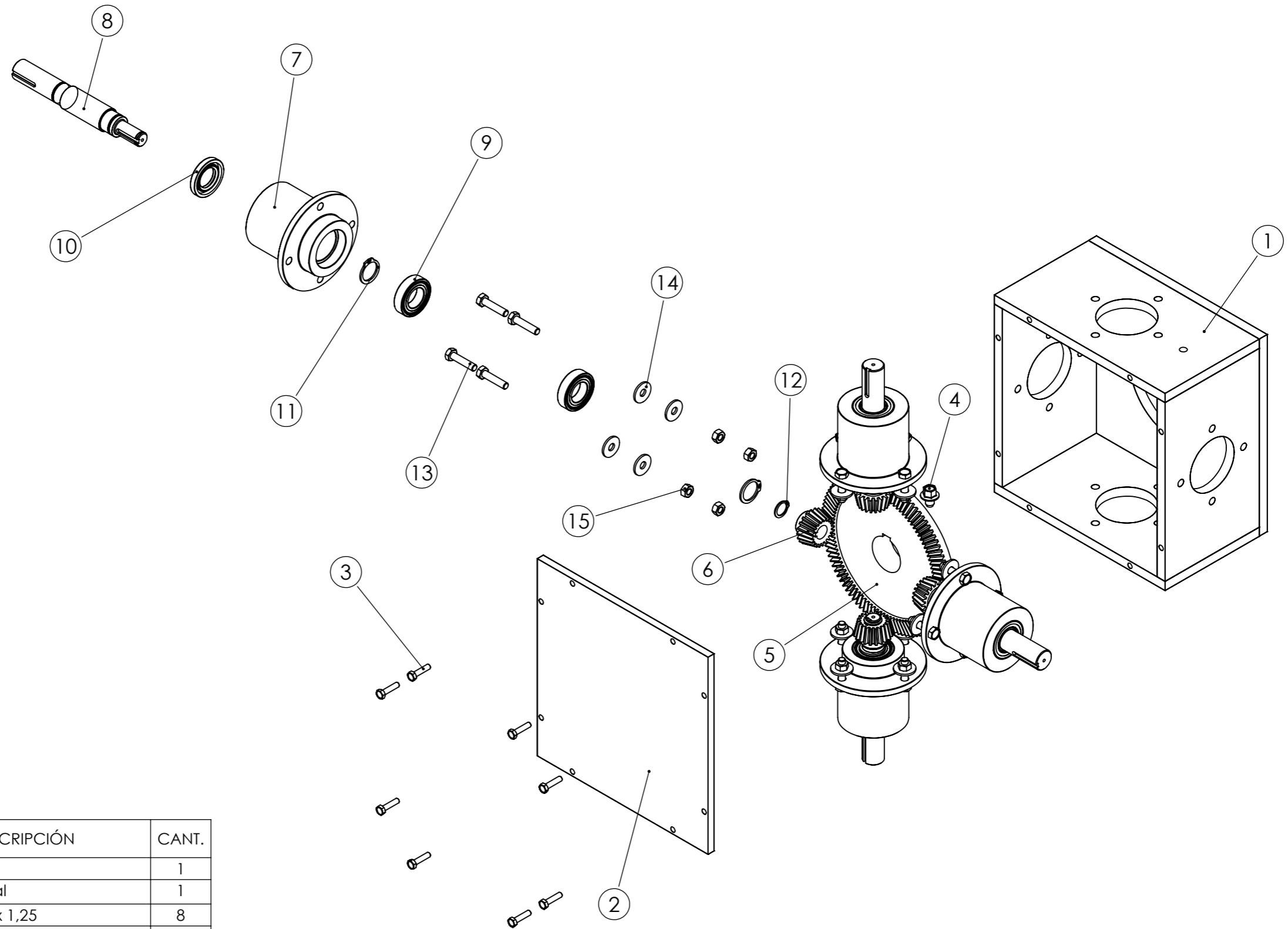


	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CHAPA POSTERIOR	
1 : 2		



**UNIVERSIDAD
TECNOLOGICA
NACIONAL**

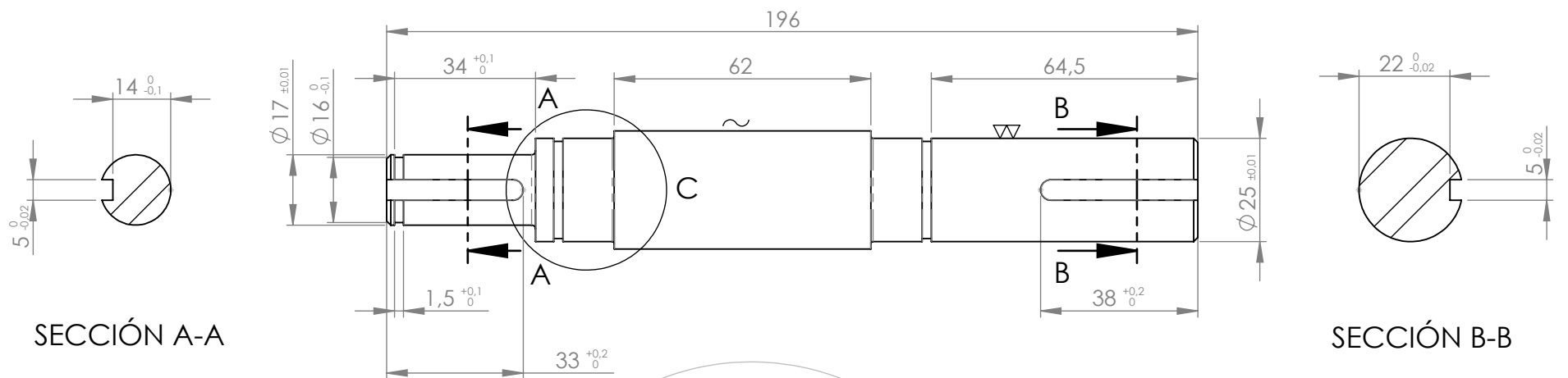
Material: CHAPA 1/2"- LAMINADA - SAE 1010

Trat. Térm.:	Cód.: CAJ-03
--------------	--------------



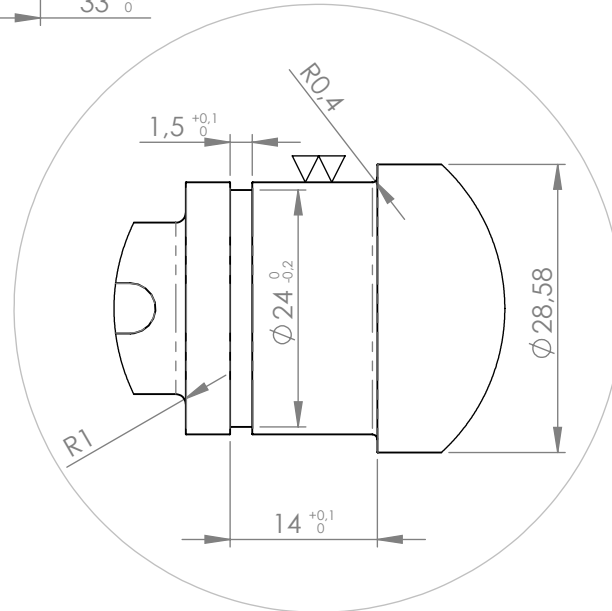
N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	ENS-01	Carcasa	1
2	CAJ01	Chapa Frontal	1
3	CAJ-15	Bulón M6 x 1 x 1,25	8
4	CAJ-16	Alemite M10 x 1,5 x 10	2
5	CAJ-09	Engranaje Cónico	1
6	CAJ-10	Engranaje Cónico	4
7	CAJ-05	Cañonera p/Eje Secundario	4
8	CAJ-06	Eje Secundario	4
9	CAJ-07	Rodamiento SKF -6005-2Z_VA208	8
10	CAJ-08	Retén SKF - HMSA10 V	4
11	CAJ-11	Aro Seeger \varnothing Nom=25	8
12	CAJ-17	Aro Seeger \varnothing Nom=17	4
13	CAJ-12	Bulón M8 x 1,25 x 35	16
14	CAJ-14	Arandela Plana M8	16
15	CAJ-13	Tuerca M8 x 1,25	16

	Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco	
Revisó			Material:
Escala			
1 : 5	CAJA REDUCTORA		Trat. Térm.: Cód.: ET -01



SECCIÓN A-A

SECCIÓN B-B



DETALLE C

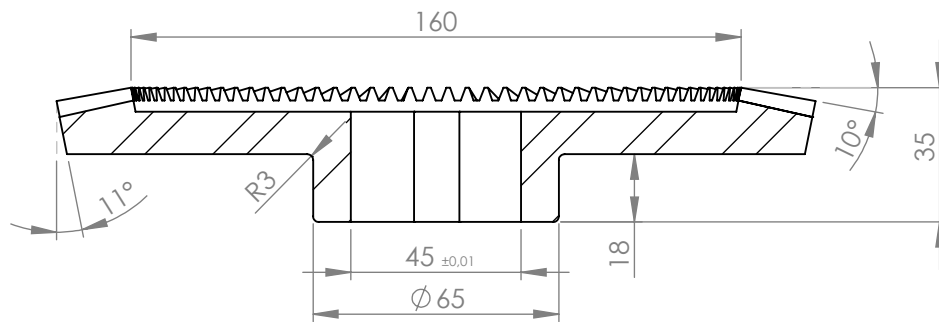
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	EJE SECUNDARIO	
1 : 1,5		



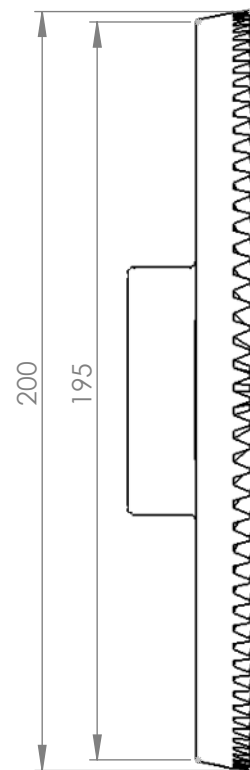
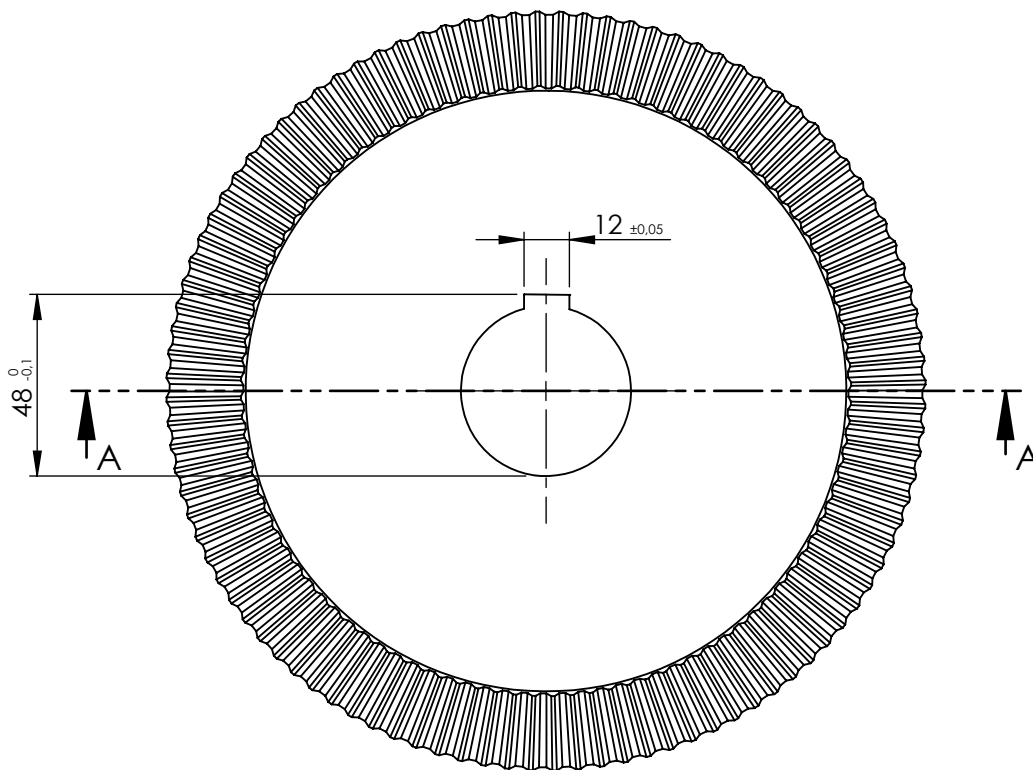
Material: BARRA RENDONDA 1 1/8"
LAMINADO - SAE 1045

Trat. Térm.: TEMPLADO

Cód.: CAJ-06



SECCIÓN A-A



Engrana con CAJ-10

$M = 2$

$Z = 100$

$\phi_p = 200$

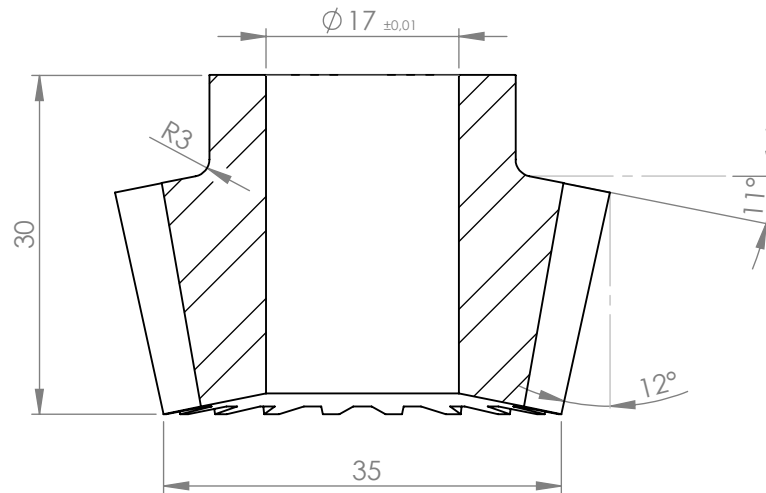
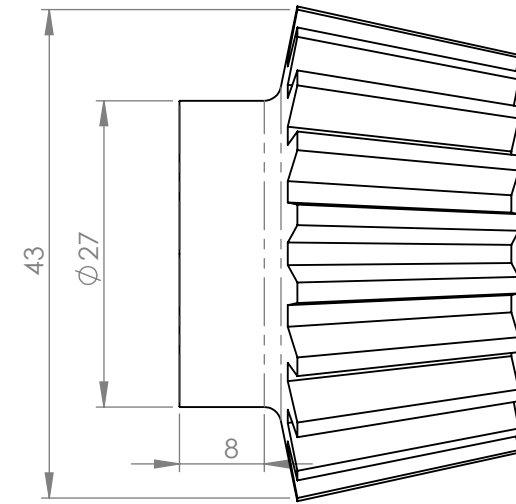
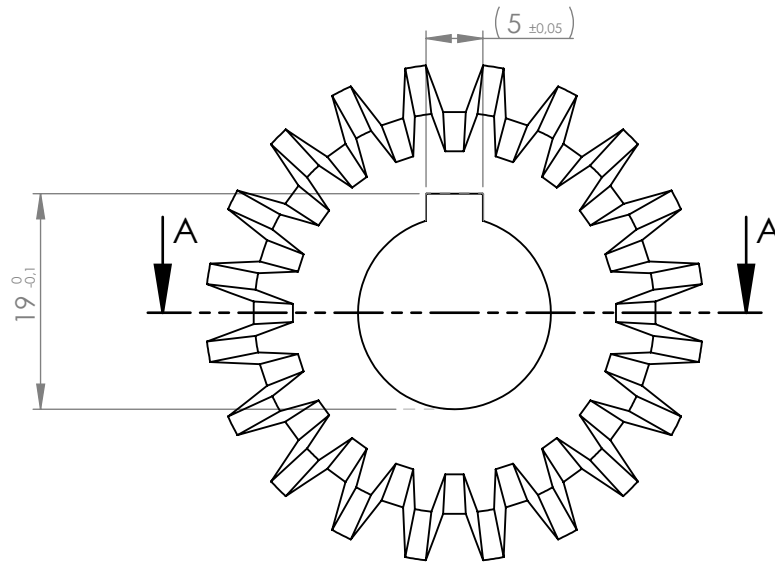
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	ENGRANAJE CÓNICO	
1 : 2		



Material: BARRA FORJADA - SAE 8620

Trat. Térm.: CEMENTADO
Prof.: 0,8

Cód.: CAJ-09



Engrana con CAJ-09

$M = 2$

$Z = 20$

$\phi_p = 40$

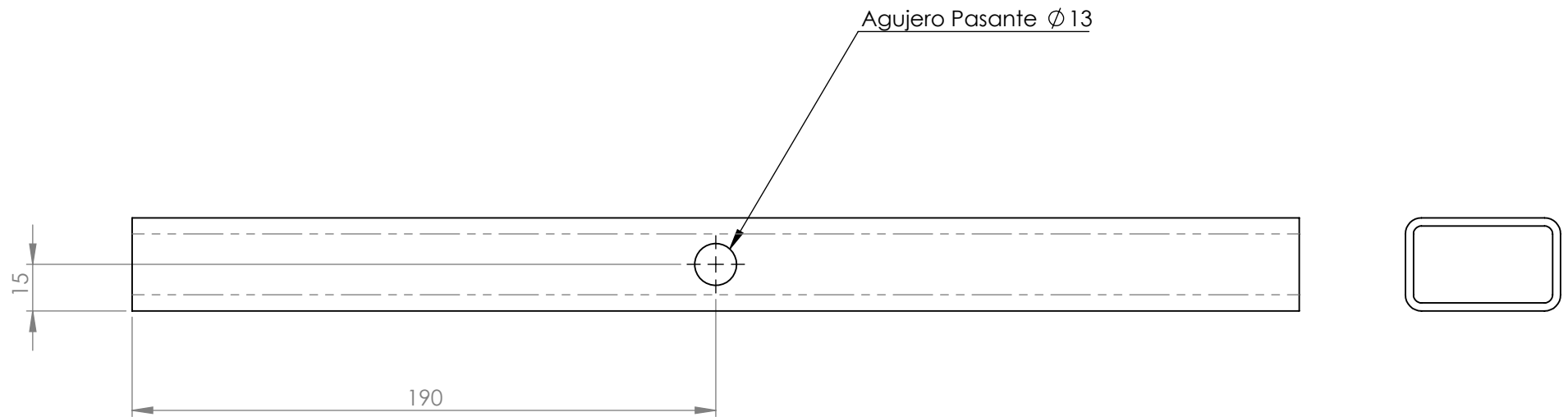
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	ENGRANAJE CÓNICO	
1,5 : 1		



Material: BARRA FORJADA -SAE 8620

Trat. Térm.: CEMENTADO
Prof.: 0,8

Cód.: CAJ-10



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	VIGA POSTERIOR SUPERIOR	
1 : 1,5		



Material: CAÑO ESTRUCTURAL 50 x 30 x 2,5
SAE 1010

Trat. Térm.:

Cód.: CAR-04



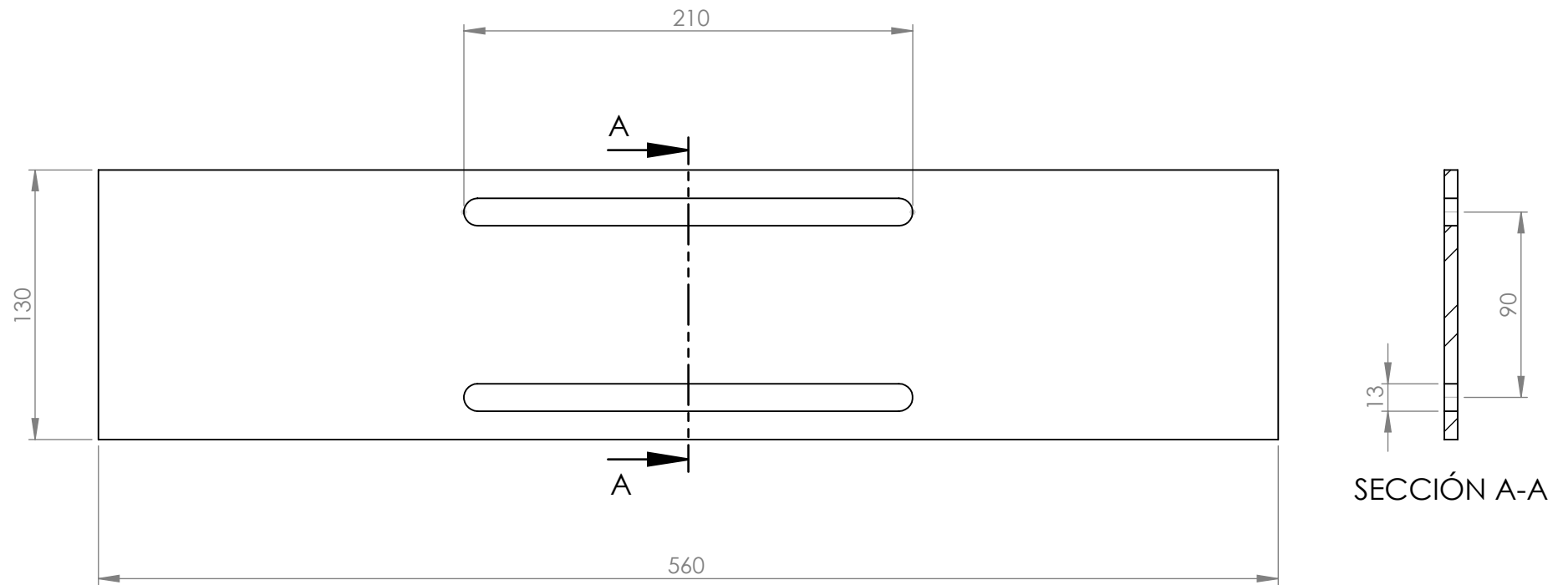
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	VIGA LATERAL SUPERIOR	
1 : 3		



Material: CAÑO ESTRUCTURAL 50 x 30 x 2,5
SAE 1010

Trat. Térm.:

Cód.: CAR-05



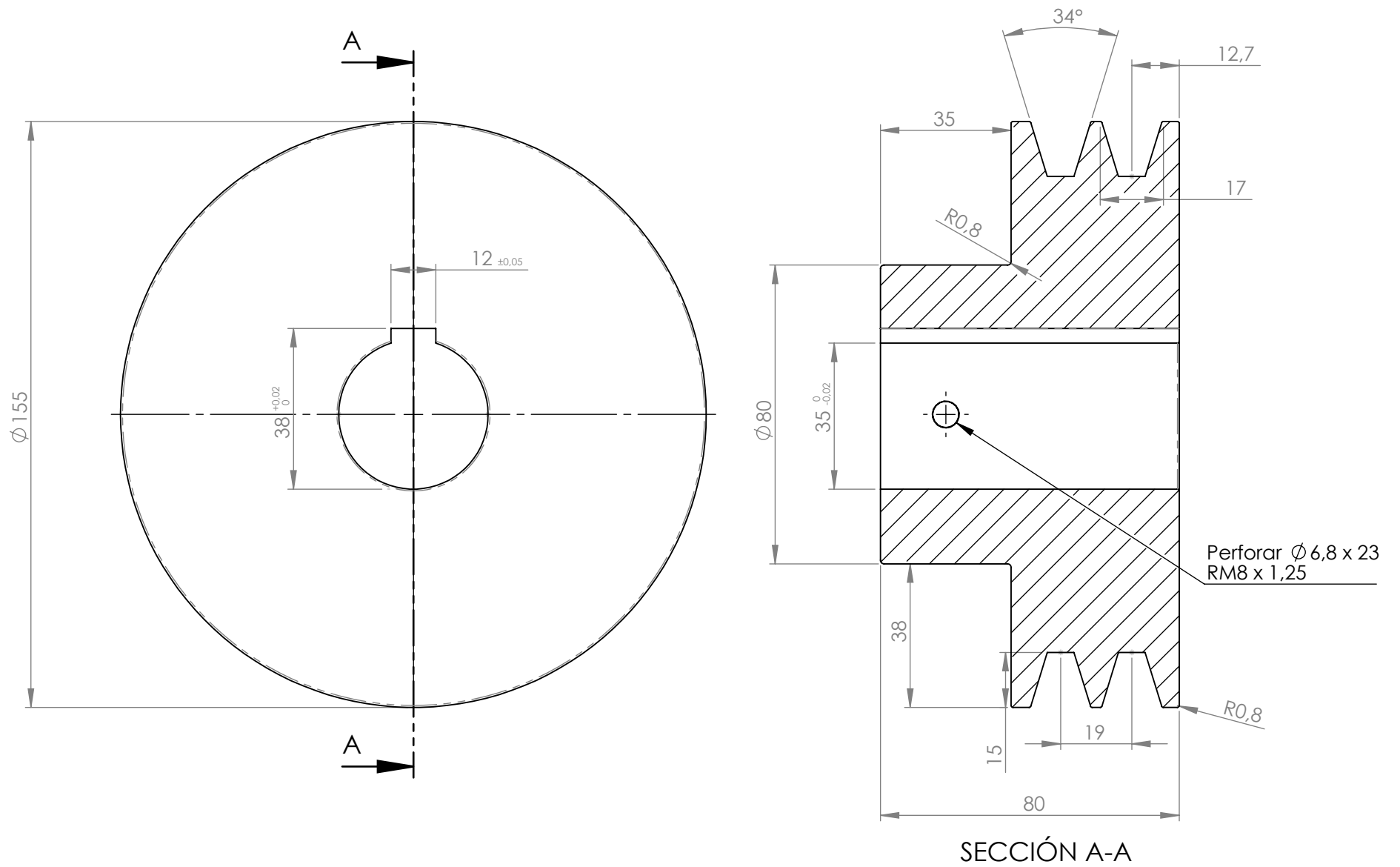
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	APOYO MOTORREDUCTOR	
1 : 3		



Material: CHAPA 1/4" LAMINADA
SAE 1010

Trat. Térm.:

Cód.: CAR-13

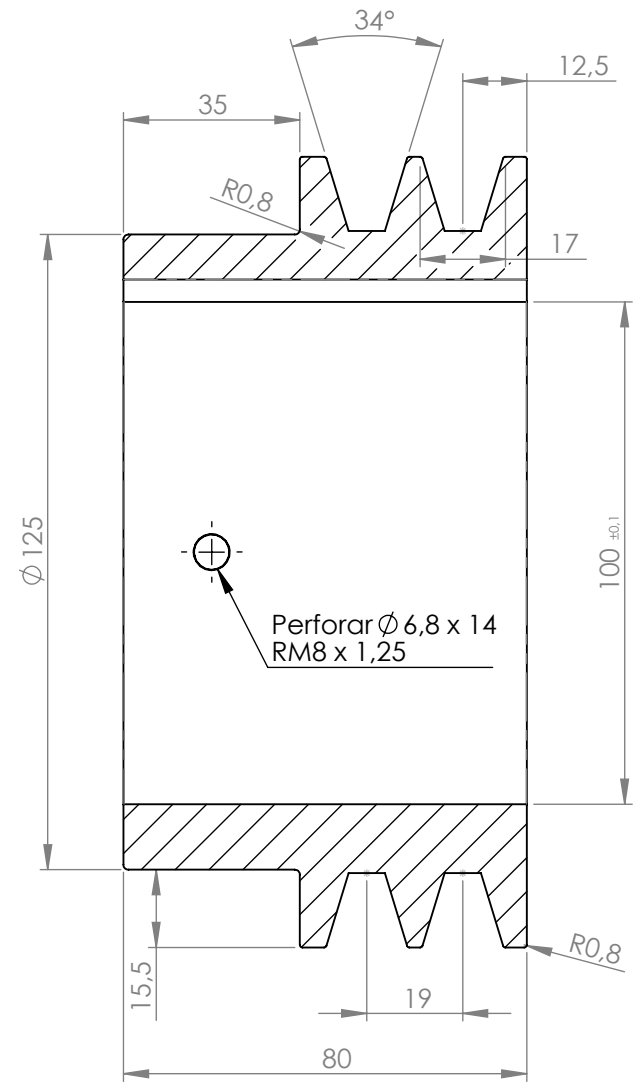
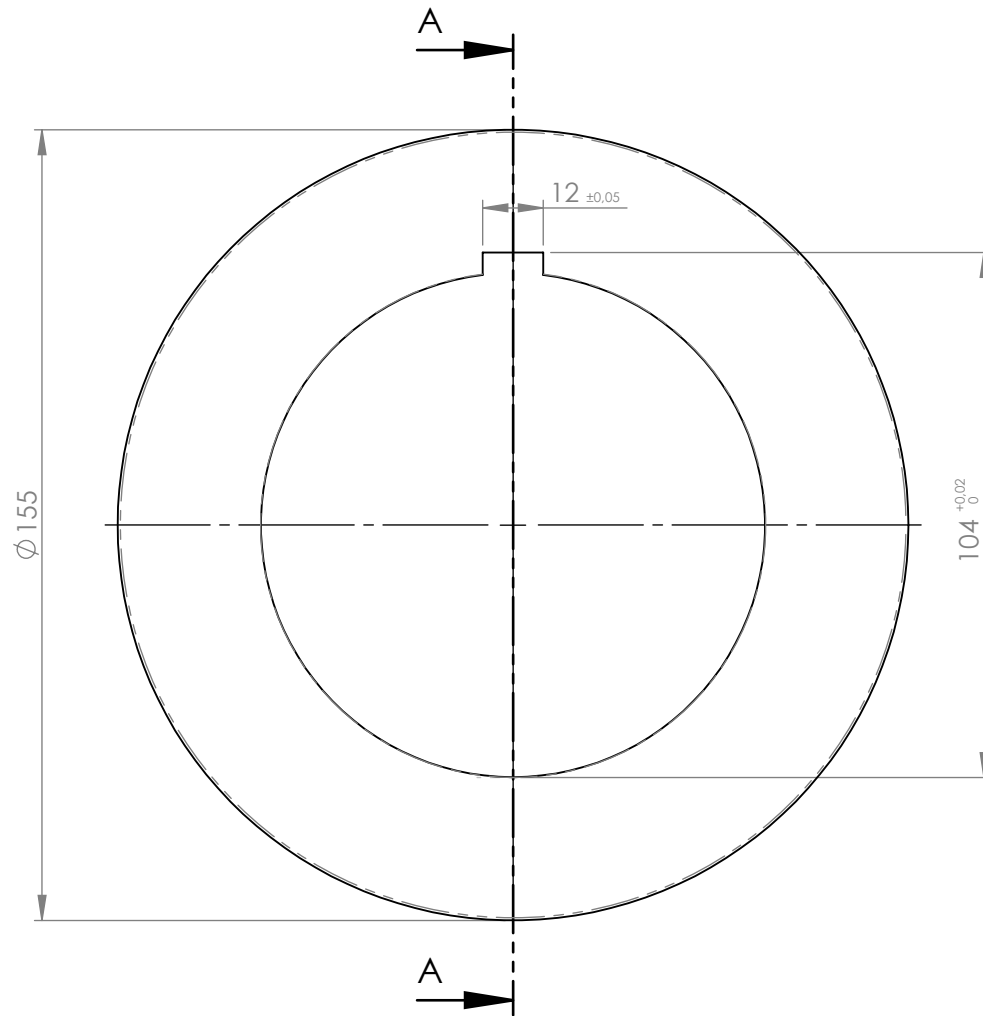


	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	<p style="text-align: center;">POLEA MOTORREDUCTOR</p>	
1 : 1,5		



Material: ALUMINIO

Trat. Térm.: Cód.: CAR-18



SECCIÓN A-A

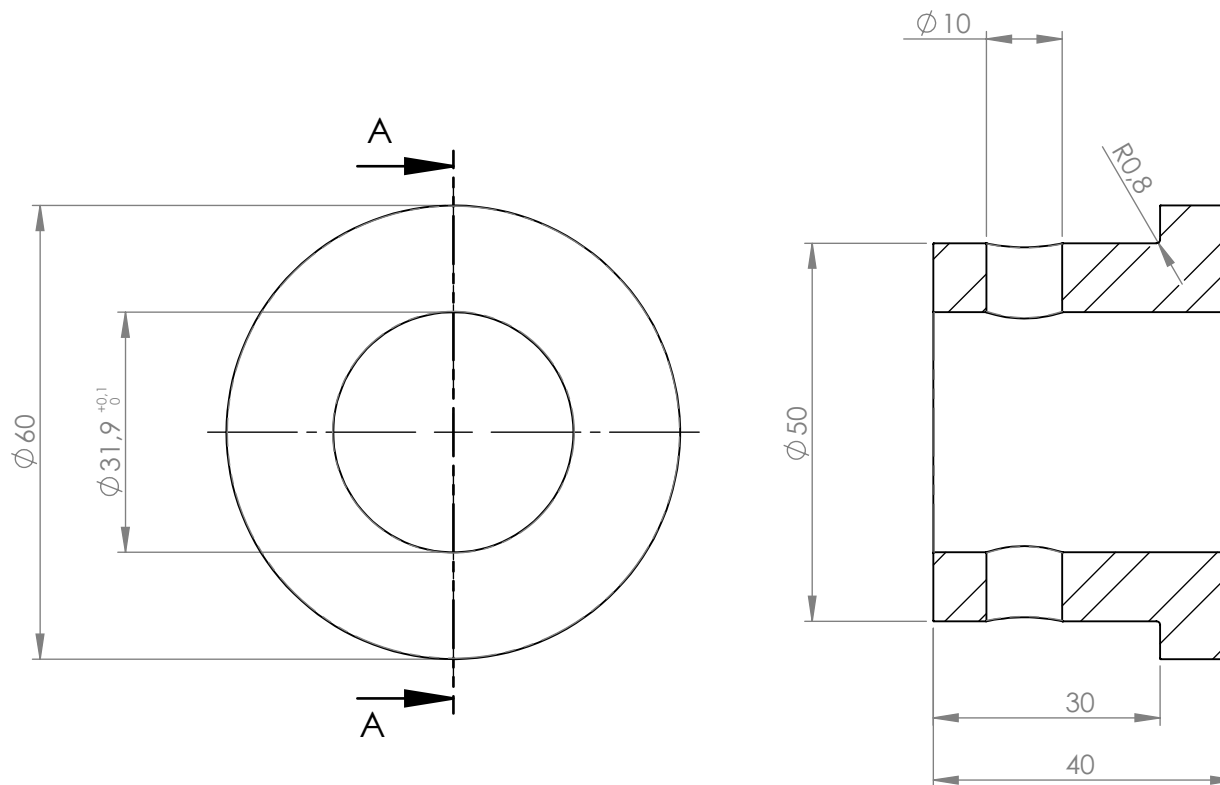
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	POLEA CAÑONERA	
1 : 1,5		



Material: ALUMINIO

Trat. Térm.:

Cód.: CAR-20



SECCIÓN A-A

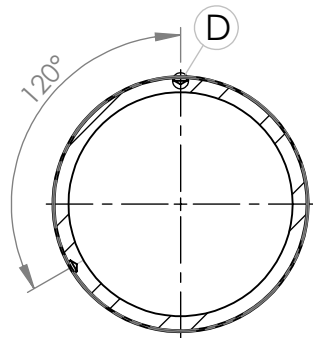
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	MASA P/AGARRE EJE INTERNO	
1 : 1,5		



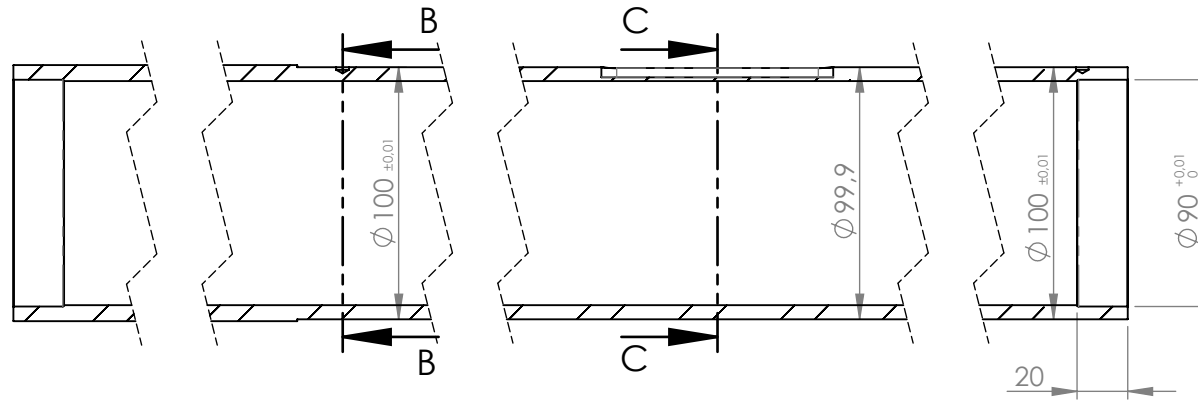
Material: BARRA LAMINADA ϕ 2 3/8"
SAE 1010

Trat. Térm.:

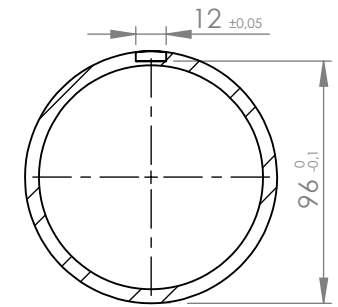
Cód.: CAR-26



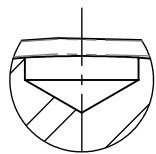
SECCIÓN B-B



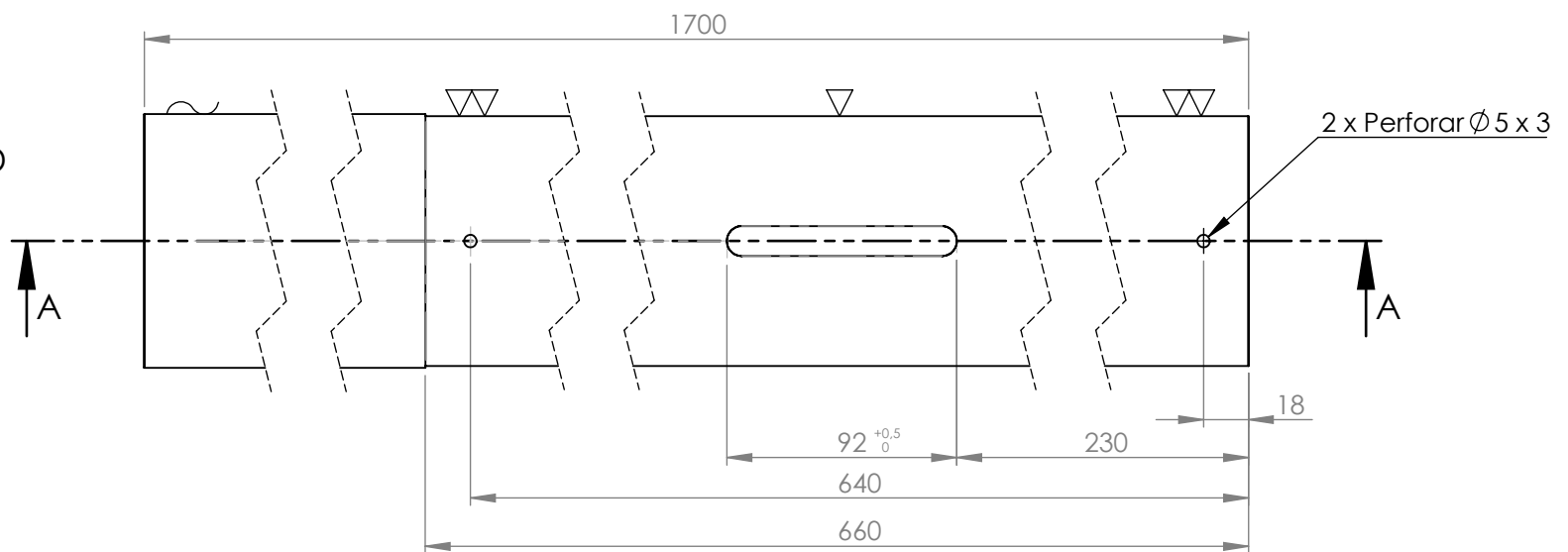
SECCIÓN A-A



SECCIÓN C-C



DETALLE D



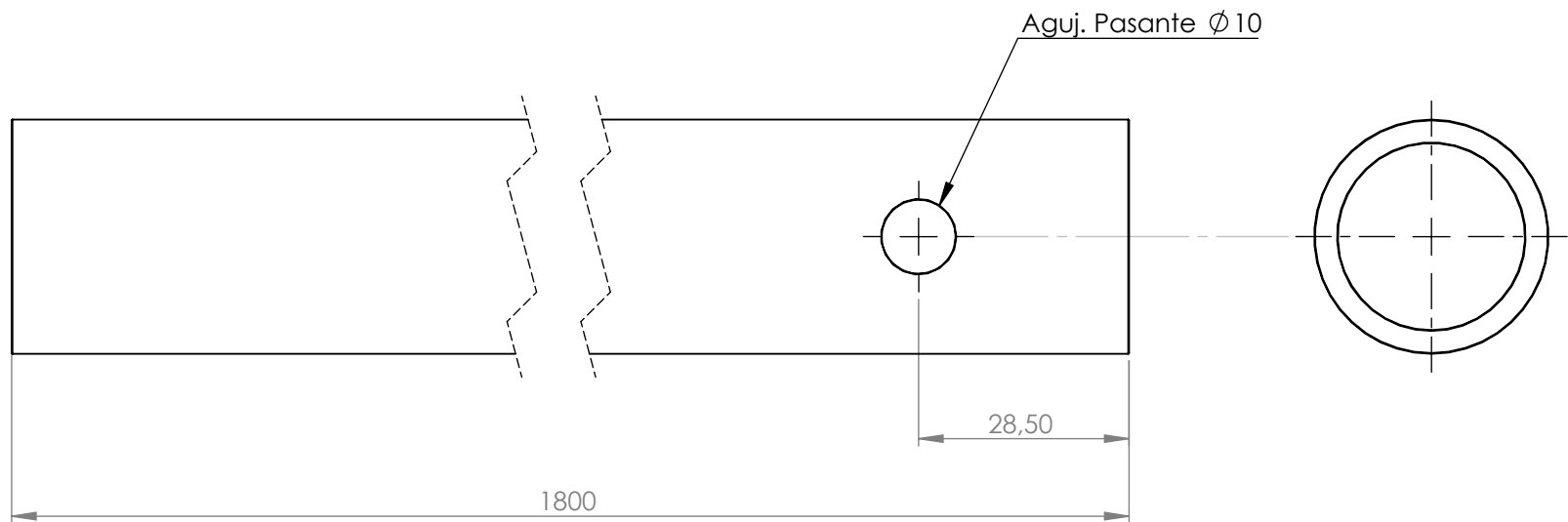
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CAÑONERA	
1 : 3		



Material: TUBO REDONDO 4"
e = 1/4"
SAE 1010

Trat. Térm.:

Cód.: CAR-28



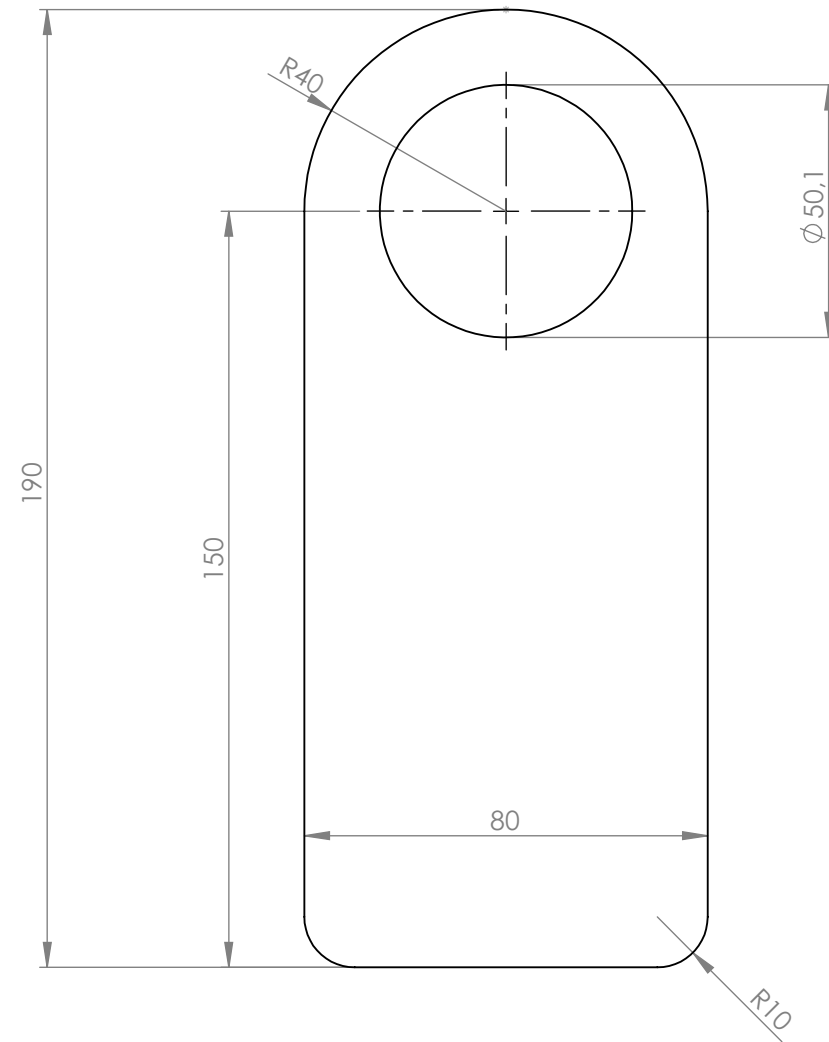
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	EJE INTERNO	
1 : 1		



Material: TUBO REDONDO LAMINADO 1 1/4"
e = 3,2
SAE 1010

Trat. Térm.:

Cód.: CAR-32



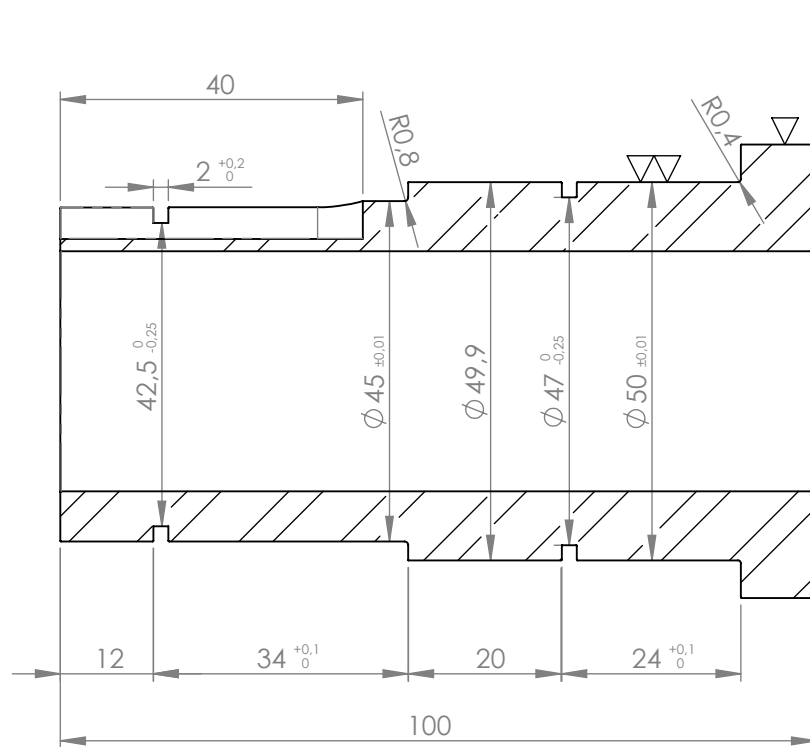
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CHAPA P/SUJETAR CAR-26	
1 : 1,5		



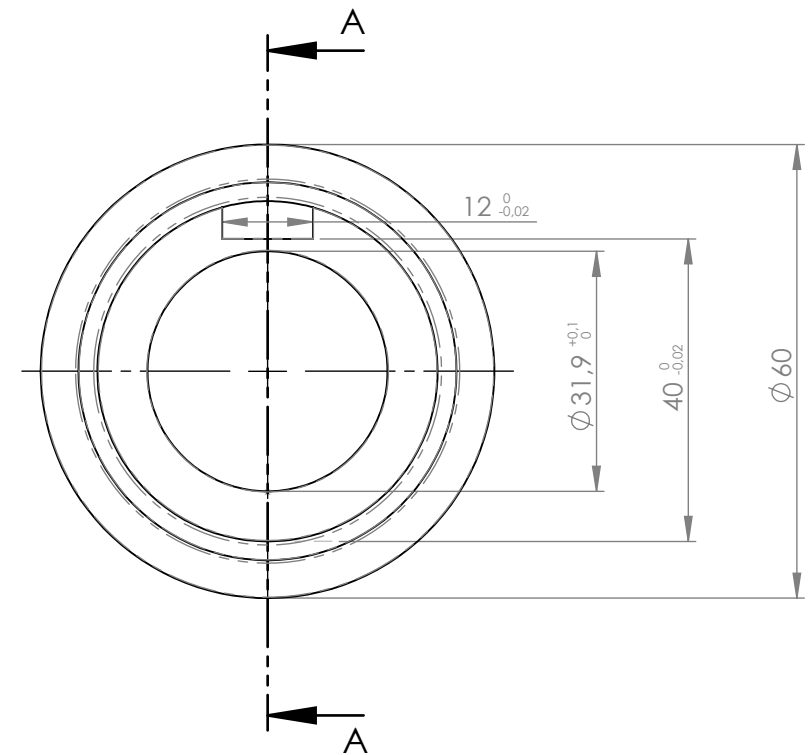
Material: CHAPA 1/4" LAMINADA
SAE 1010

Trat. Térm.:

Cód.: CAR-36



SECCIÓN A-A



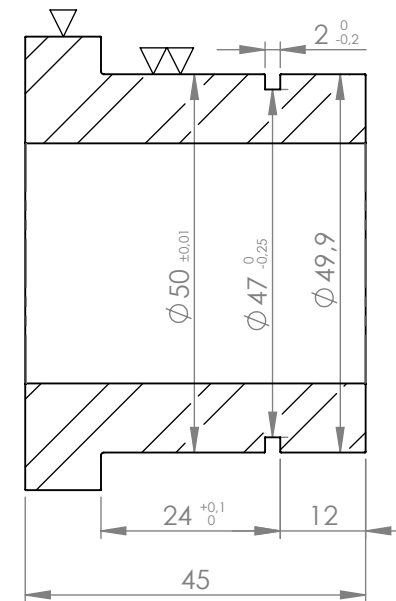
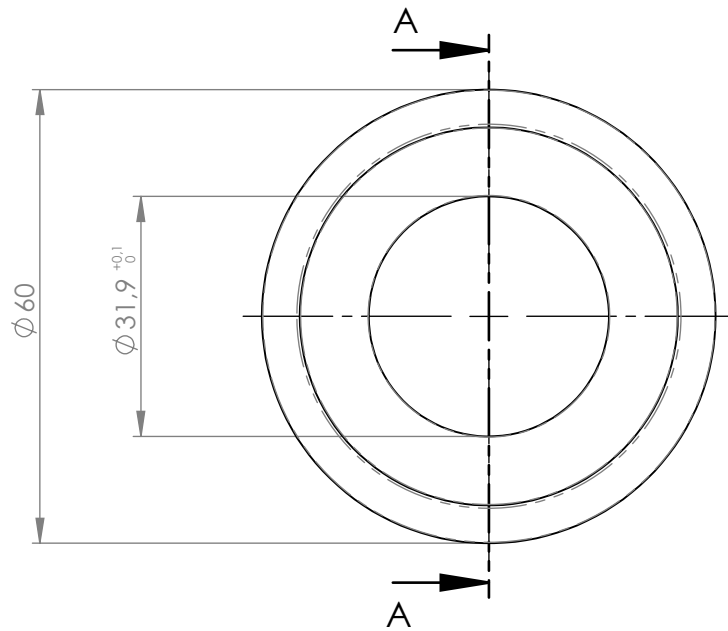
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	MASA FRONTAL P/CAJ09	
1 : 1		




Material: BARRA LAMINADA ϕ 2 3/8"
SAE 1010

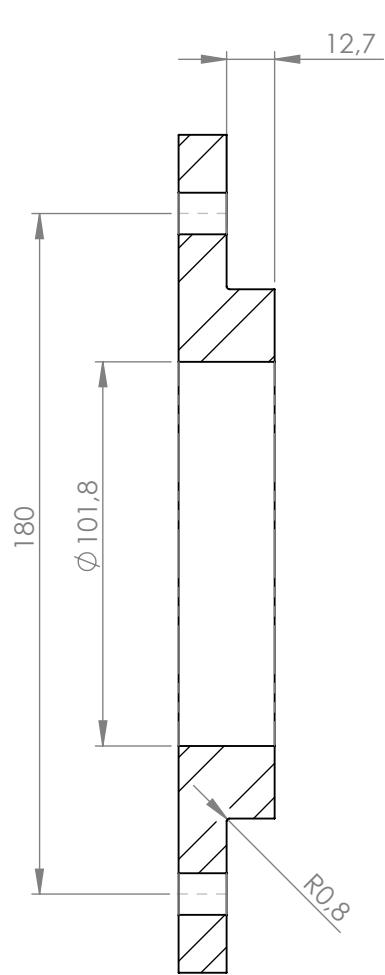
Trat. Térm.:

Cód.: CAR-37

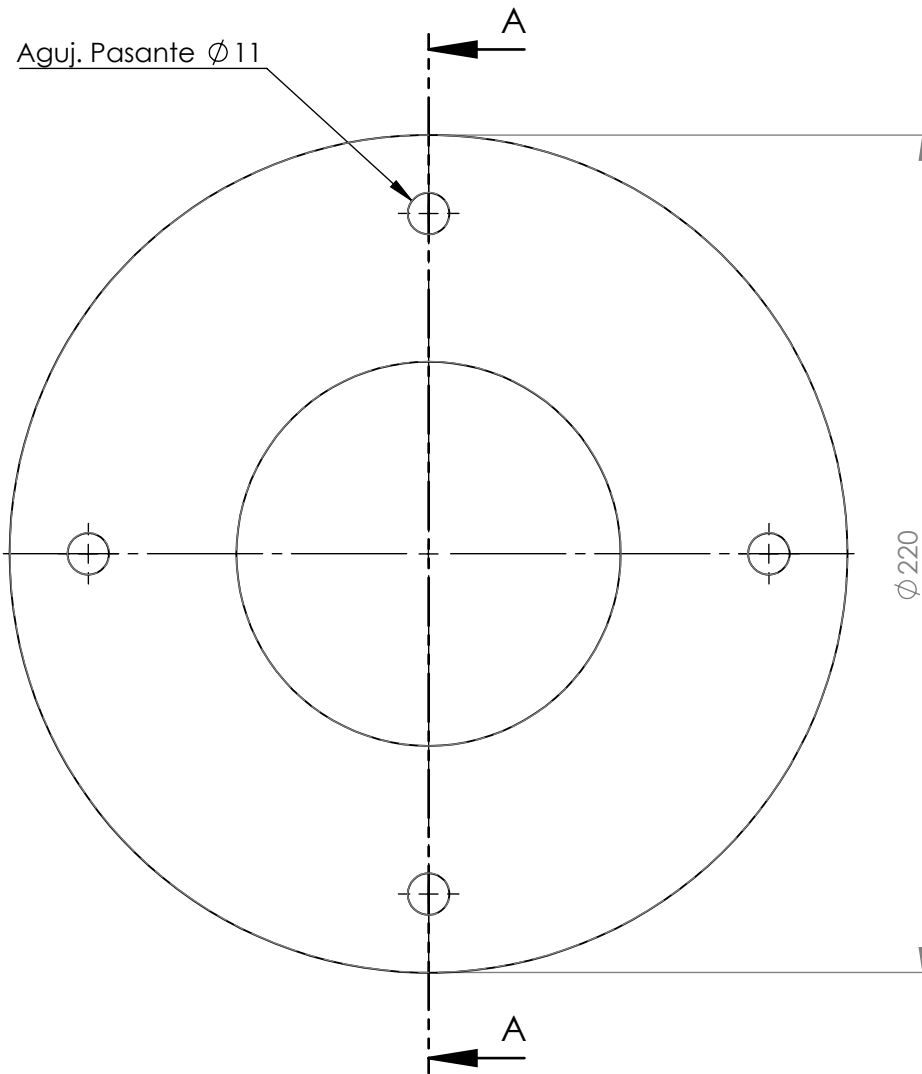


SECCIÓN A-A

	Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco	
Revisó			
Escala	MASA POSTERIOR		Material: BARRA LAMINADA $\Phi 2 \text{ 3/8"}$ SAE 1010
1 : 1			Trat. Térm.:



SECCIÓN A-A



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	BRIDA	
1 : 2		

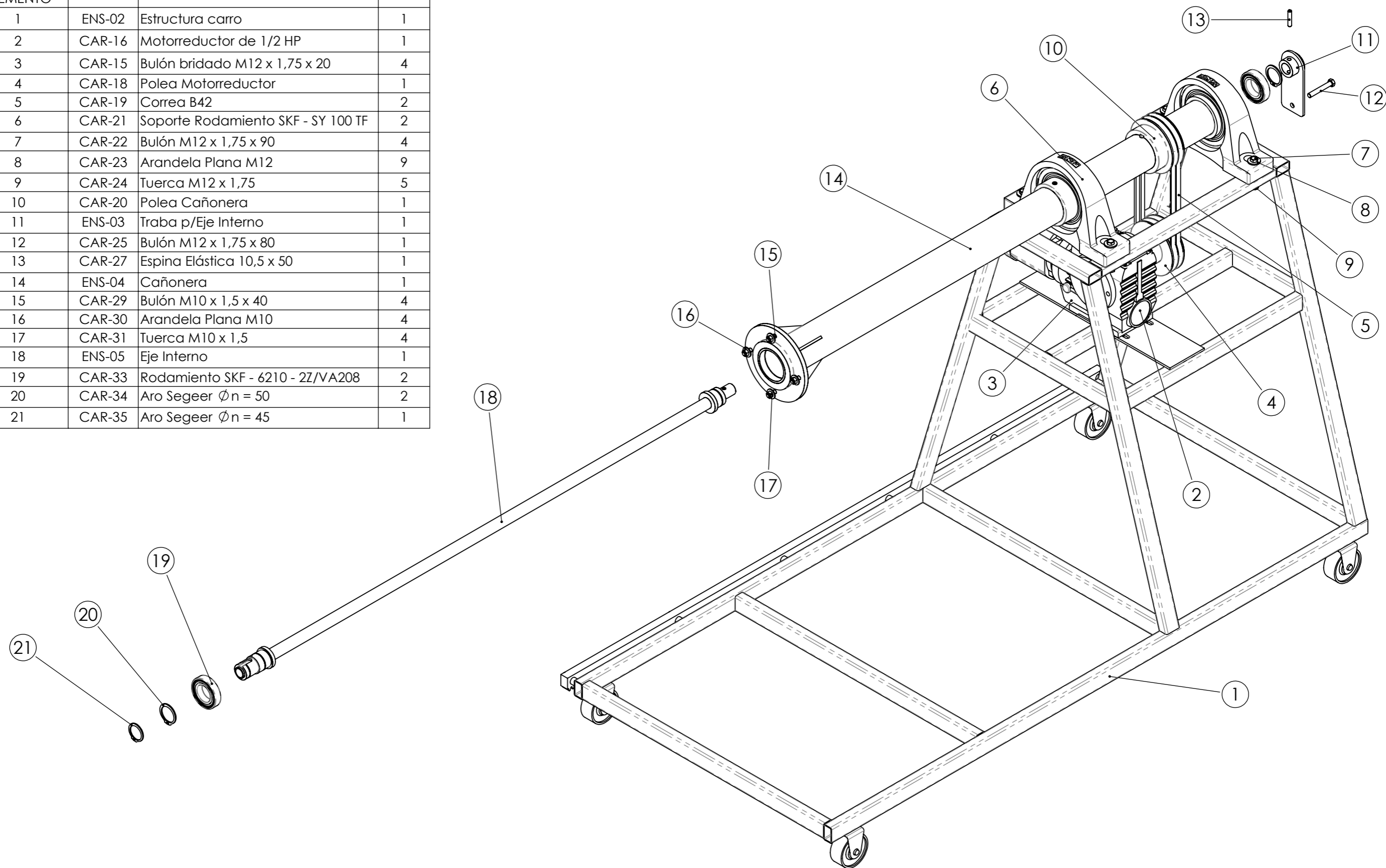



Material: CHAPA LAMINADA
e = 1"
SAE 1010

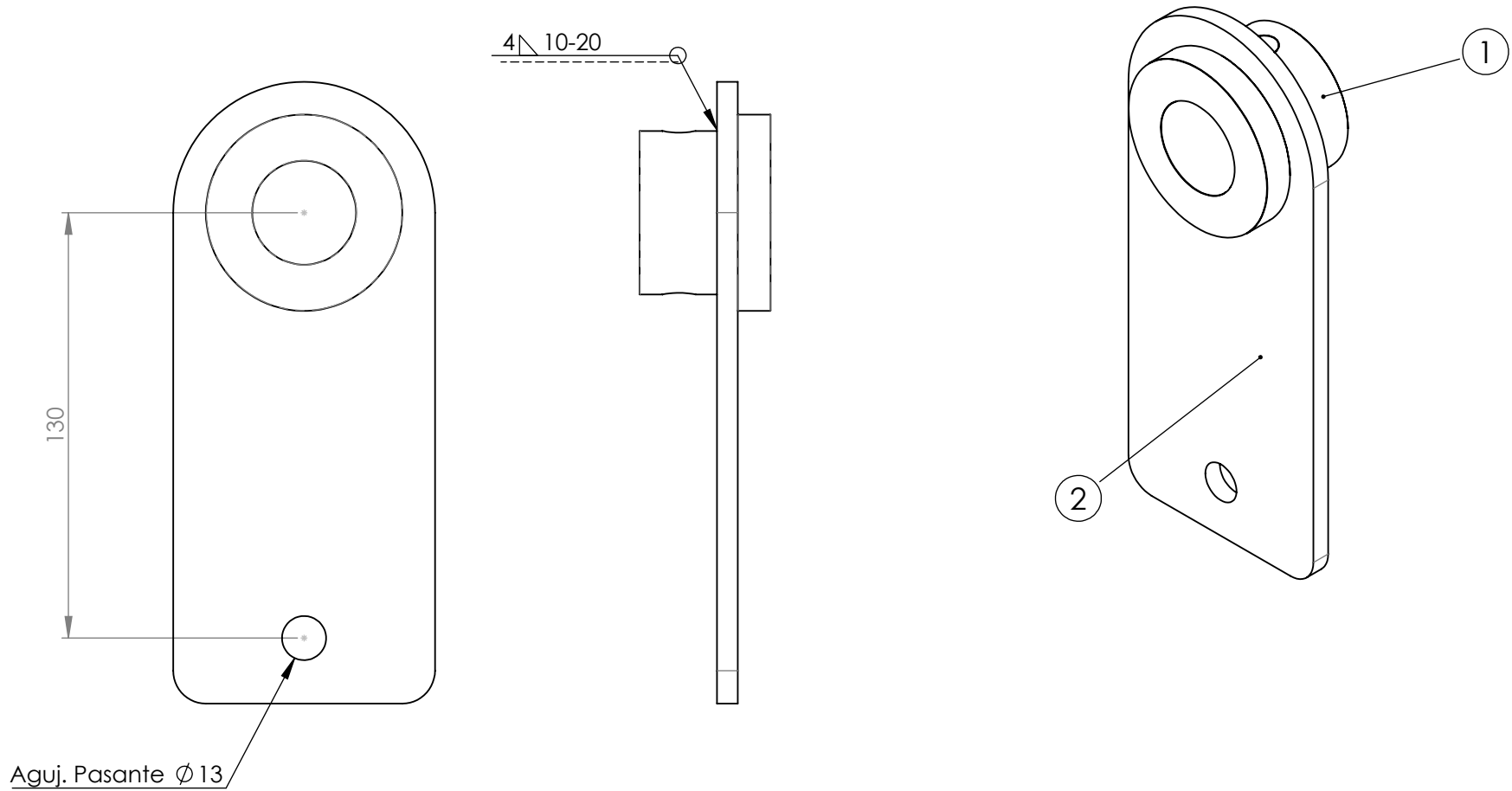
Trat. Térm.:

Cód.: CAR-39

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	ENS-02	Estructura carro	1
2	CAR-16	Motorreductor de 1/2 HP	1
3	CAR-15	Bulón bridado M12 x 1,75 x 20	4
4	CAR-18	Polea Motorreductor	1
5	CAR-19	Correa B42	2
6	CAR-21	Soporte Rodamiento SKF - SY 100 TF	2
7	CAR-22	Bulón M12 x 1,75 x 90	4
8	CAR-23	Arandela Plana M12	9
9	CAR-24	Tuerca M12 x 1,75	5
10	CAR-20	Polea Cañonera	1
11	ENS-03	Traba p/Eje Interno	1
12	CAR-25	Bulón M12 x 1,75 x 80	1
13	CAR-27	Espina Elástica 10,5 x 50	1
14	ENS-04	Cañonera	1
15	CAR-29	Bulón M10 x 1,5 x 40	4
16	CAR-30	Arandela Plana M10	4
17	CAR-31	Tuerca M10 x 1,5	4
18	ENS-05	Eje Interno	1
19	CAR-33	Rodamiento SKF - 6210 - 2Z/VA208	2
20	CAR-34	Aro Segeer $\varnothing n = 50$	2
21	CAR-35	Aro Segeer $\varnothing n = 45$	1



	Fecha	Nombre	
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco	
Revisó			Material:
Escala			
1 : 10		CARRO	Trat. Térm.: Cód.: ET -02



N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	CAR-26	Masa para sujetar Eje Interno	1
2	CAR-36	Chapa p/sujetar CAR-26	1

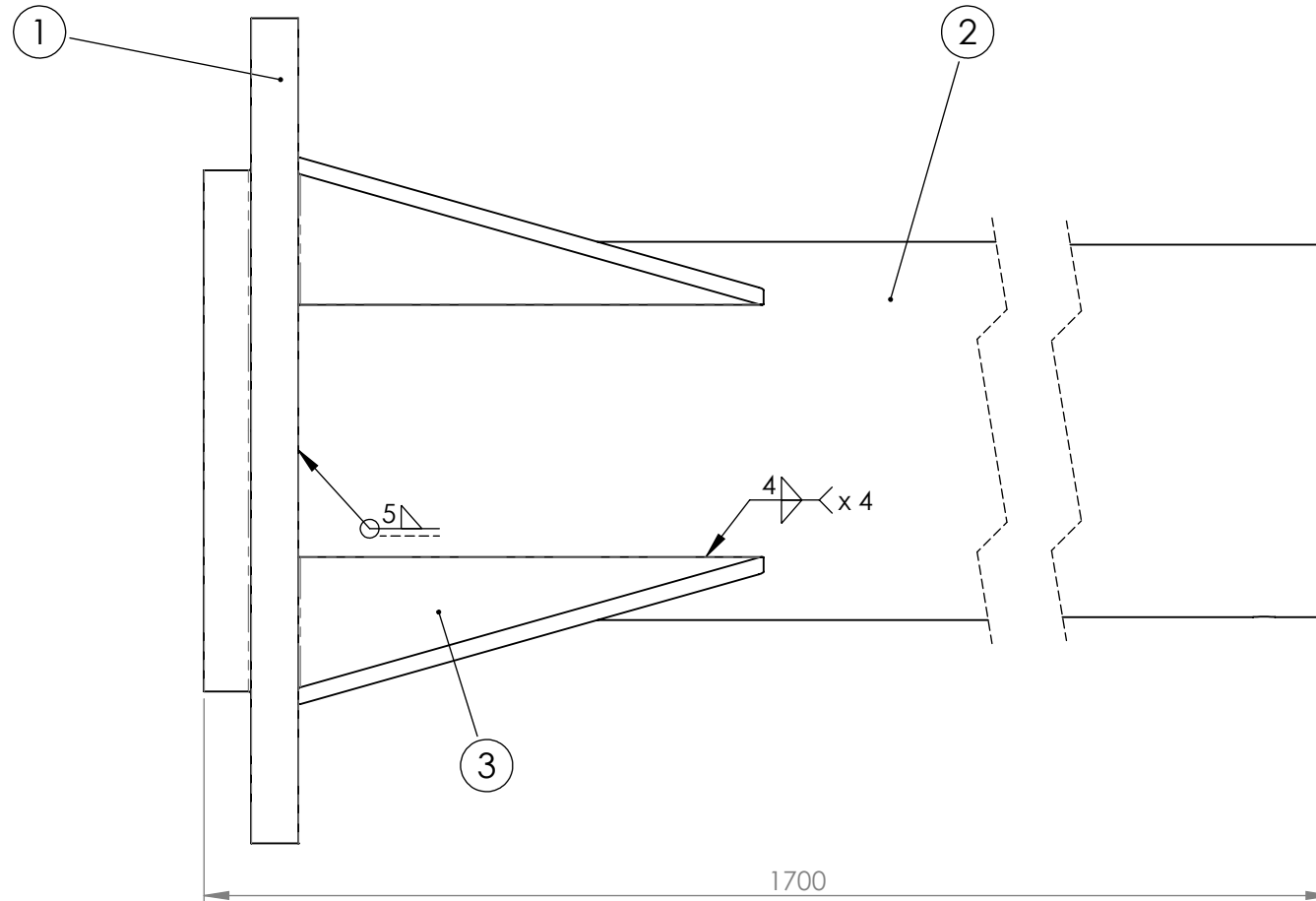
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	TRABA P/EJE INTERNO	
1 : 2		

**UNIVERSIDAD
TECNOLOGICA
NACIONAL**

Material:

Trat. Térm.: Cód.: ENS-03

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	CAR-39	Brida	1
2	CAR-28	Cañonera	1
3	CAR-40	Nervio 50 x 125 x 1/4"	4



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	ENSAMBLE CAÑONERA	
1 : 1,5		

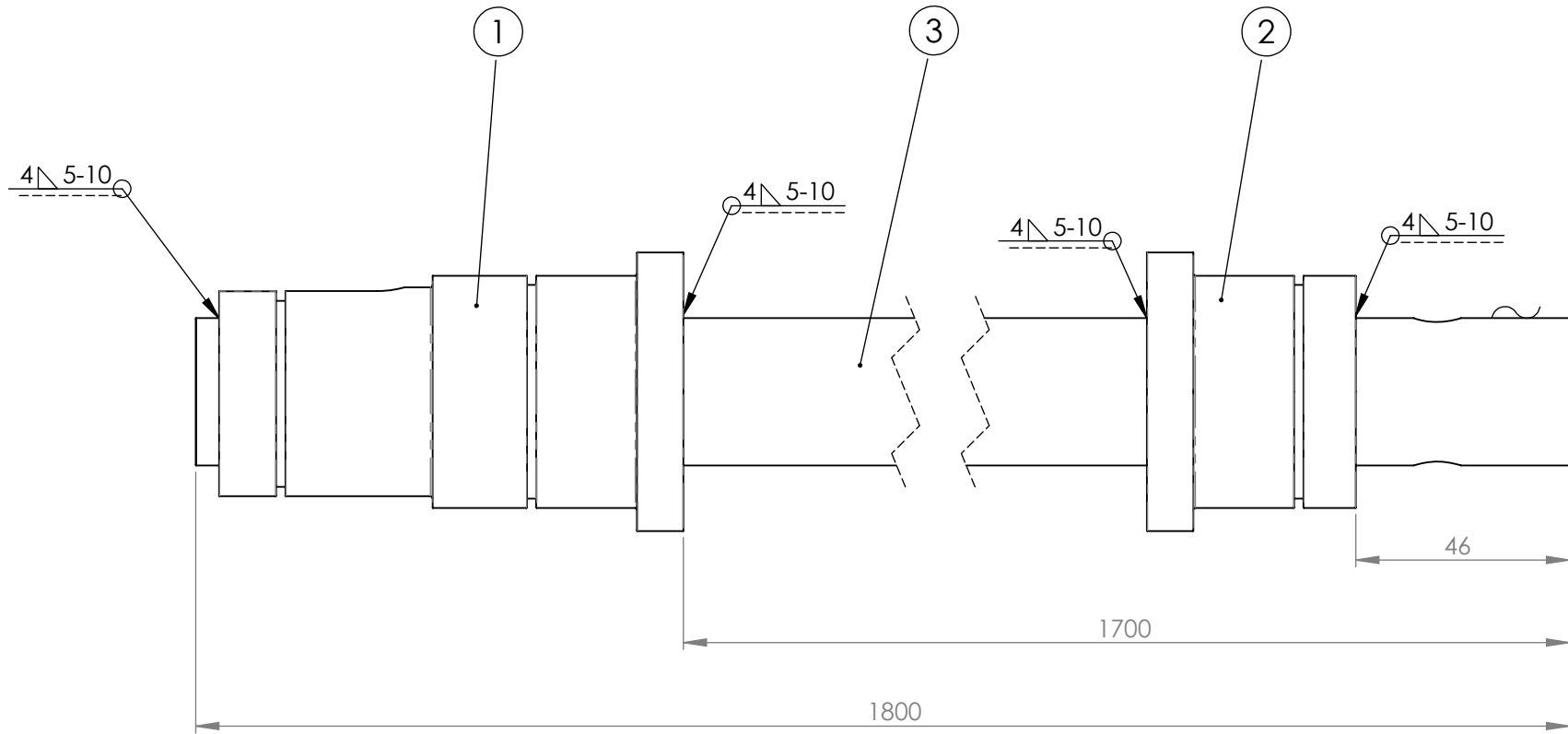


Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ENS-04

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	CAR-37	Masa Frontal p/CAJ09	1
2	CAR-38	Masa Posterior	1
3	CAR-32	Eje Interno	1



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	ENSAMBLE EJE INTERNO	
1 : 1,5		

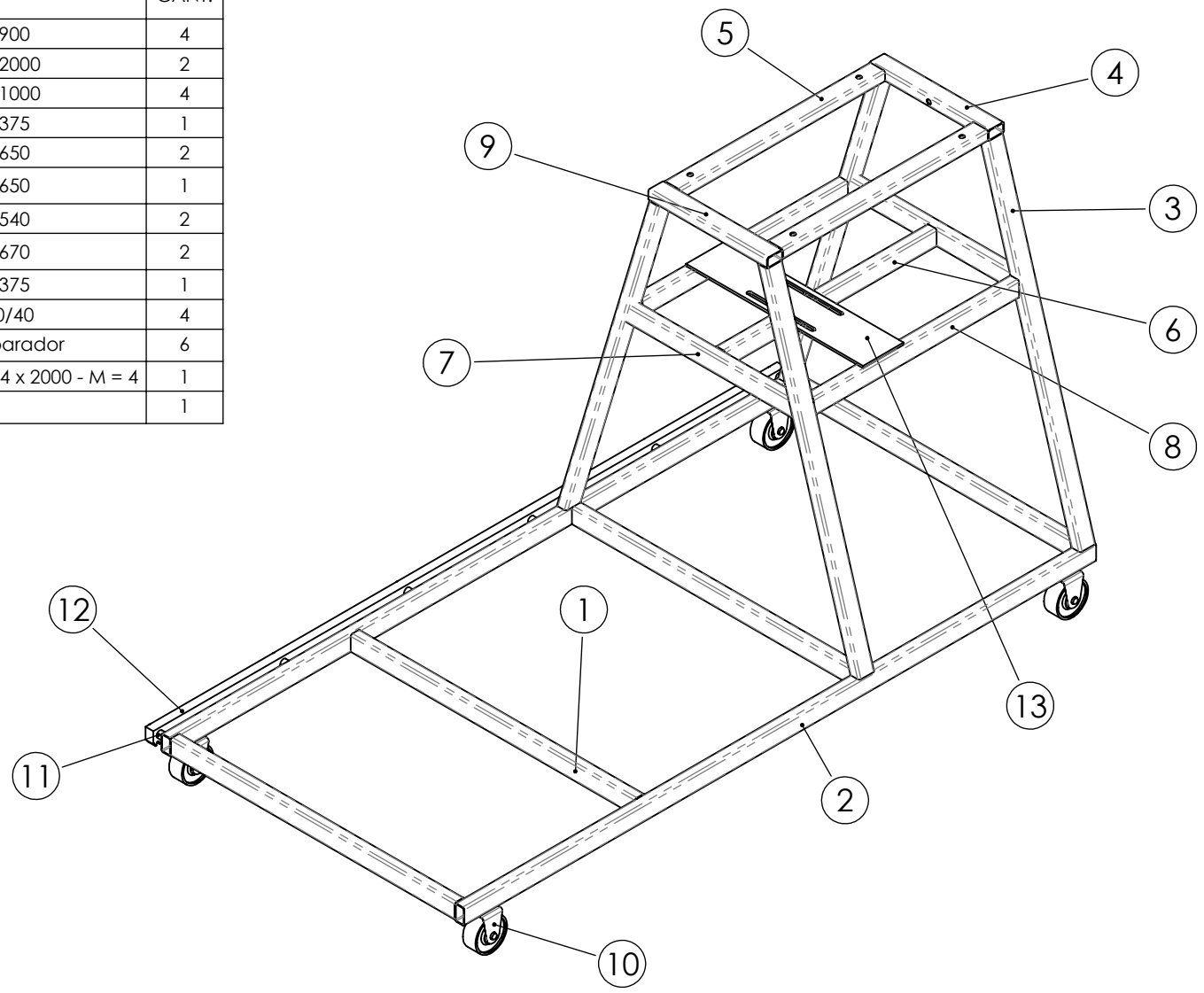


Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ENS-05

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	CAR-01	Caño Estructural 50 x 30 x 2,5 L = 900	4
2	CAR-02	Caño Estructural 50 x 30 x 2,5 L = 2000	2
3	CAR-03	Caño Estructural 50 x 30 x 2,5 L = 1000	4
4	CAR-04	Caño Estructural 50 x 30 x 2,5 L = 375	1
5	CAR-05	Caño Estructural 50 x 30 x 2,5 L = 650	2
6	CAR-06	Caño Estructural 50 x 30 x 2,5 L = 650	1
7	CAR-07	Caño Estructural 50 x 30 x 2,5 L = 540	2
8	CAR-08	Caño Estructural 50 x 30 x 2,5 L = 670	2
9	CAR-09	Caño Estructural 50 x 30 x 2,5 L = 375	1
10	CAR-10	Rueda Industrial de Hierro HI -100/40	4
11	CAR-11	Bulón M10 x 1,5 x 45 con Buje separador	6
12	CAR-12	Cremallera Acero Zincado 25 x 44 x 2000 - M = 4	1
13	CAR-13	Chapa p/apoyo Motorreductor	1

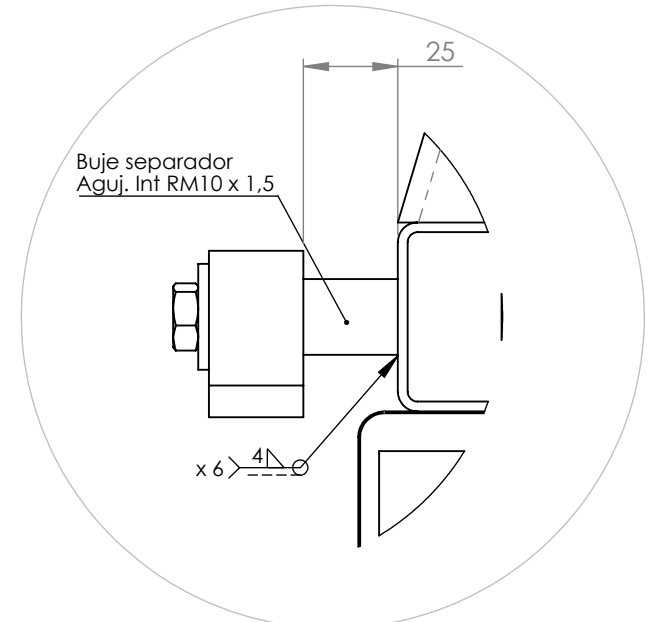
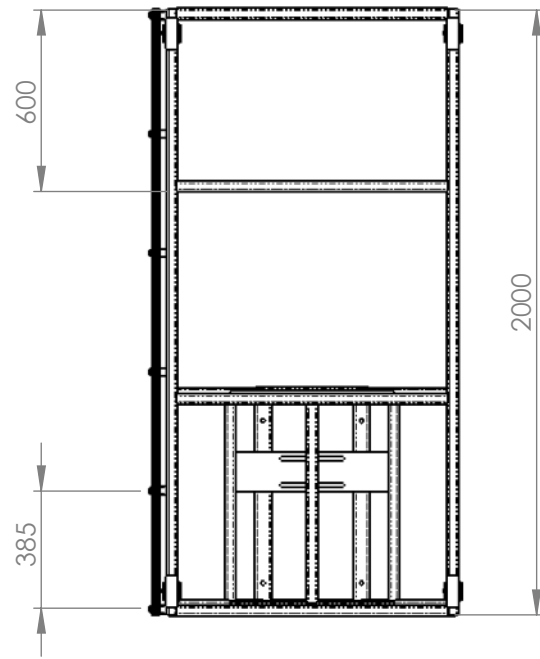


CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ENS-02-a	Estructura carro soldada

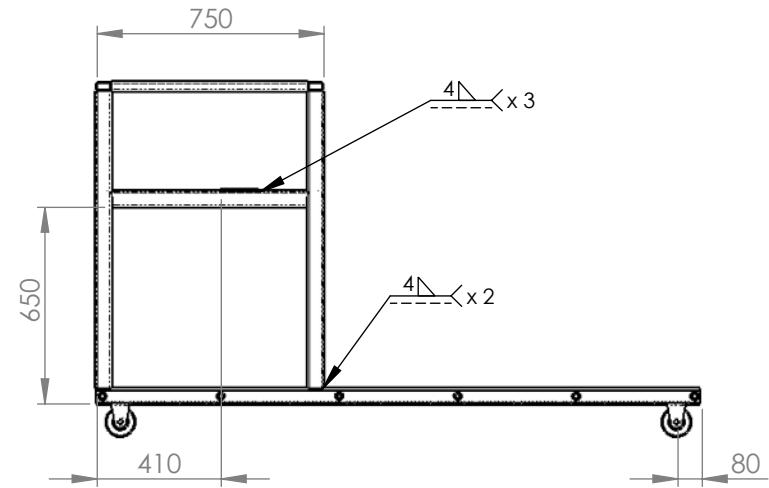
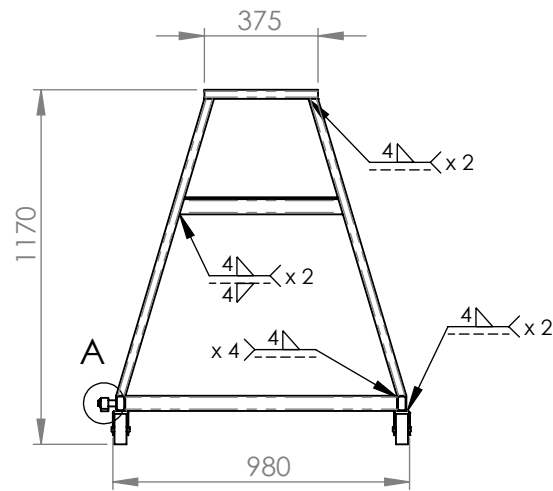


	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	ESTRUCTURA CARRO	
1 : 1,5		

Material:	
Trat. Térm.:	Cód.:ENS -02



DETALLE A



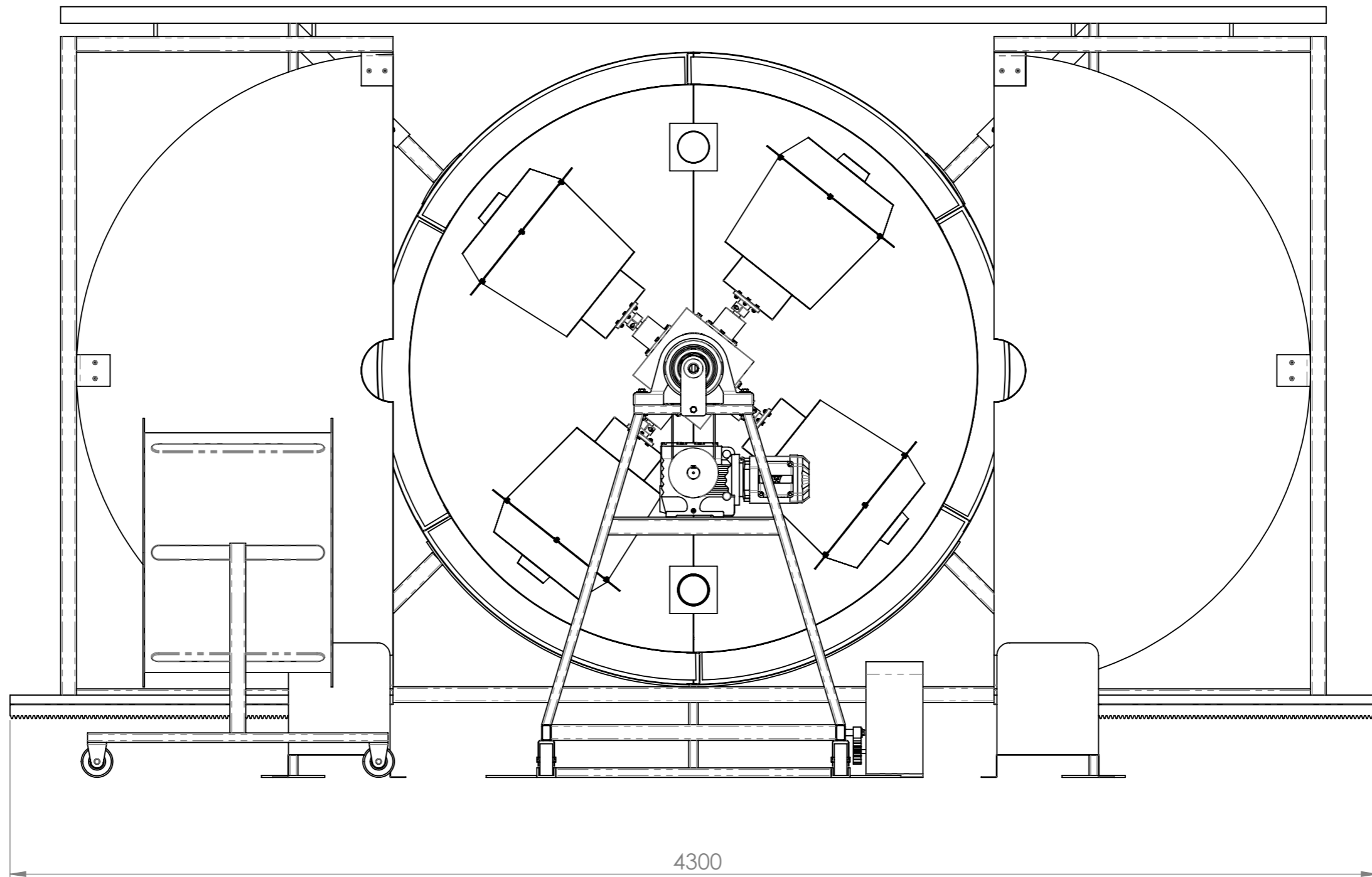
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	ESTRUCTURA CARRO	
1 : 25		



Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ENS-02-a



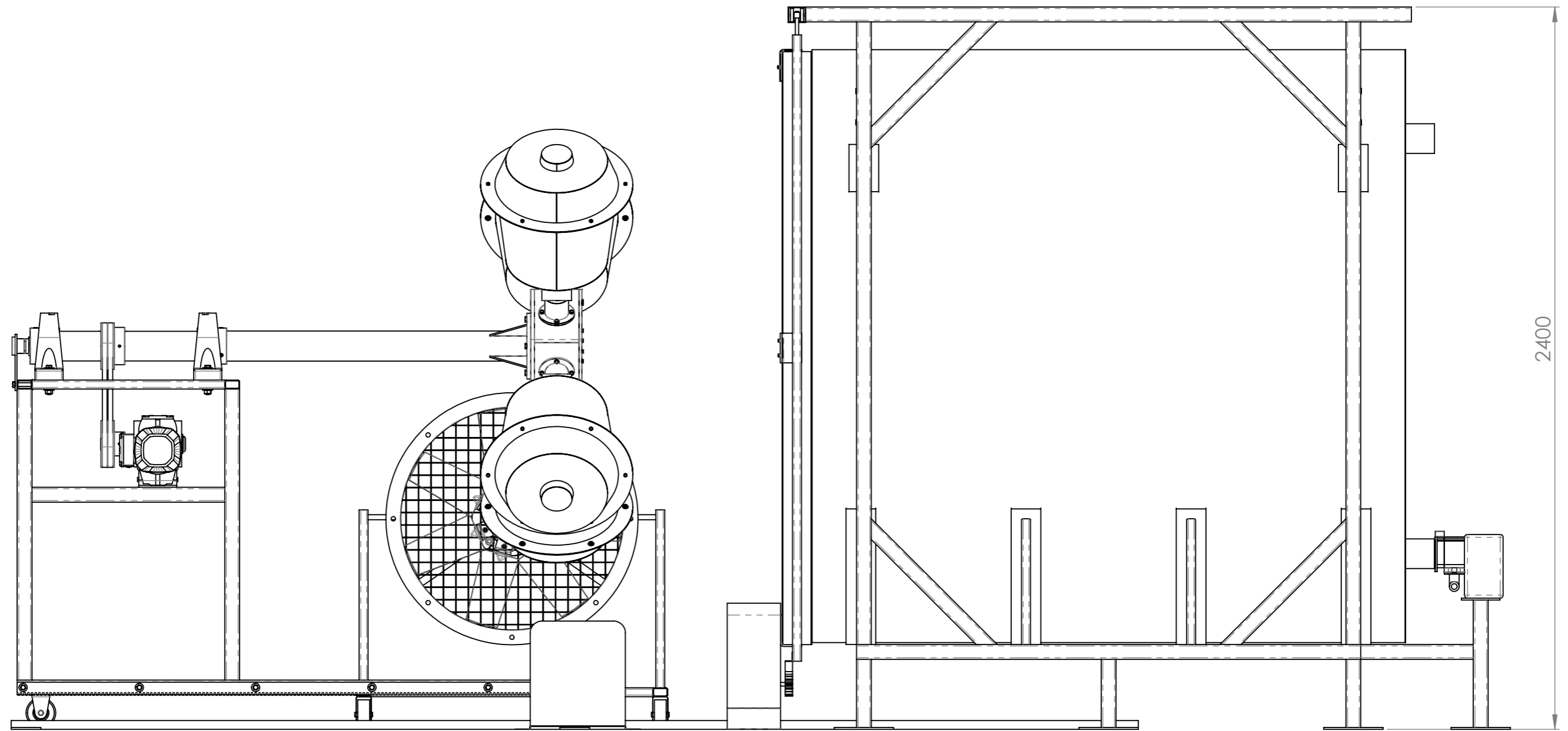
4300

	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	VISTA FRONTAL	
1 : 15		



Material:

Trat. Térm.: Cód.: ET-00-α

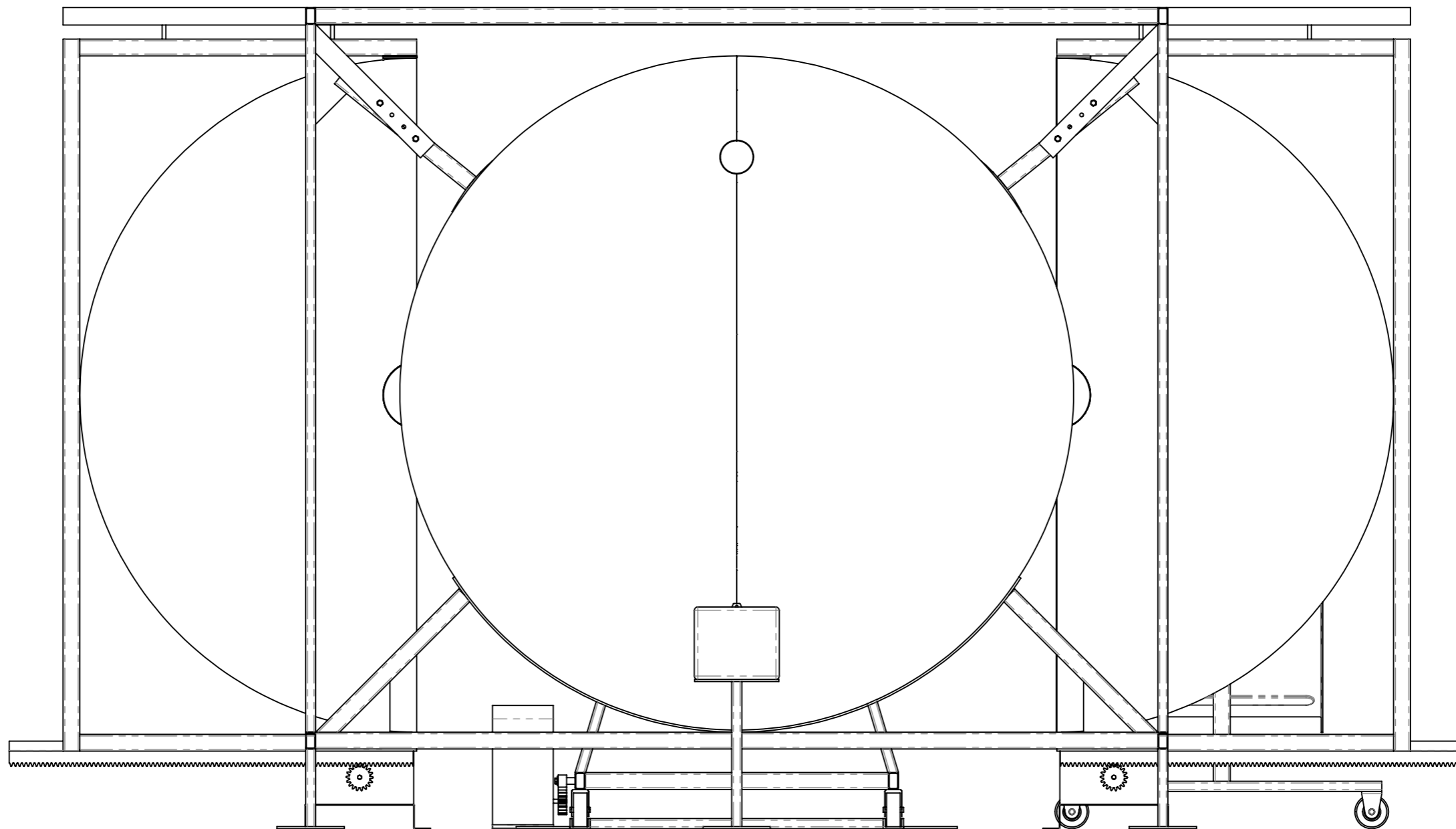



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	VISTA LATERAL	
1 : 15		

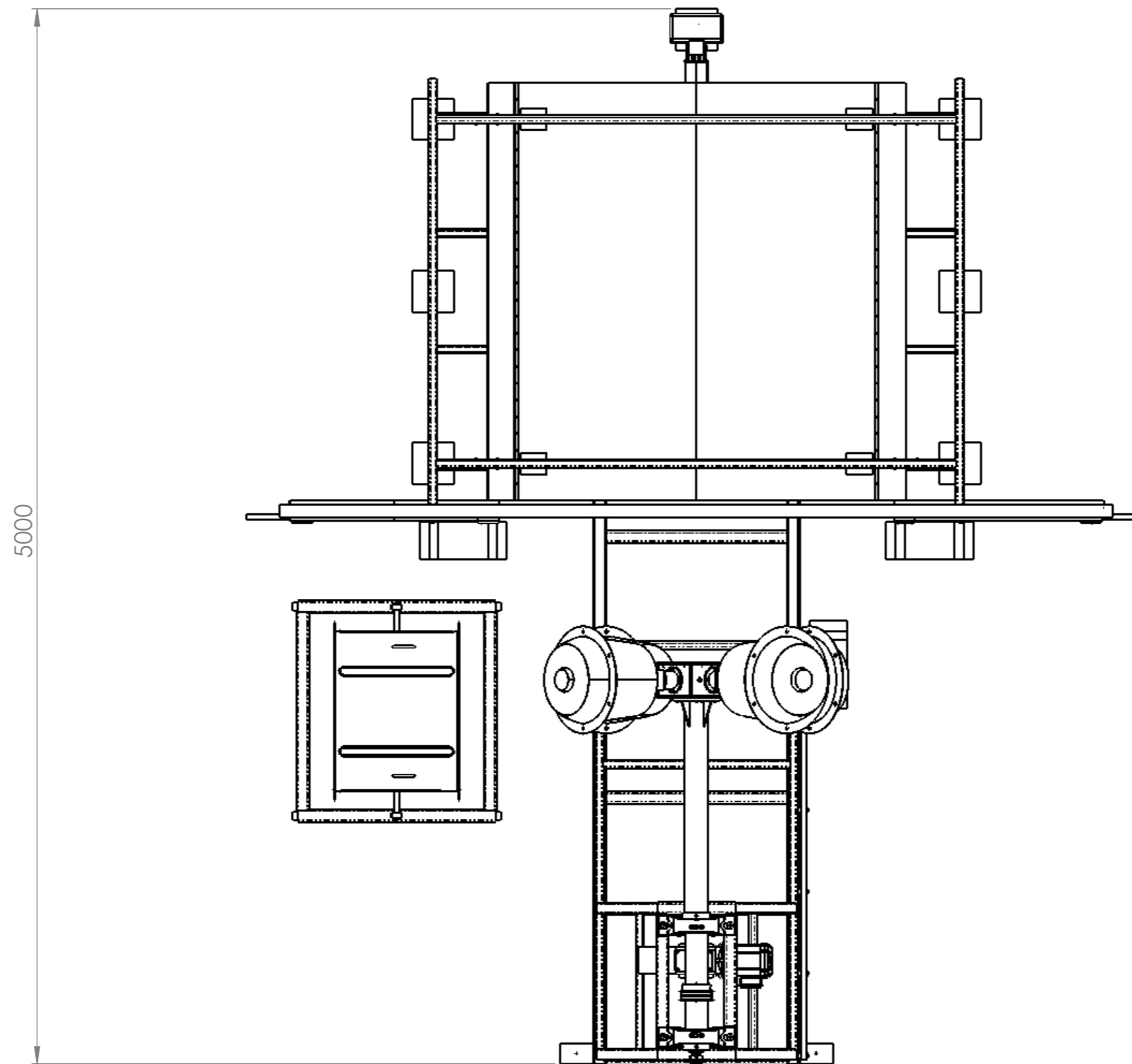


Material:

Trat. Térm.: Cód.: ET-00-b



	Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL	
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco		Material:
Revisó				
Escala	VISTA POSTERIOR			Trat. Térm.: Cód.: ET-00-c
1 : 15				



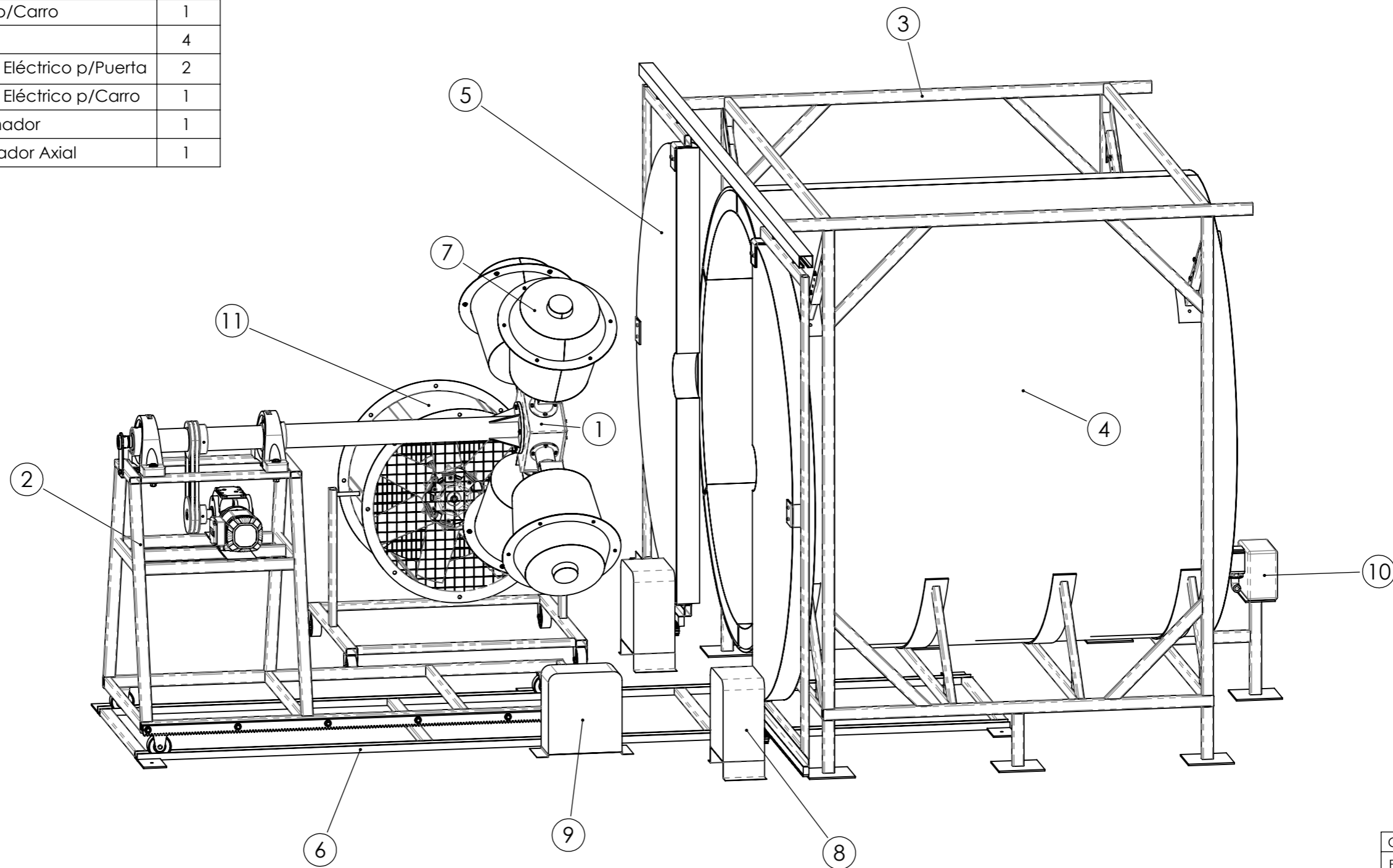
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala		
1 : 25		VISTA SUPERIOR



Material:

Trat. Térm.: Cód.: ET-00-d

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	ET-01	Caja Reductora	1
2	ET-02	Carro	1
3	ET-03	Estructura Horno	1
4	ET-04	Horno	1
5	ET-05	Puerta	2
6	ET-06	Guía p/Carro	1
7	ET-07	Matriz	4
8	ET-08	Motor Eléctrico p/Puerta	2
9	ET-09	Motor Eléctrico p/Carro	1
10	ET-10	Quemador	1
11	ET-11	Ventilador Axial	1



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ET - 00 - a	Vista Frontal
ET - 00 - b	Vista Lateral
ET - 00 - c	Vista Posterior
ET - 00 - d	Vista Superior

	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala		
1 : 20		MÁQUINA ROTOMOLDEO

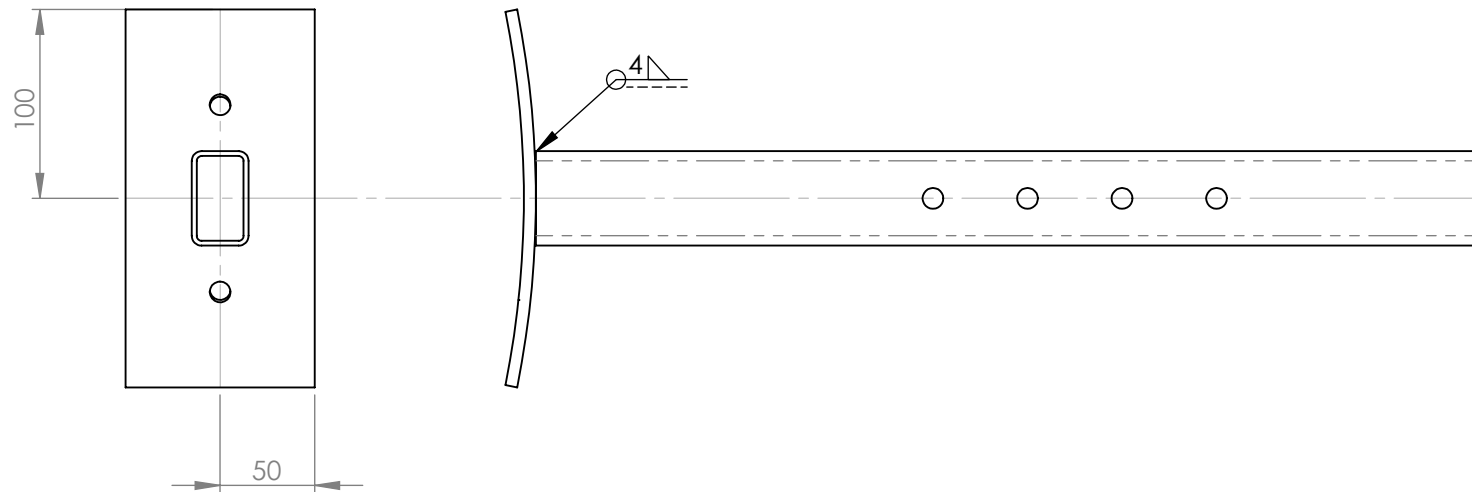
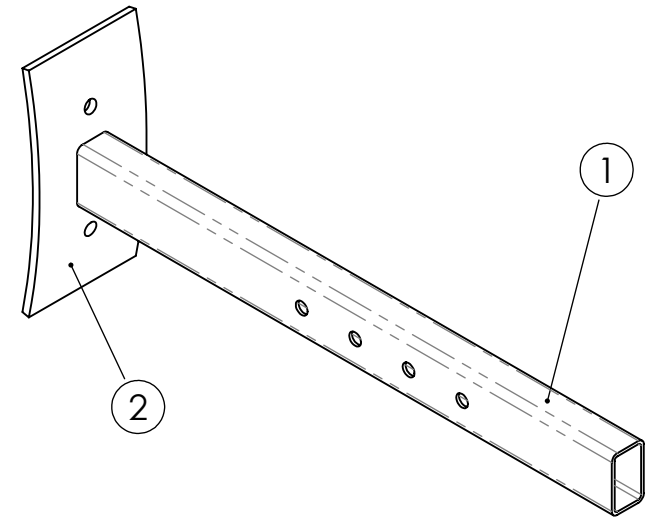


Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ET-00

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	EST-16	Chapa p/Sujección de Horno	1
2	EST-15	Brazo Sujetador	1



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	SUJETADOR P/HORNO	
1 : 4		

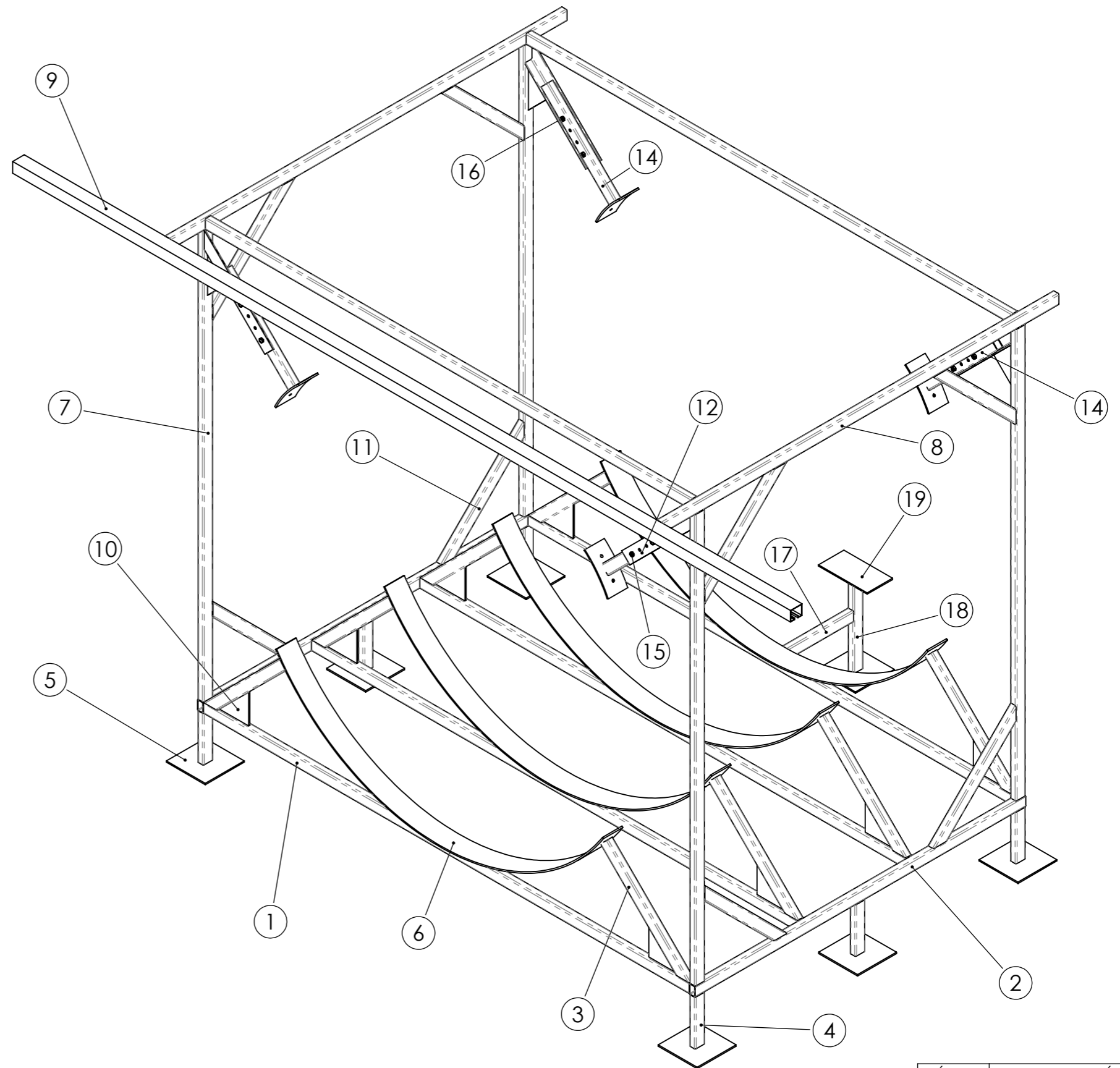


Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ENS-05

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	EST-01	Viga 50 x 30 x 2,5 - L = 2500	6
2	EST-02	Lateral Inferior 50 x 30 x 2,5 - L = 1700	2
3	EST-03	Soporte Horno a 45° 50 x 30 x 2,5 - L = 600	8
4	EST-04	Soporte Estructura 50 x 30 x 2,5 - L = 230	6
5	EST-05	Chapa Laminada p/soporte Estructura 200 x 200 x 1/4"	7
6	EST-06	Chapa Laminada p/soporte Horno 2000 x 100 x 1/4" r =1000	4
7	EST-07	Columna 50 x 30 x 2,5 - L=2100	4
8	EST-08	Viga Lateral 50 x 30 x 2,5 - L = 2000	2
9	EST-09	Guia p/Puerta 174R - L=4000	1
10	EST-10	Nervio de chapa laminada 150 x 150 x 1/4"	12
11	EST-11	Soporte Lateral 50 x 30 x 2,5 a 45° - L = 600	8
12	EST-13	Corredera	2
13	EST-14	Corredera	2
14	ENS -05	Sujetador p/Horno	4
15	EST-17	Bulón M10 x 1,5 x 45	8
16	EST-18	Tuerca M10 x 1,5	8
17	EST-17	Brazo 50 x 30 x 2,5 L = 380 p/Soporte Quemador	1
18	EST-18	Soporte 50 x 30 x 2,5 L = 150 p/Quemador	1
19	EST-19	Chapa Laminada p/apoyo Quemador 130 x 250 x 1/4"	1

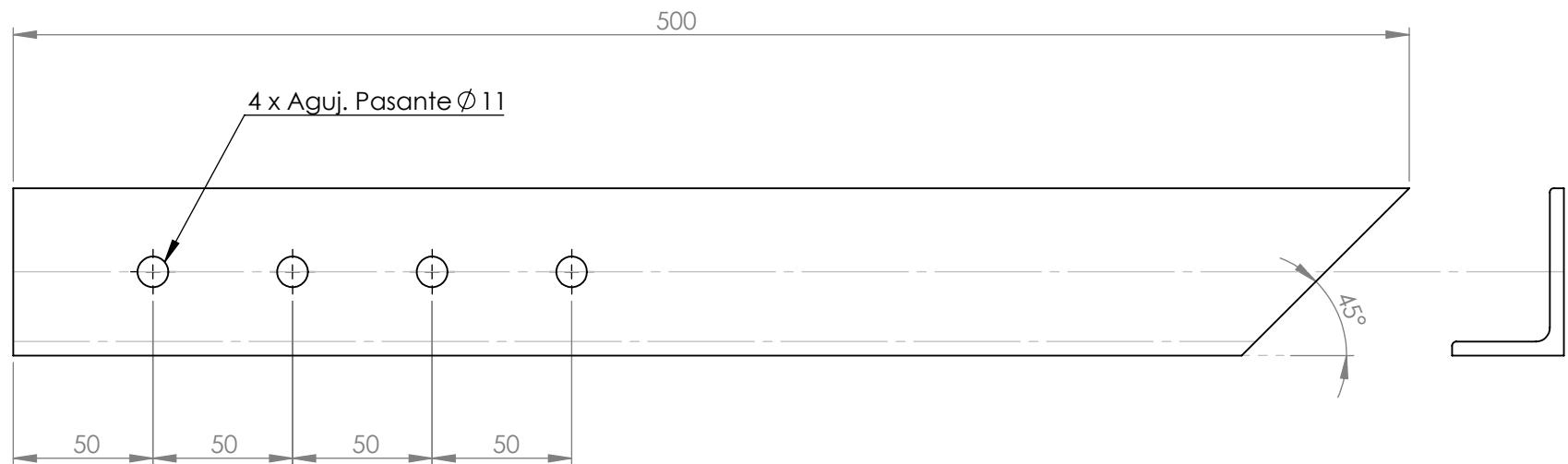


CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ET -03 -a	Estructura Horno soldada

	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala		
1 : 16		ESTRUCTURA HORNO



Material:	
Trat. Térm.:	Cód:ET-03



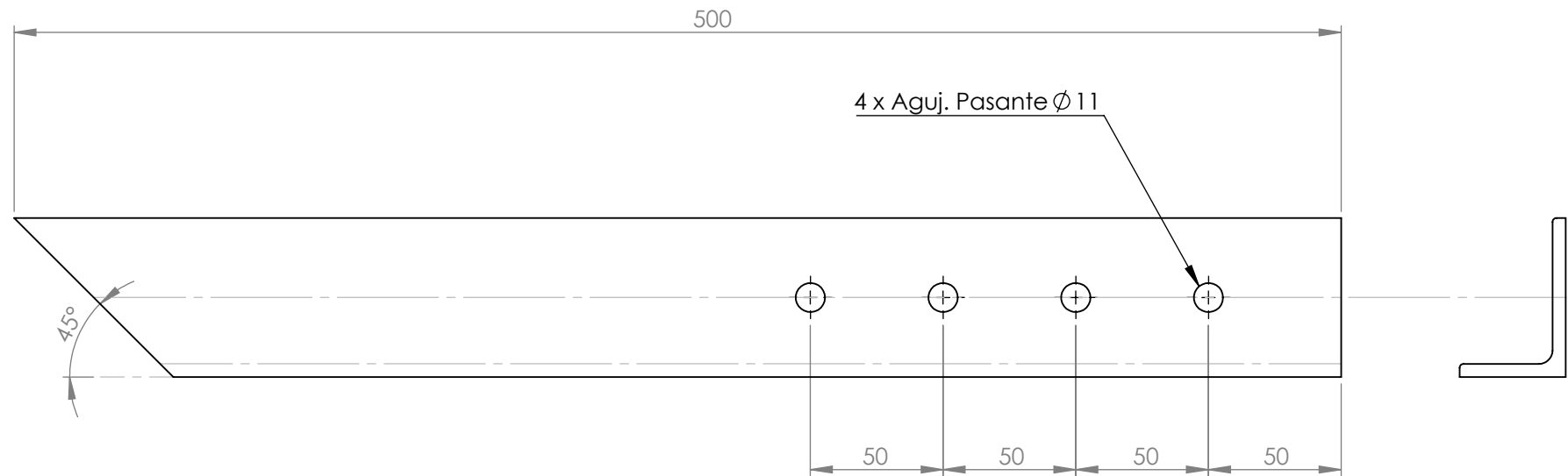
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CORREDERA	
1 : 2,5		



Material: PERFIL L 60 x 40 x 5
SAE 1010

Trat. Térm.:

Cód.: EST-13



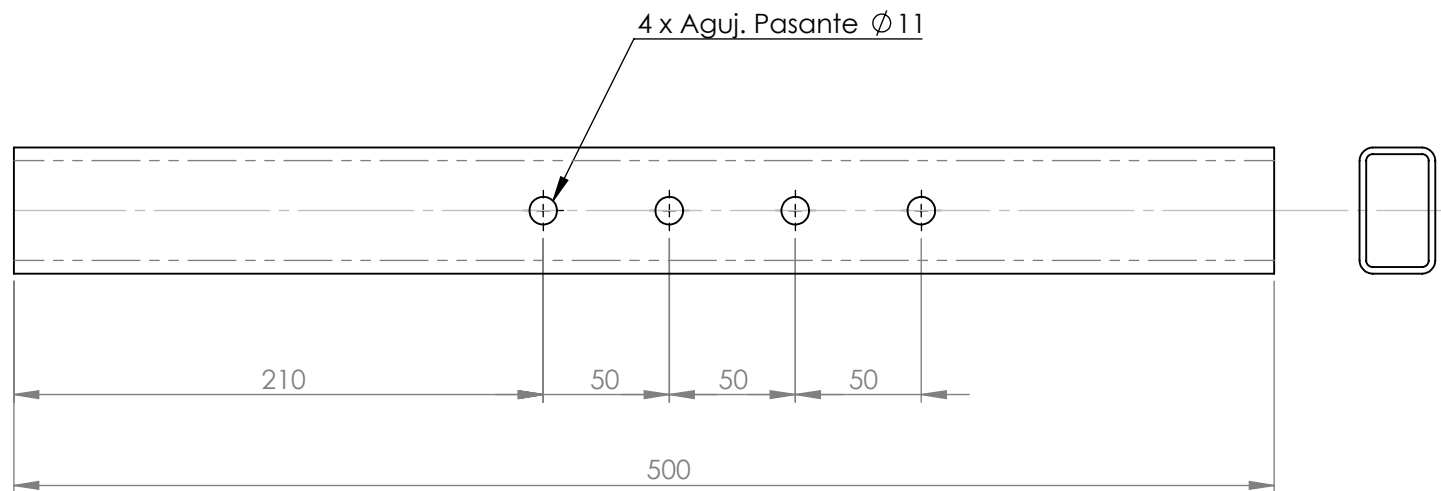
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CORREDERA	
1 : 2,5		



Material: PERFIL L 60 x 40 x 5
SAE 1010

Trat. Térm.:

Cód.: EST-14



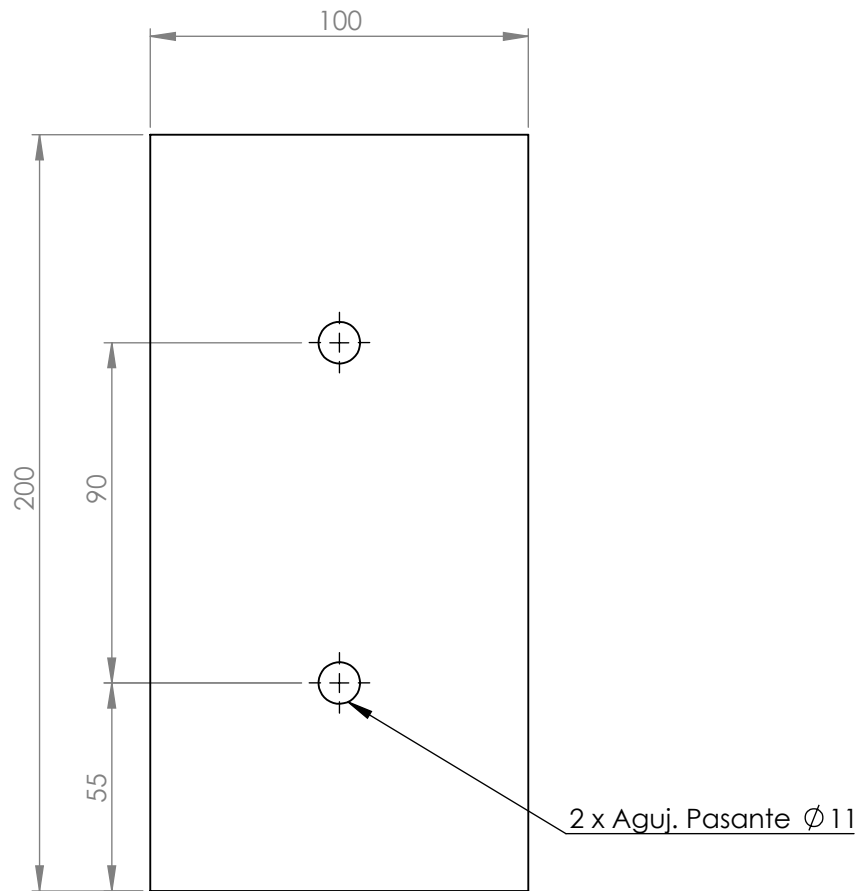
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	BRAZO SUJETADOR	
1 : 3		



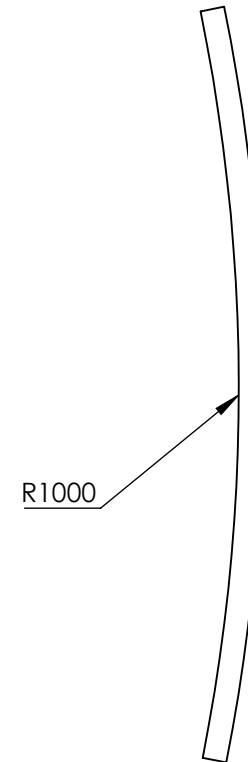
Material: CAÑO ESTRUCTURAL 50 x 30 x 2,5
SAE 1010

Trat. Térm.:


Cód.: EST-15

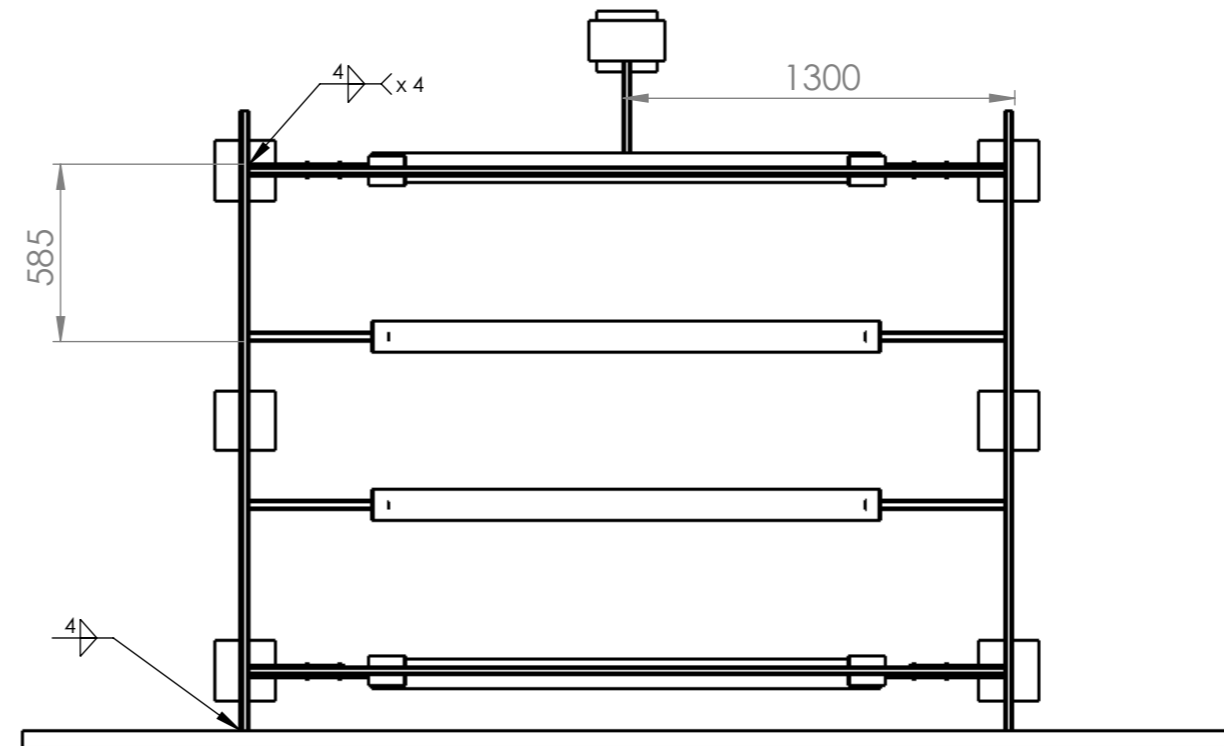
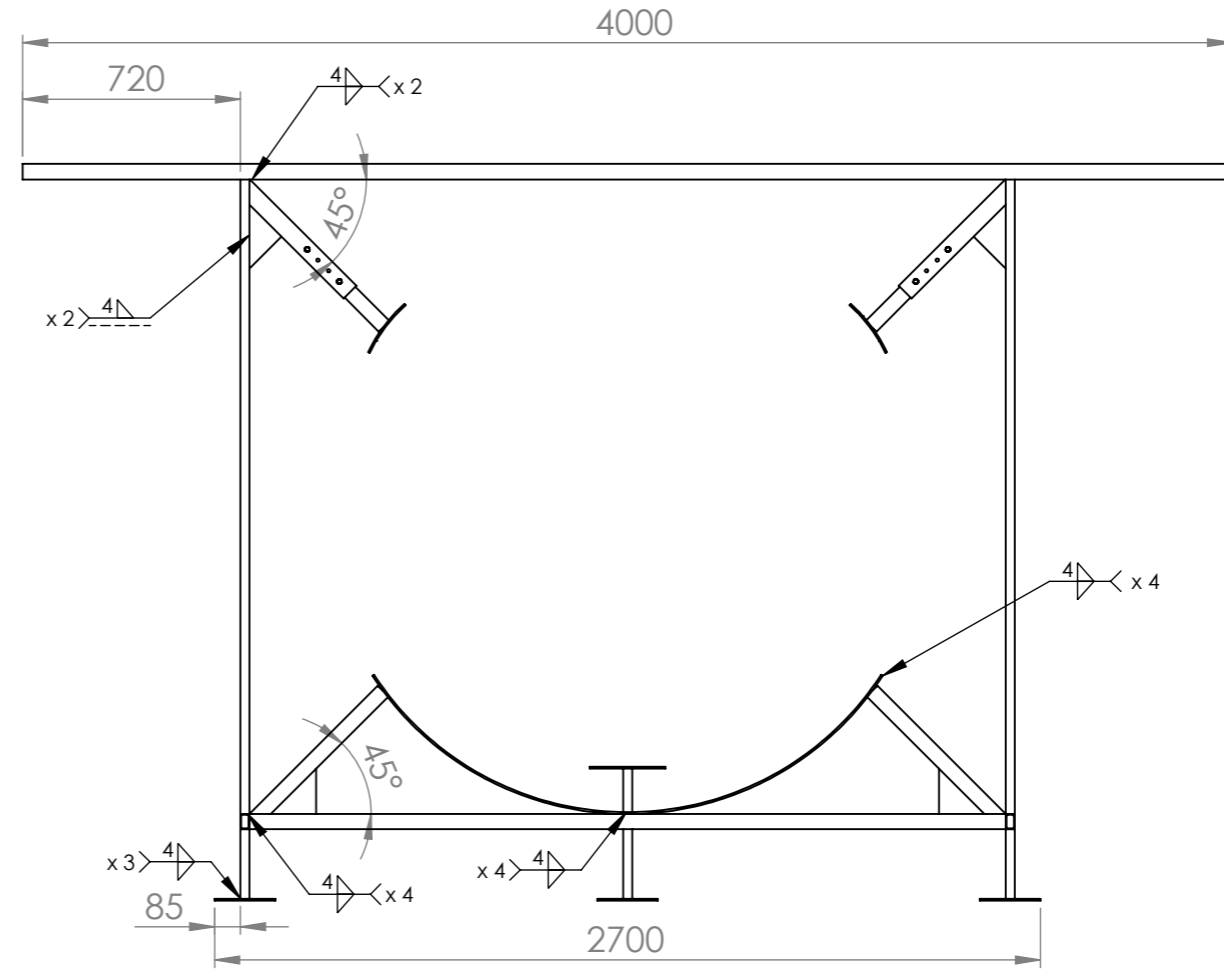
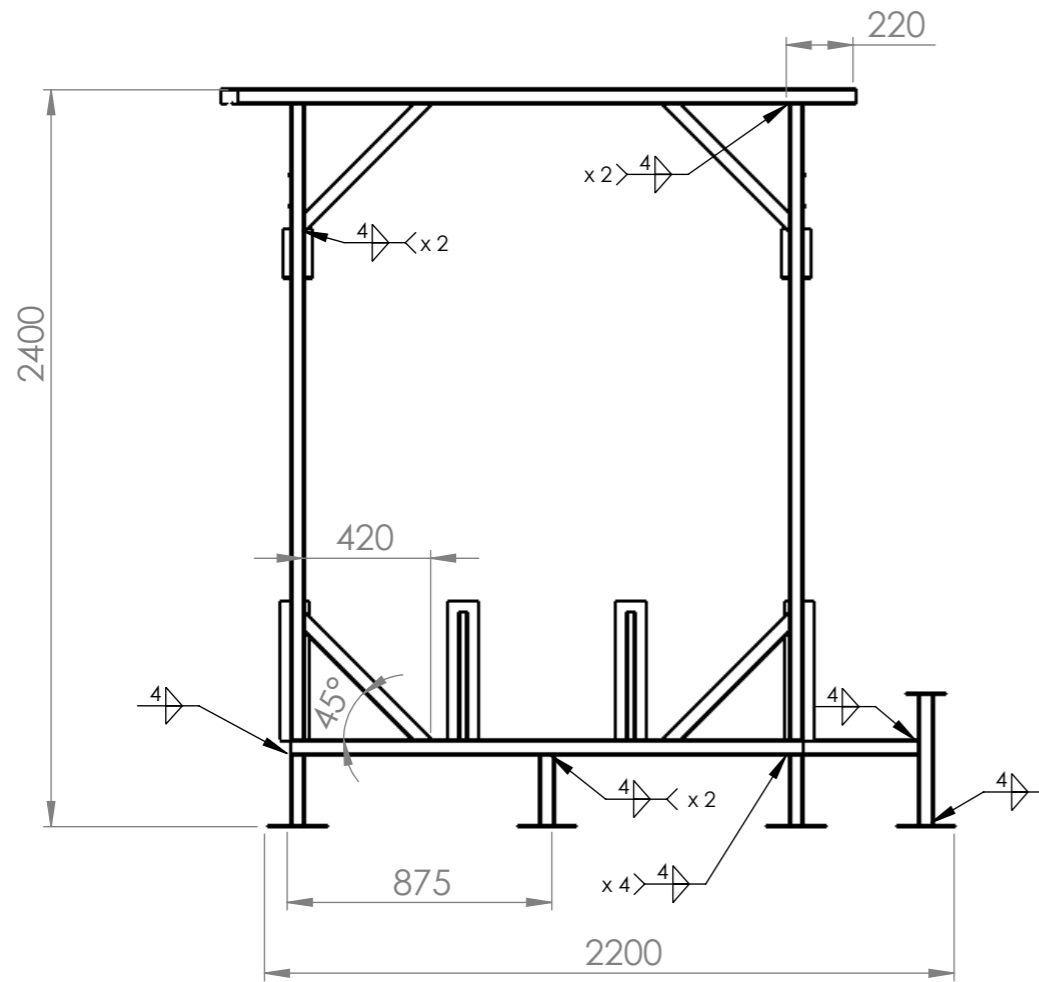


Vista chapa desplegada



Vista Chapa Rolada

	Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco	
Revisó			
Escala	CHAPA P/SUJECCIÓN DE HORNO		Material: CHAPA 1/4" LAMINADA SAE 1010
1 : 2			Trat. Térm.:

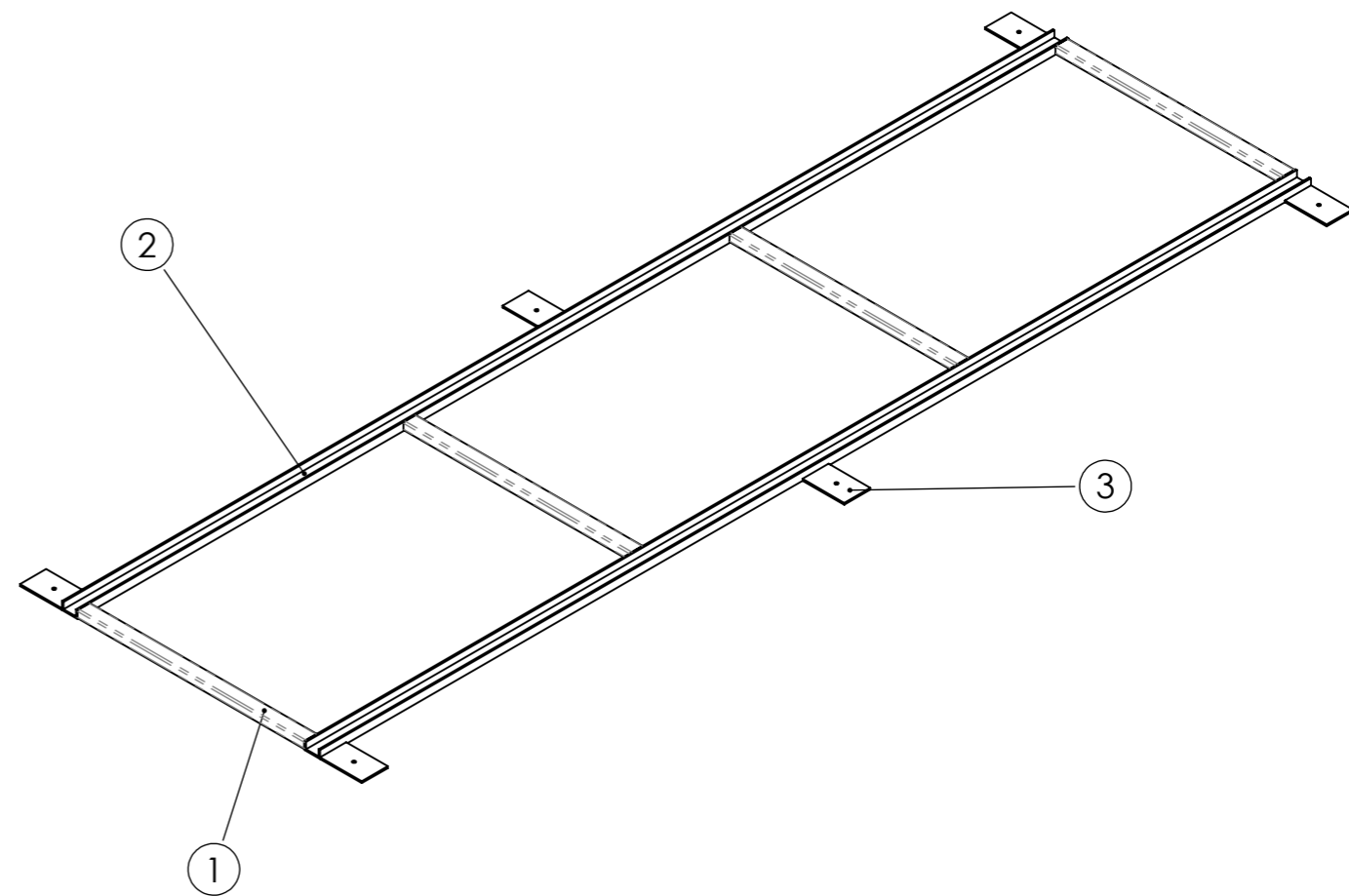
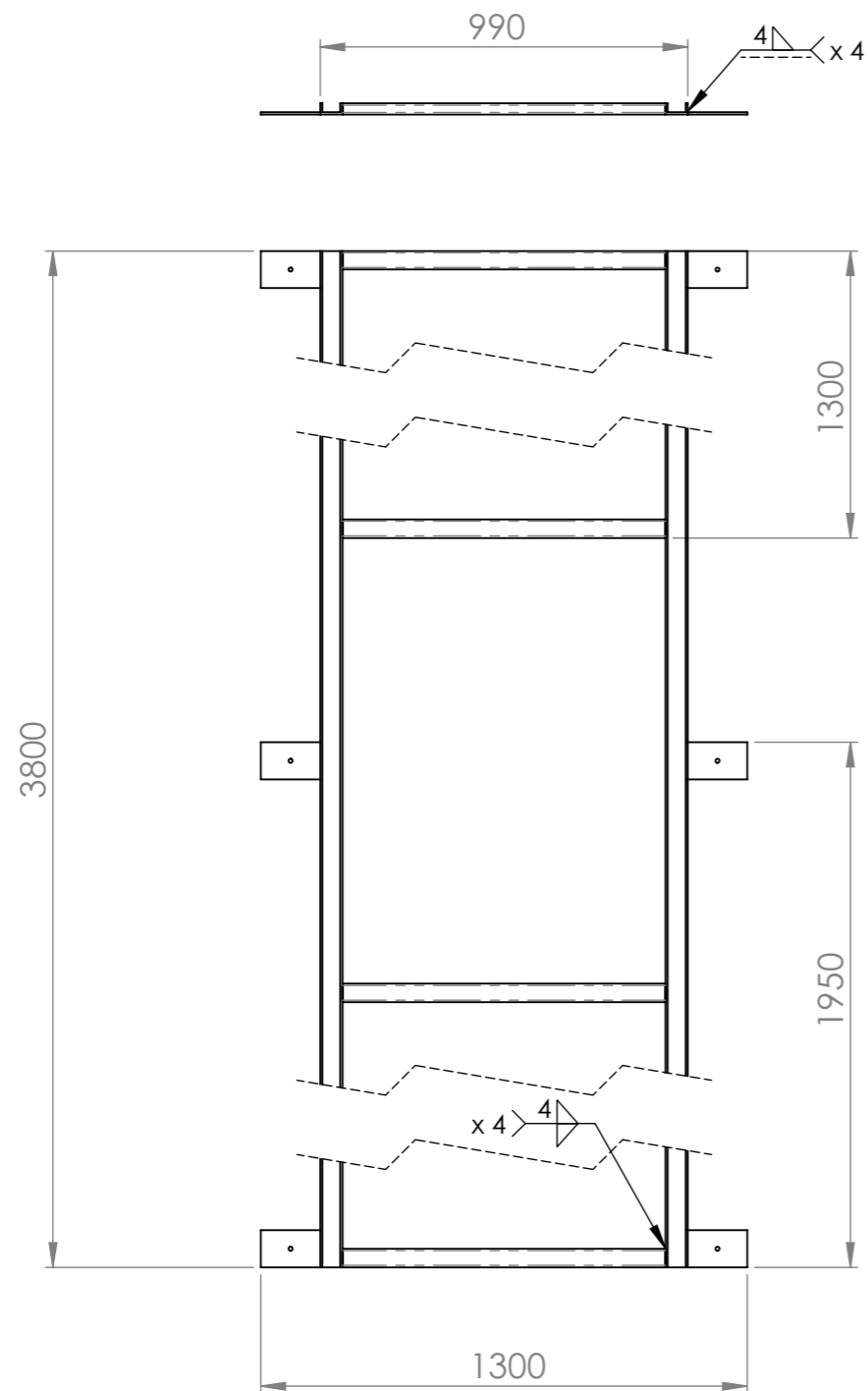


	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala		
1 : 25		ESTRUCTURA HORNO



Material:
 Trat. Térm.:
 Cód.: ET-03-a

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	GUI-01	Separador - 50 x 30 x 2,5 L = 870mm	4
2	GUI-02	Guía p/Carro - Perfil C - 50 x 25 x 5 - L = 3800	2
3	GUI-03	Apoyo de Guía	6



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala		
1 : 20		GUÍA P/CARRO

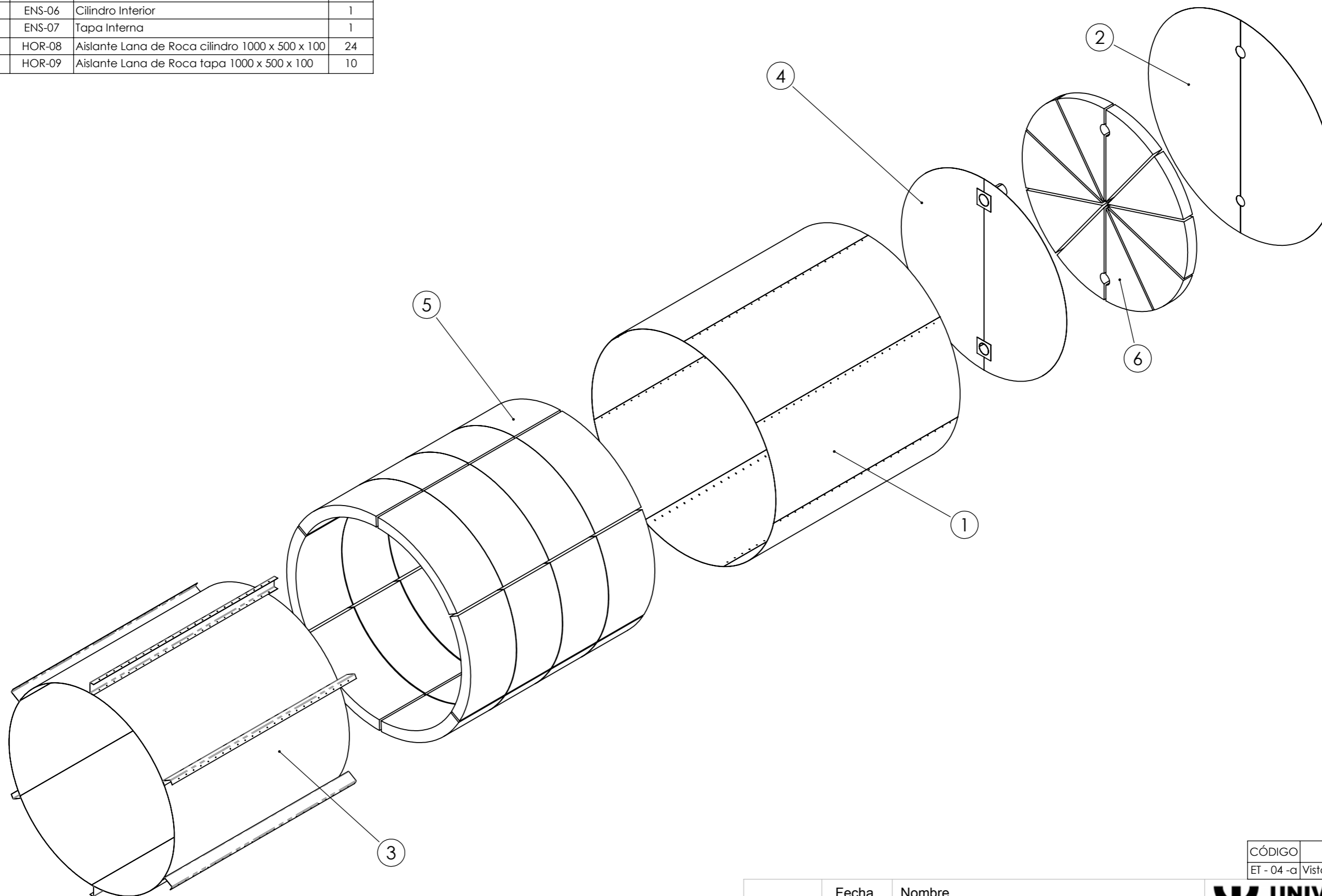


Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ET-06

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	HOR-01	Cilindro Exterior	1
2	ENS-10	Tapa Externa	1
3	ENS-06	Cilindro Interior	1
4	ENS-07	Tapa Interna	1
5	HOR-08	Aislante Lana de Roca cilindro 1000 x 500 x 100	24
6	HOR-09	Aislante Lana de Roca tapa 1000 x 500 x 100	10



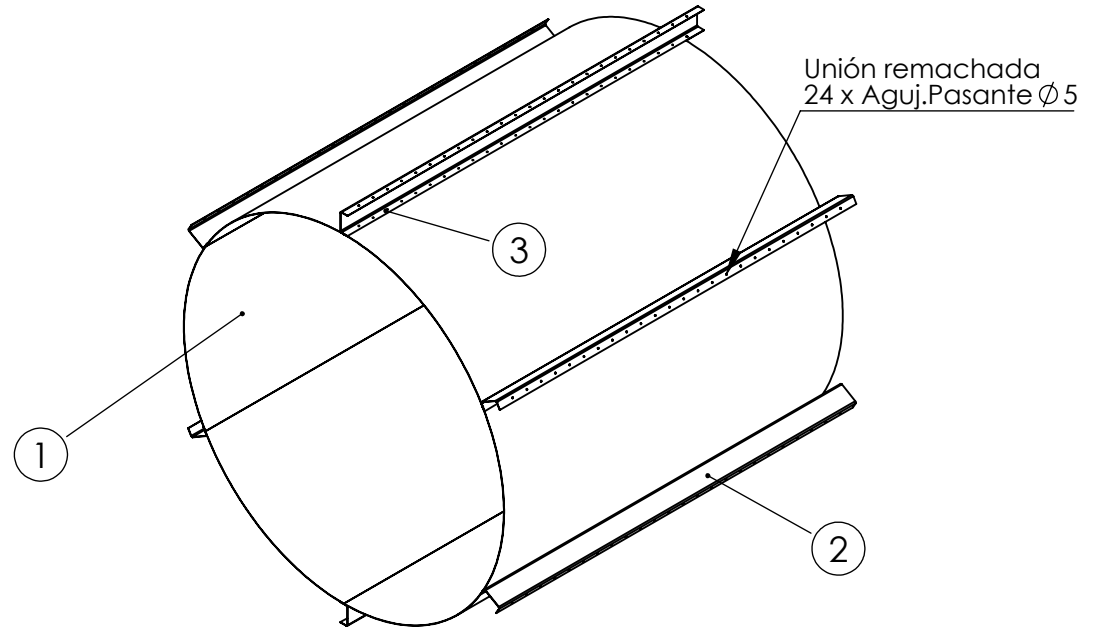
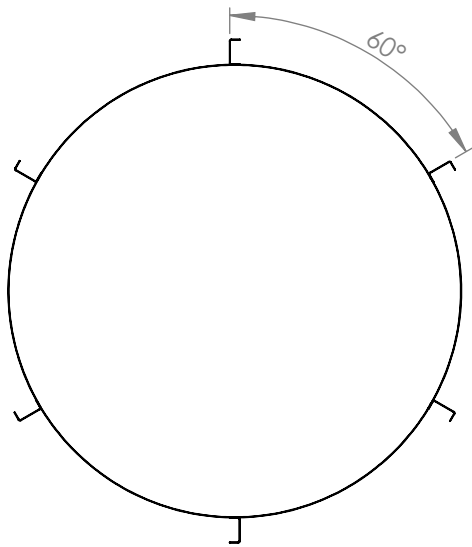
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ET - 04 -a	Vista plano conjunto

	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala		
1 : 30		HORNO



Material:	
Trat. Térm.:	Cód.: ET-04

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	HOR-03	Cilindro Interno	1
2	HOR-05	Separadores	6
3	HOR-14	Remache Inox A2N1.4541	144



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CILINDRO INTERIOR	
1 : 30		

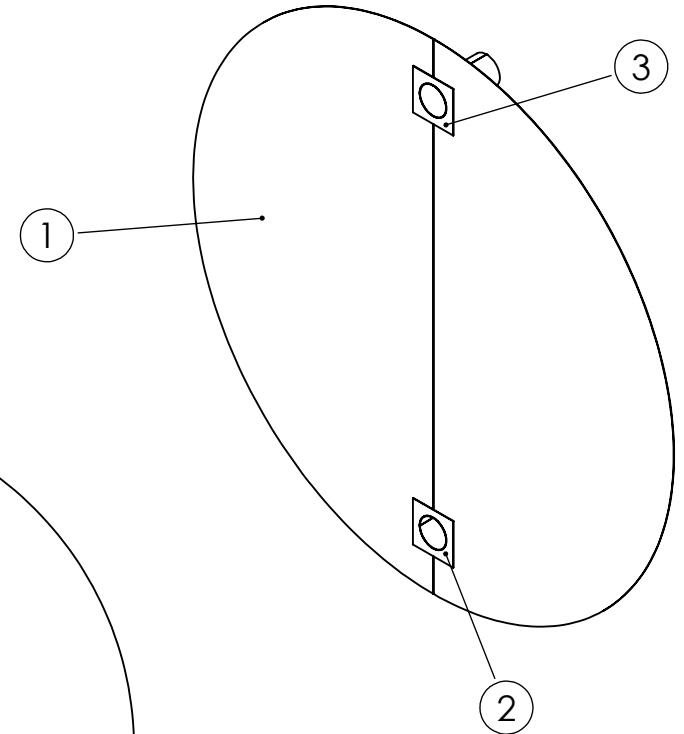
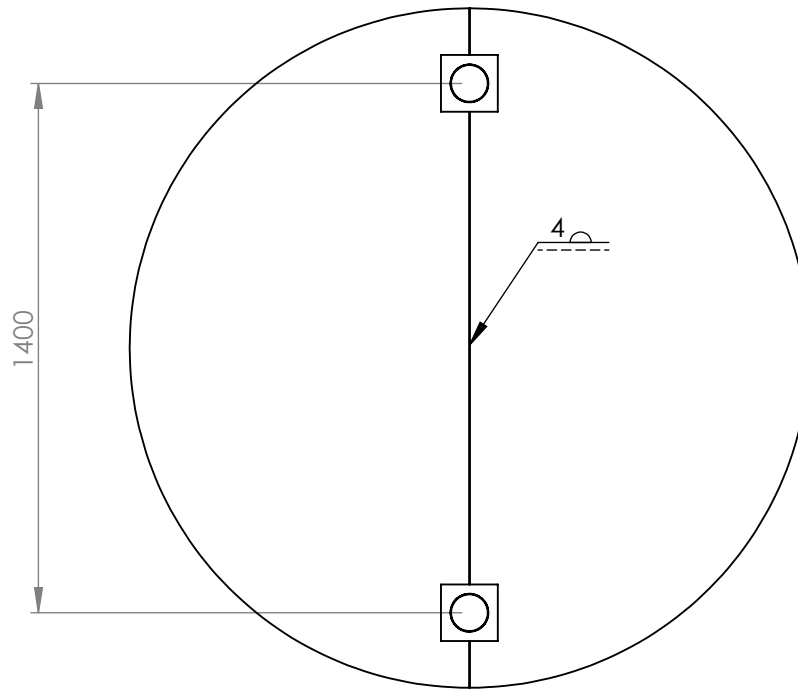
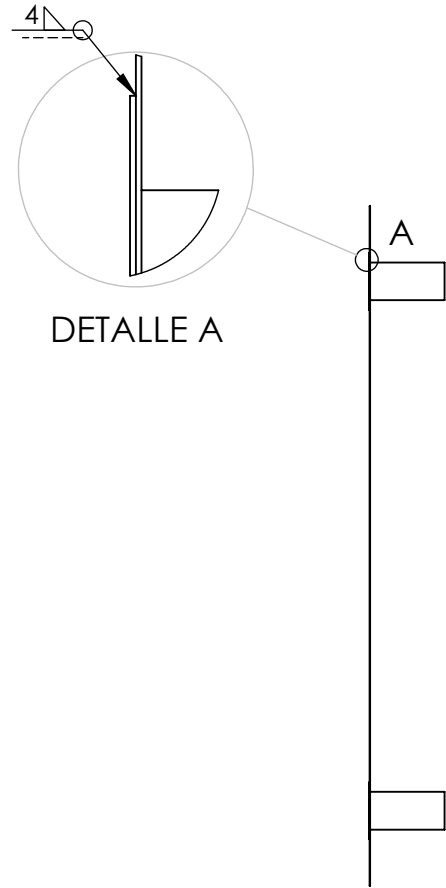


Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ENS-06

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	HOR-04	Tapa Interior	2
2	ENS-08	Boca para Quemador	1
3	ENS-09	Boca salida escape de gases	1



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	TAPA INTERNA	
1 : 20		

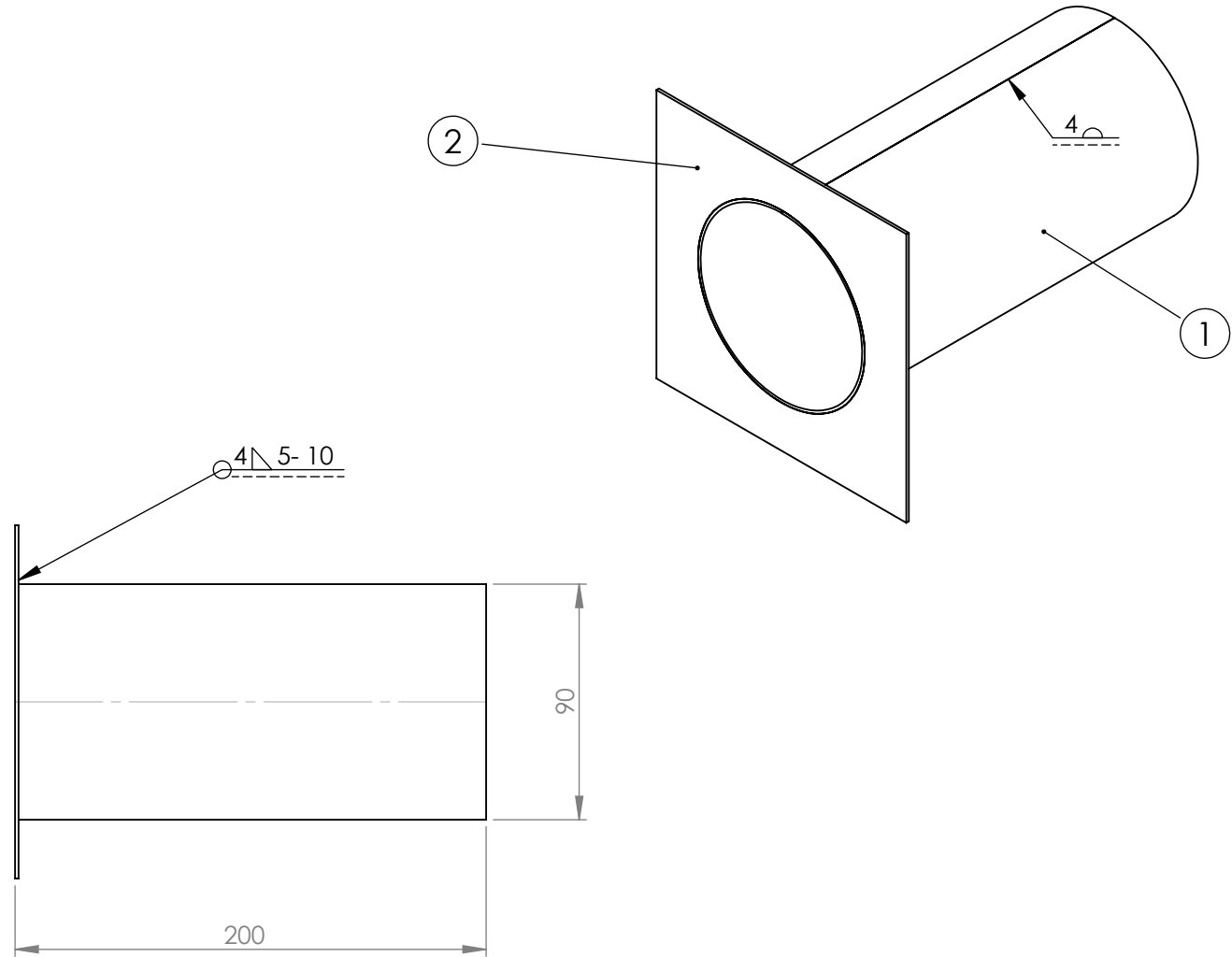


Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ENS-07

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	HOR-06	Cilindro de Acero Inox. AISI 310 p/Quem. Ø90 x 200 X 1,5	1
2	HOR-07	Base p/HOR-06	1



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	BOCA P/QUEMADOR	
1 : 3		

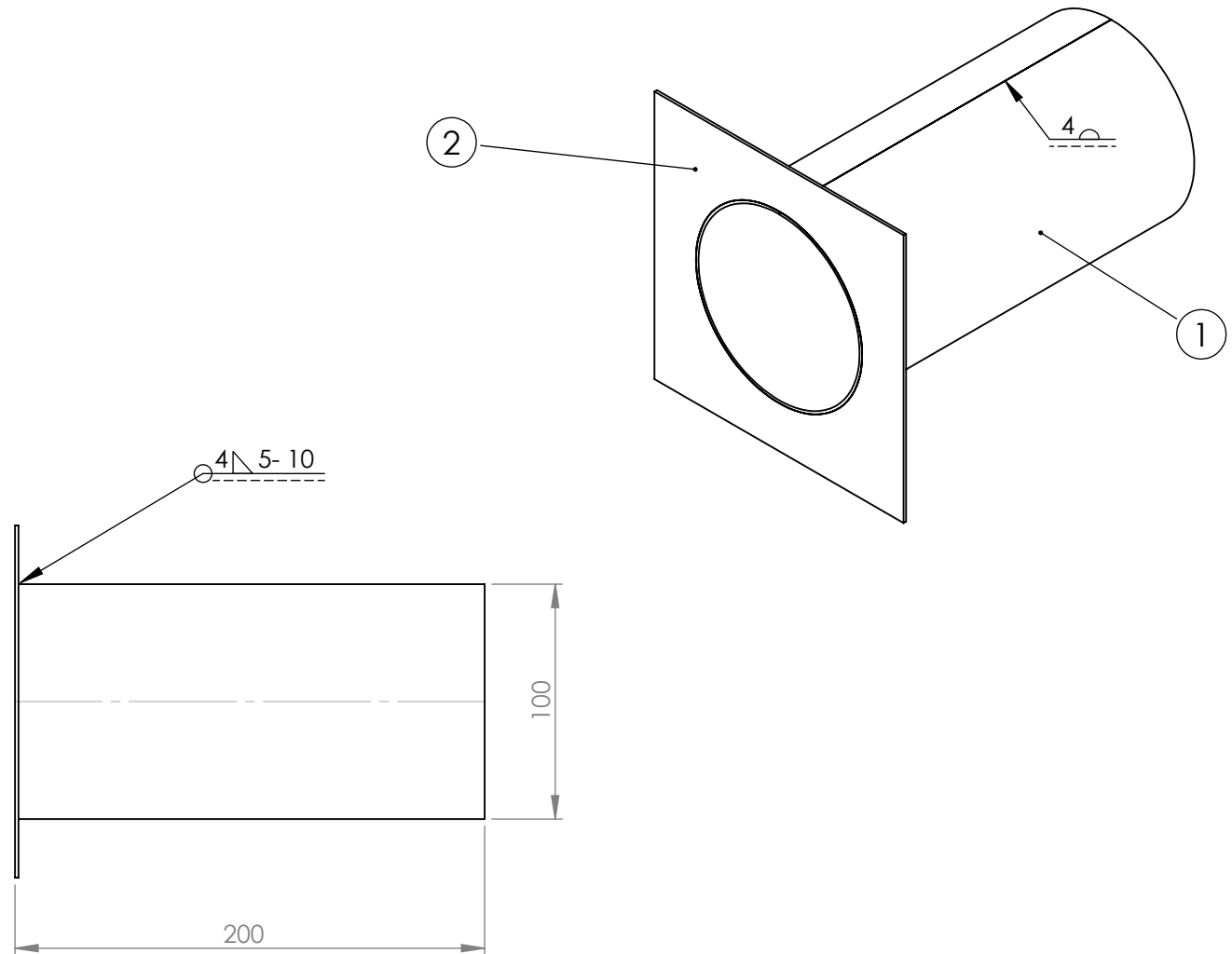


Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ENS-08

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	HOR-10	Cilindro de Acero Inox. AISI 310 p/Sal. Esc. $\varnothing 100 \times 200 \times 1,5$	1
2	HOR-11	Base p/HOR -10	1



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	BOCA P/SALIDA DE GASES	
1 : 3		

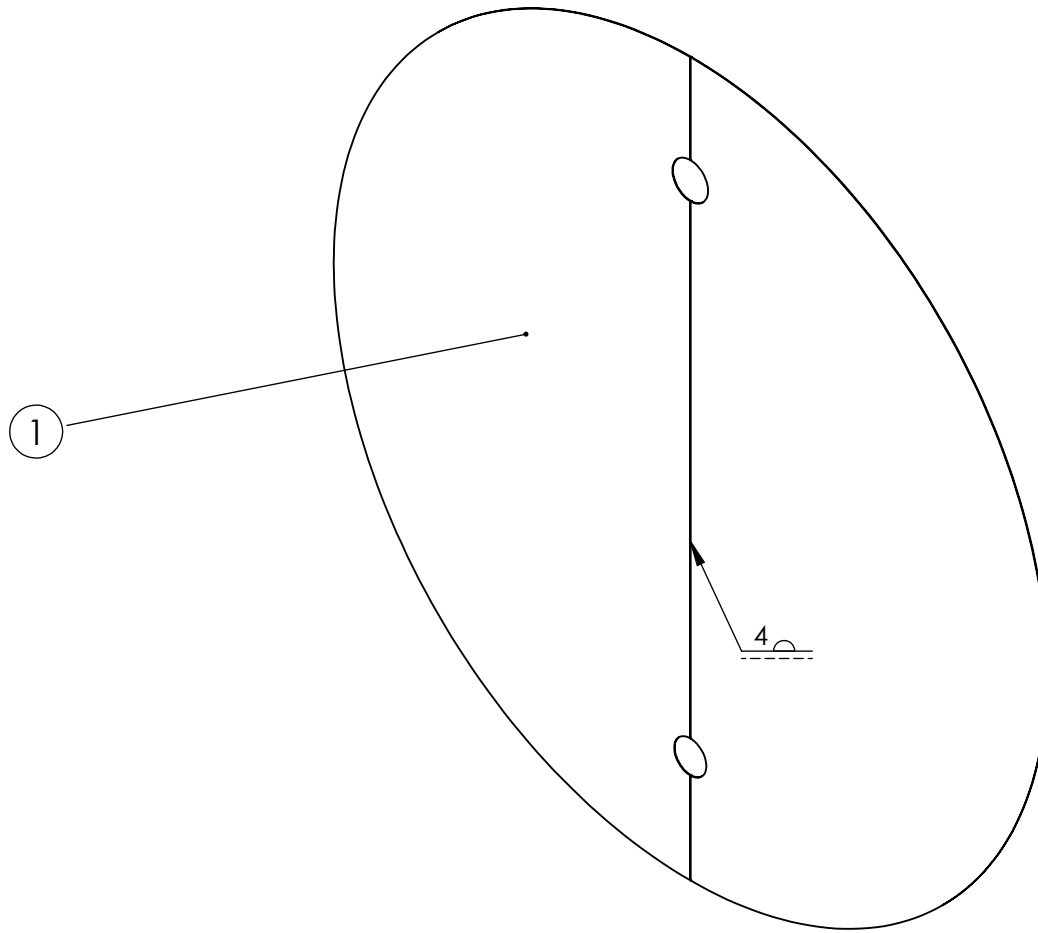


Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ENS-09

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	HOR-02	Tapa Exterior	1



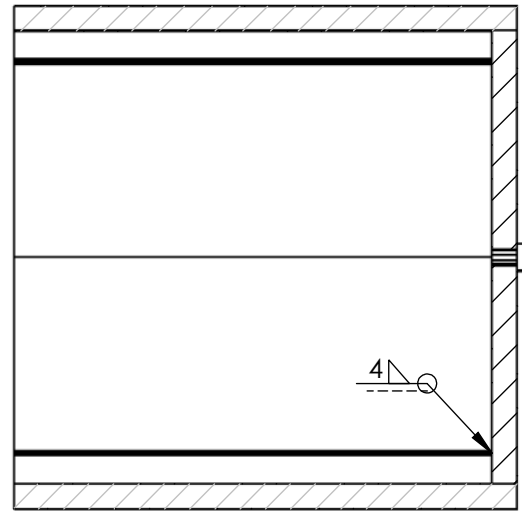
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	TAPA EXTERNA	
1 : 15		



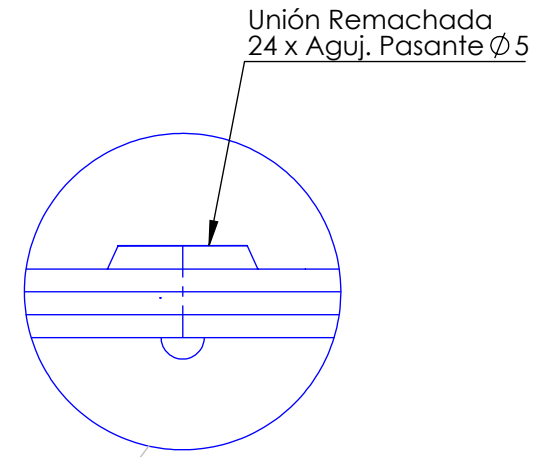
Material:

Trat. Térm.:

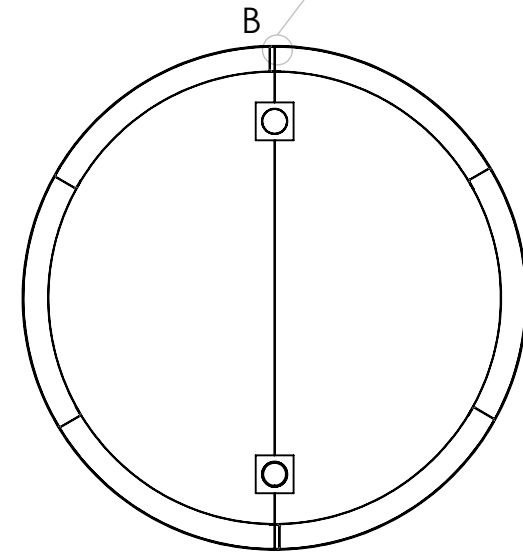
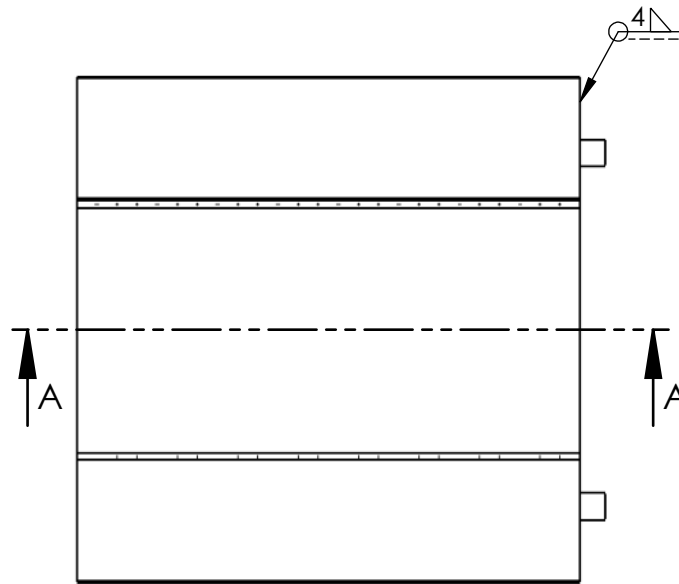
Cód.: ENS-10



SECCIÓN A-A



DETALLE B



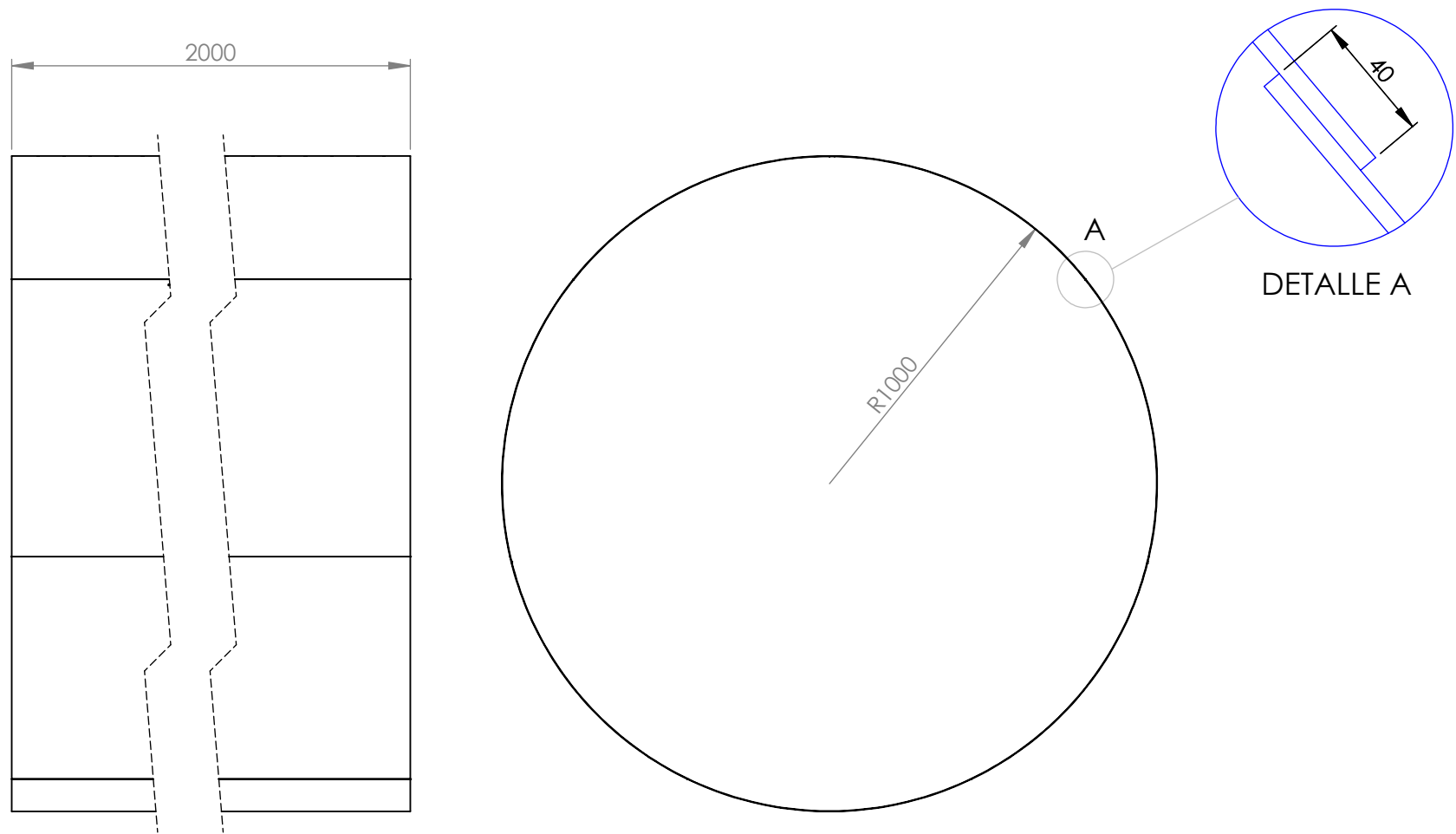
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CONJUNTO HORNO	
1 : 30		



Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ET-04-a



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CILINDRO EXTERIOR	
1 : 20		

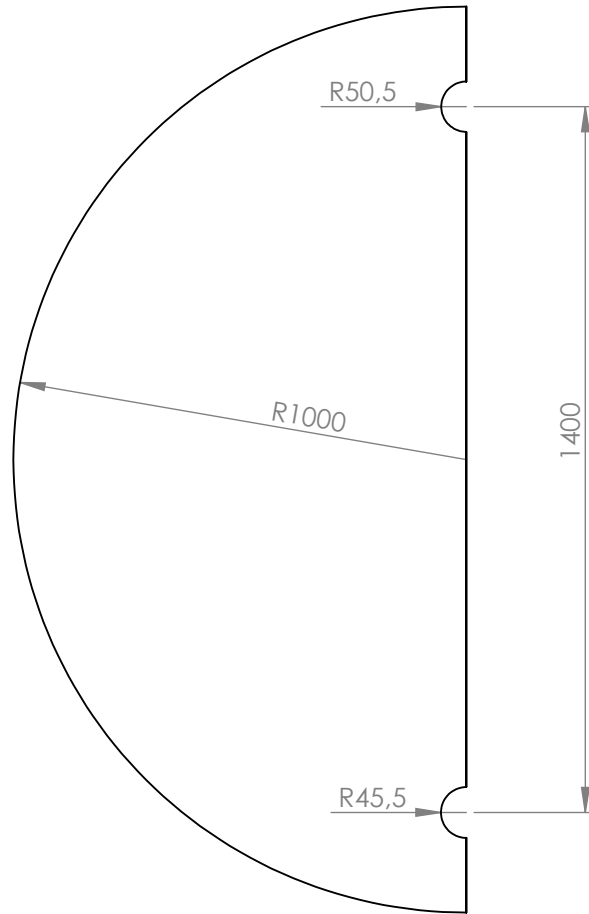


Material: CHAPA ACERO
INOX.AISI 310 -
1000 x 2000 x 1,5

Cant.: 7

Trat. Térm.:

Cód.: HOR-01



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	TAPA EXTERIOR	
1 : 15		

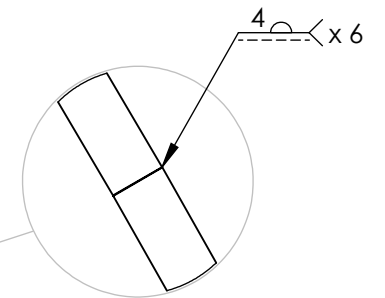
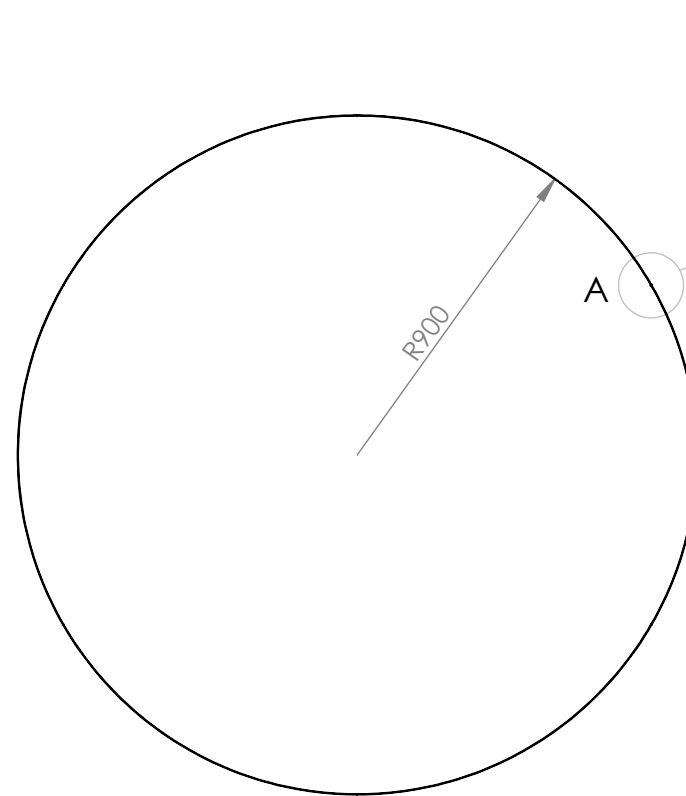
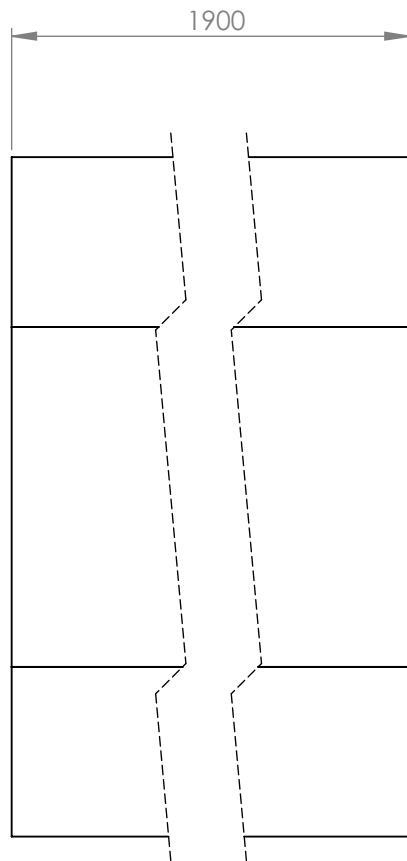


Material: CHAPA ACERO
INOX.AISI 310-
1000 x 2000 x1,5

Cant.: 1

Trat. Térm.:

Cód.: HOR-02



DETALLE A

	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CILINDRO INTERNO	
1 : 20		

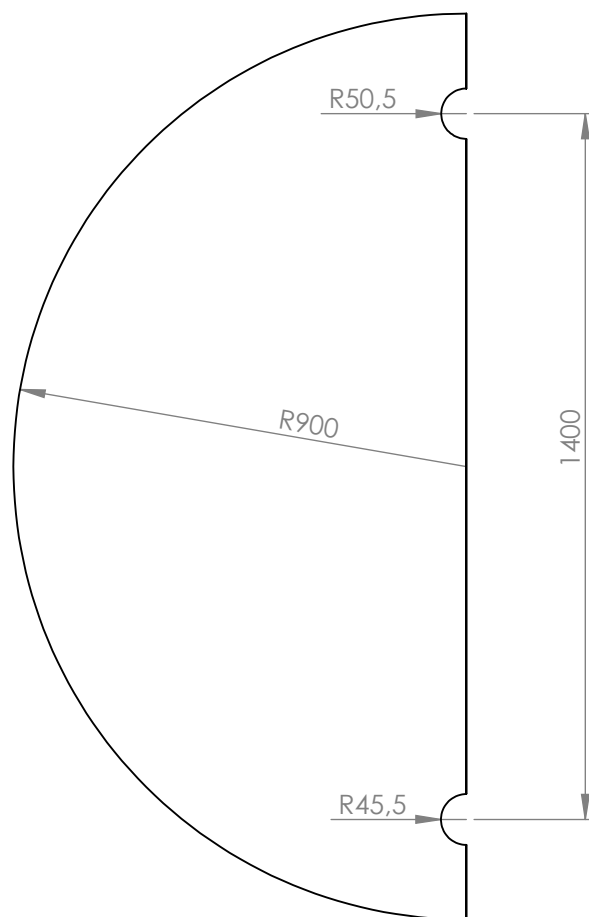


Material: CHAPA ACERO
INOX.AISI 310 -
1000 x 2000 x 1,5

Cant.:6

Trat. Térm.:

Cód.: HOR-03



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	TAPA INTERIOR	
1 : 15		

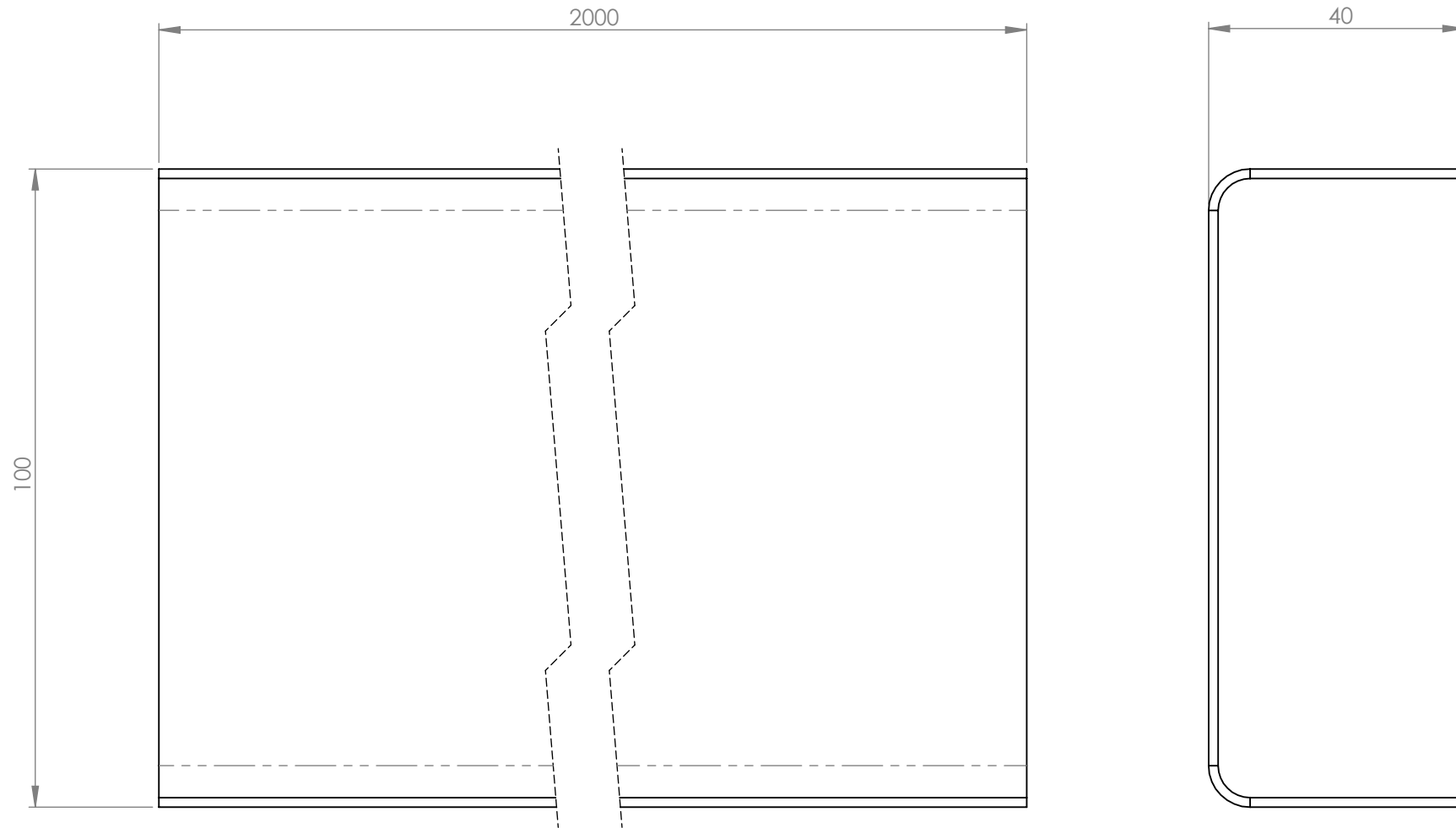


Material: CHAPA ACERO
INOX.AISI 310-
1000 x 2000 x1,5

Cant.: 1

Trat. Térm.:

Cód.: HOR-04

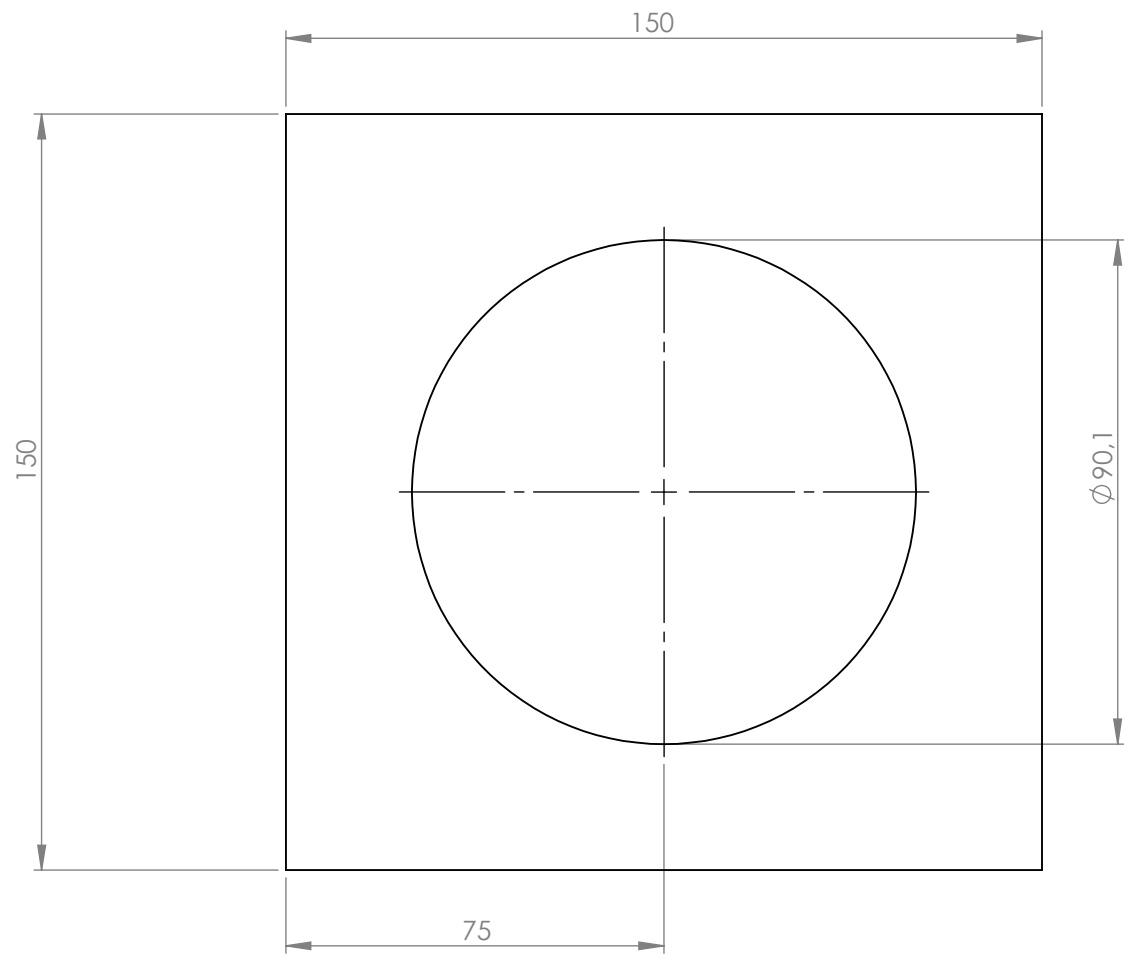


	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	SEPARADOR	
1 : 1,5		



Material: CHAPA 16 LAMINADA EN FRÍO
SAE 1010

Trat. Térm.: Cód.: HOR-05

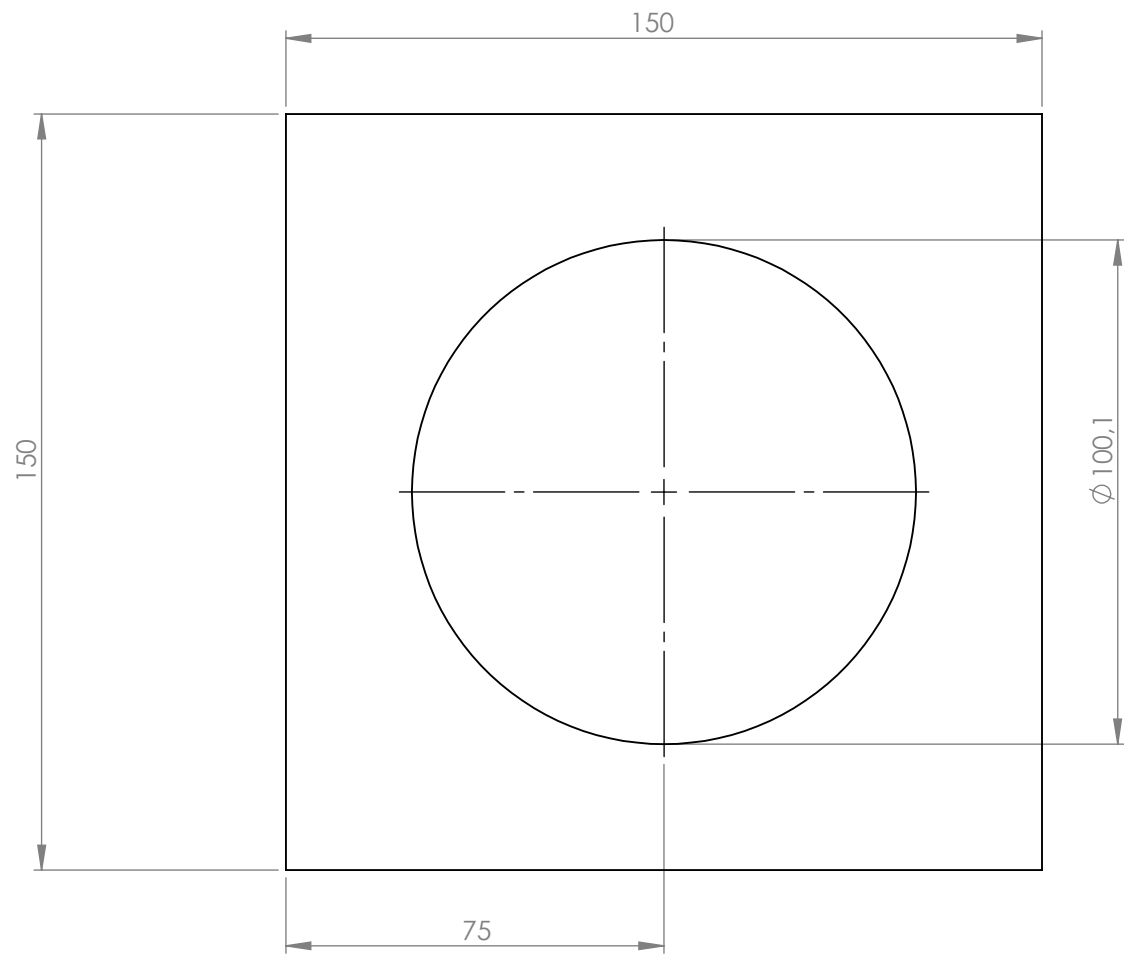


	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	BASE P/HOR-06	
1 : 1,5		



Material: CHAPA ACERO INOX.
AISI 310 e = 1,5

Trat. Térm.: Cód.: HOR-07



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	BASE P/HOR -10	
1 : 1,5		

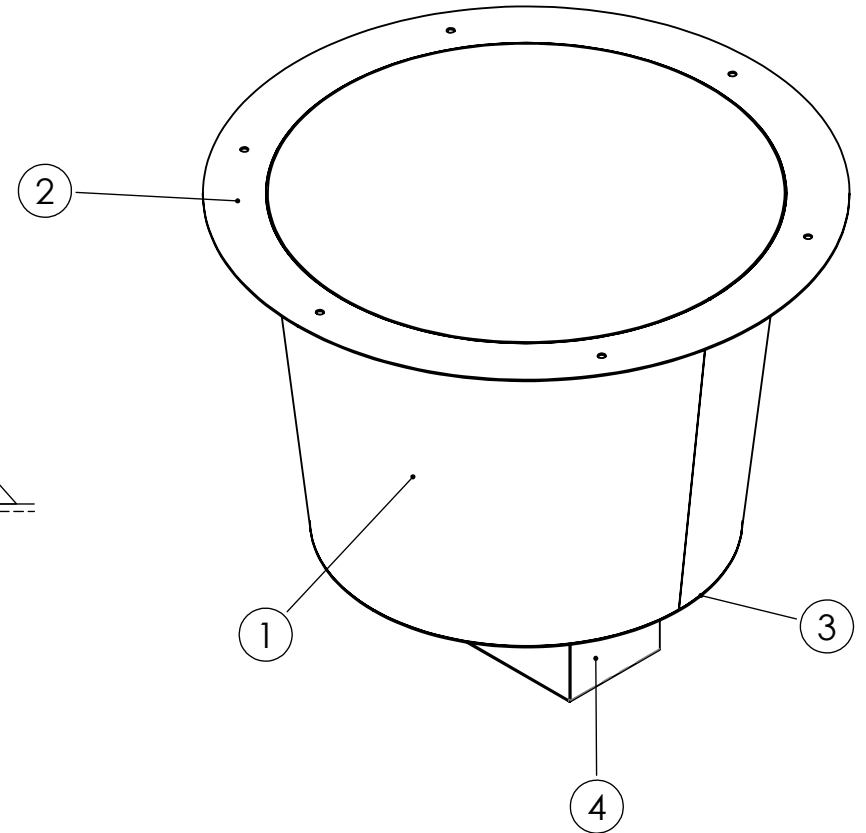
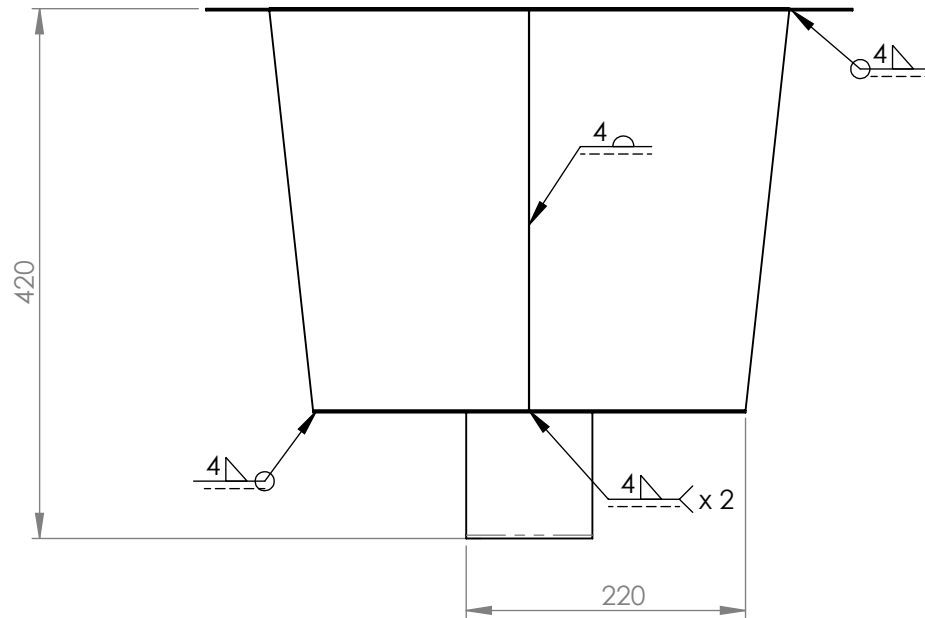


Material: CHAPA ACERO INOX.
AISI 310 e = 1,5

Trat. Térm.:

Cód.: HOR-11

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	MAT-01	Cilindro p/Cesto	1
2	MAT-03	Aro Sujeción	1
3	MAT-02	Tapa Inferior	1
4	MAT-08	Chapa de agarre p/Matriz	1



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CILINDRO	
1 : 6		

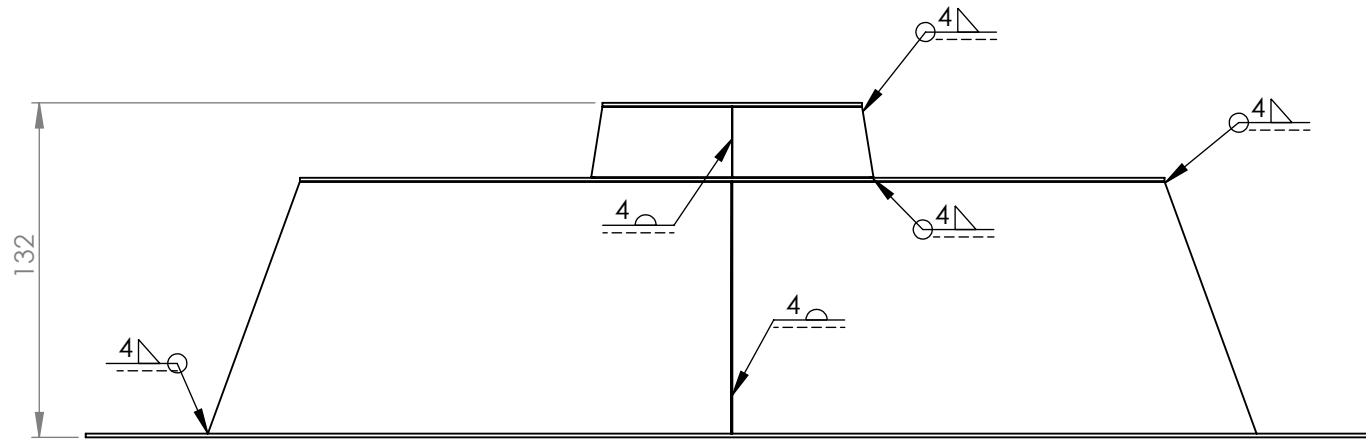
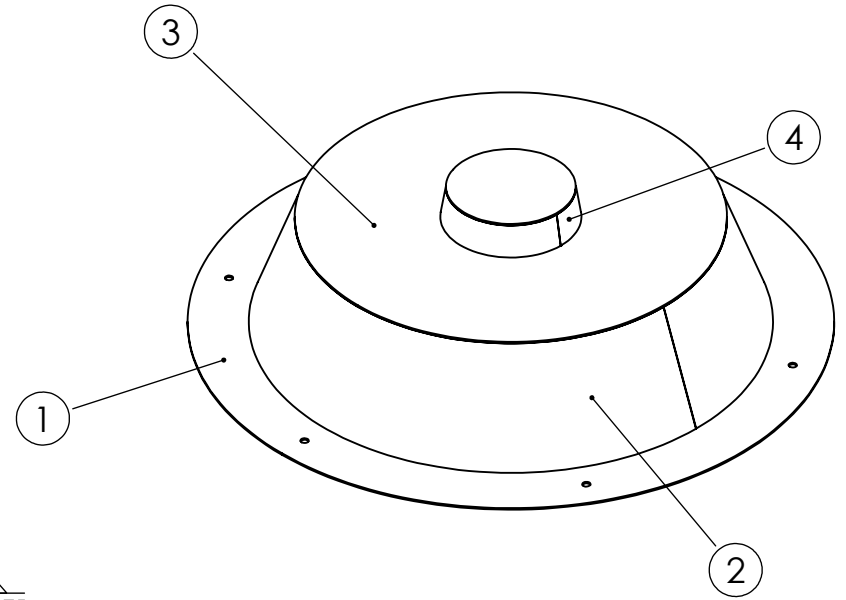


Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ENS-12

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	MAT-03	Aro Sujeción	1
2	MAT-04	Cilindro p/Tapa	1
3	MAT-05	Aro p/Tapa	1
4	MAT-06	Cilindro p/agarre	1
5	MAT-07	Tapa p/agarre	1



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	TAPA	
1 : 3		

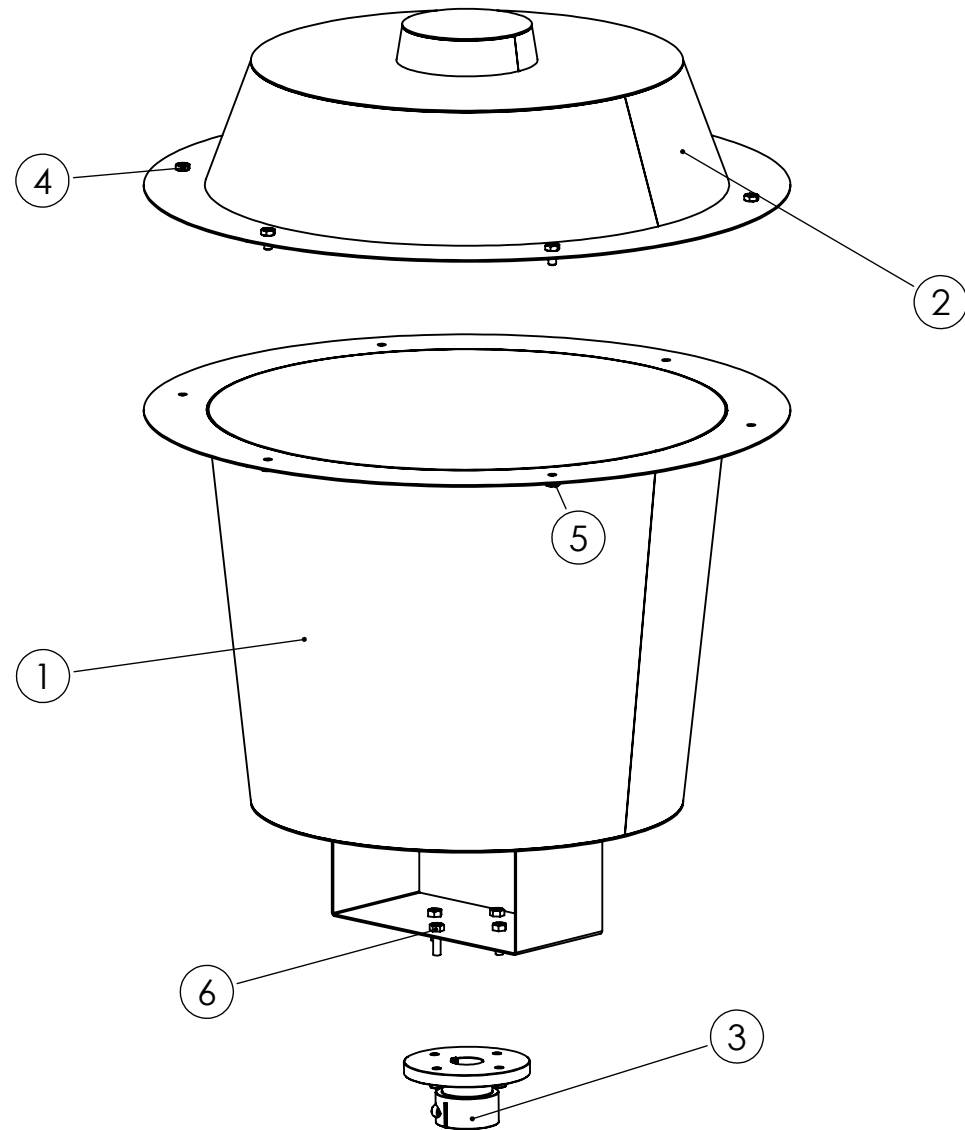


Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ENS-13

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	ENS-12	Cilindro	1
2	ENS-13	Tapa	1
3	MAT-09	Masa de agarre Matriz	1
4	MAT-10	Bulón M6 x 1 x 12	6
5	MAT-11	Tuerca M6 x 1	10
6	MAT-12	Bulón M6 x 1 x 20	6



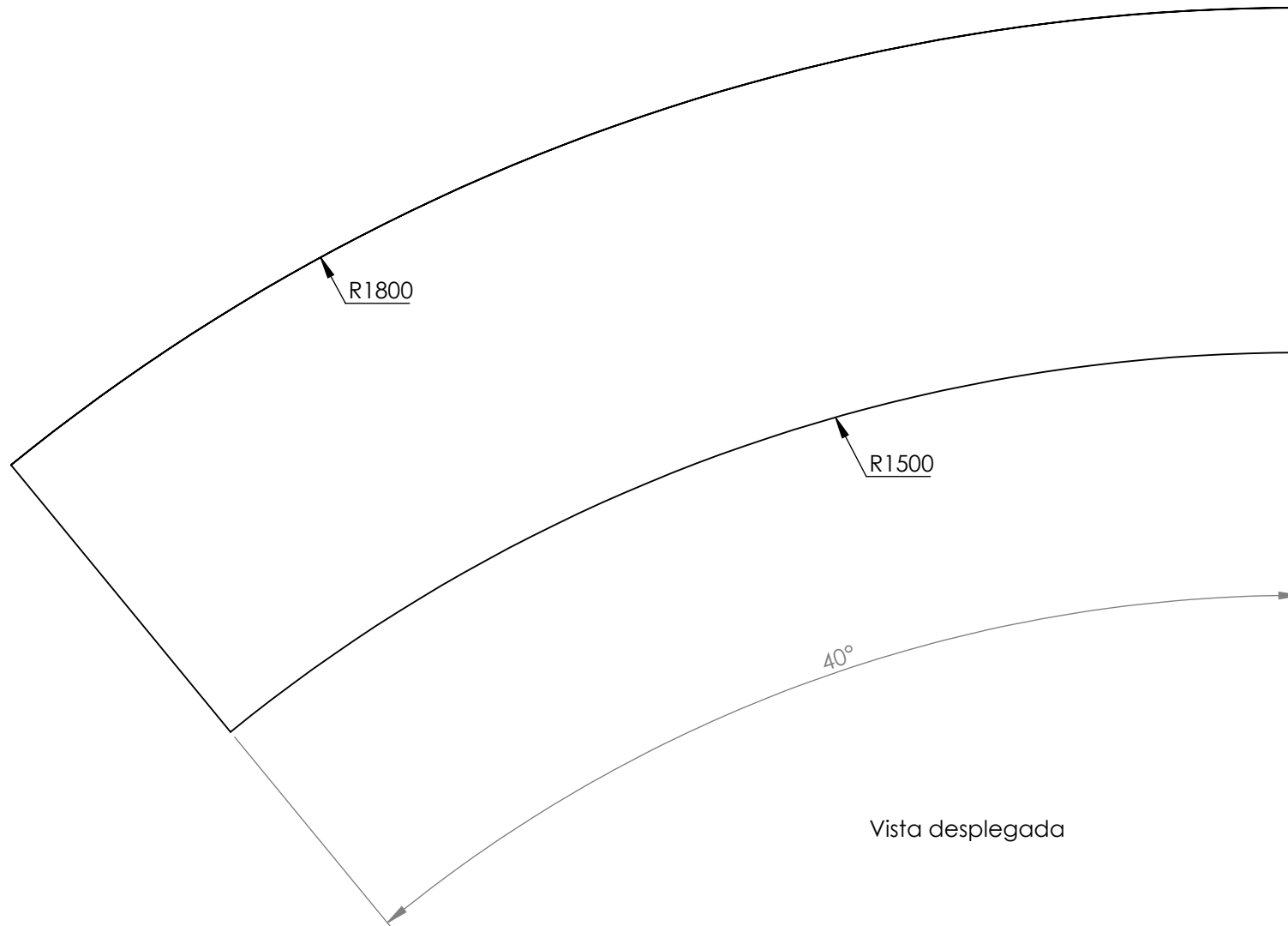
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	MATRIZ	
1 : 8		



Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ET-07



Vista desplegada

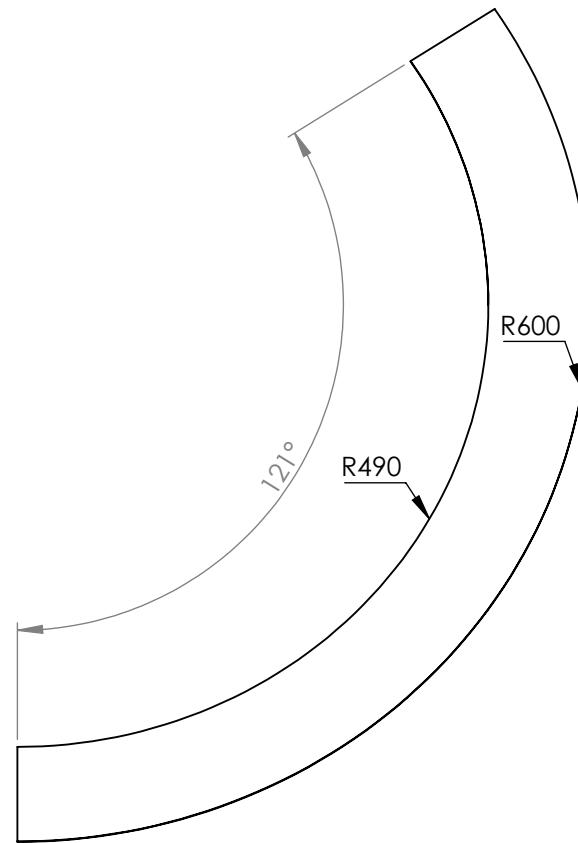
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CILINDRO P/CESTO	
1 : 6		



Material: CHAPA LAMINADA
SAE 1010 e = 1,5

Trat. Térm.:

Cód.: MAT-01



Vista desplegada

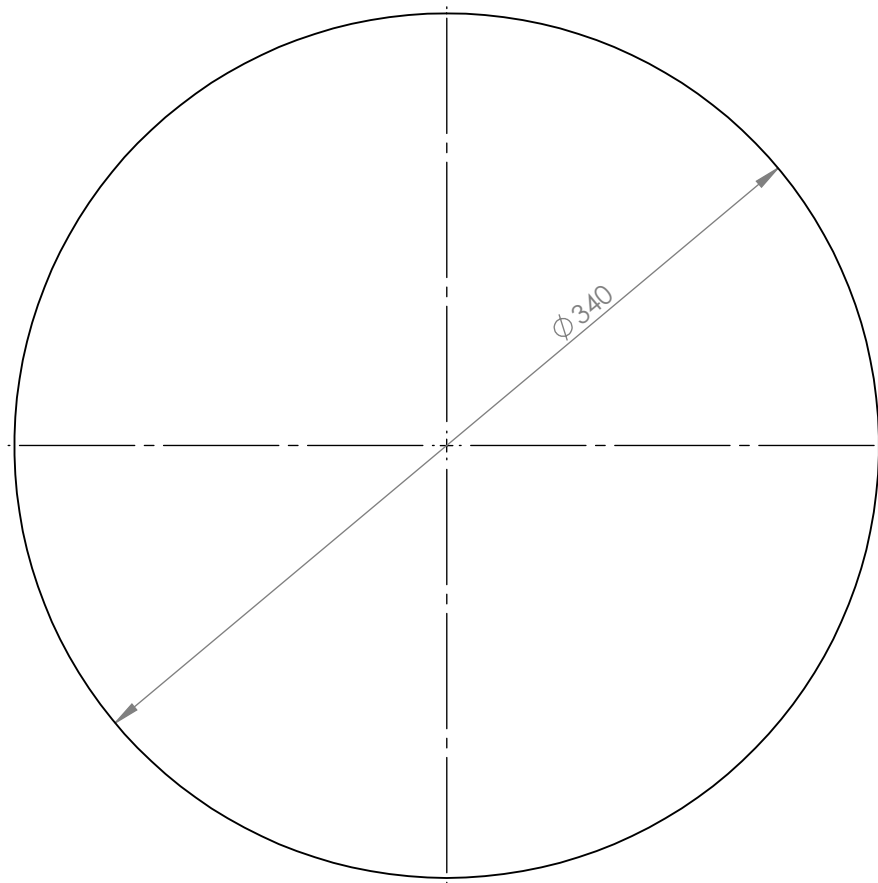
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CILINDRO P/TAPA	
1 : 8		



Material: CHAPA LAMINADA
SAE 1010 e = 1,5

Trat. Térm.:

Cód.: MAT-04



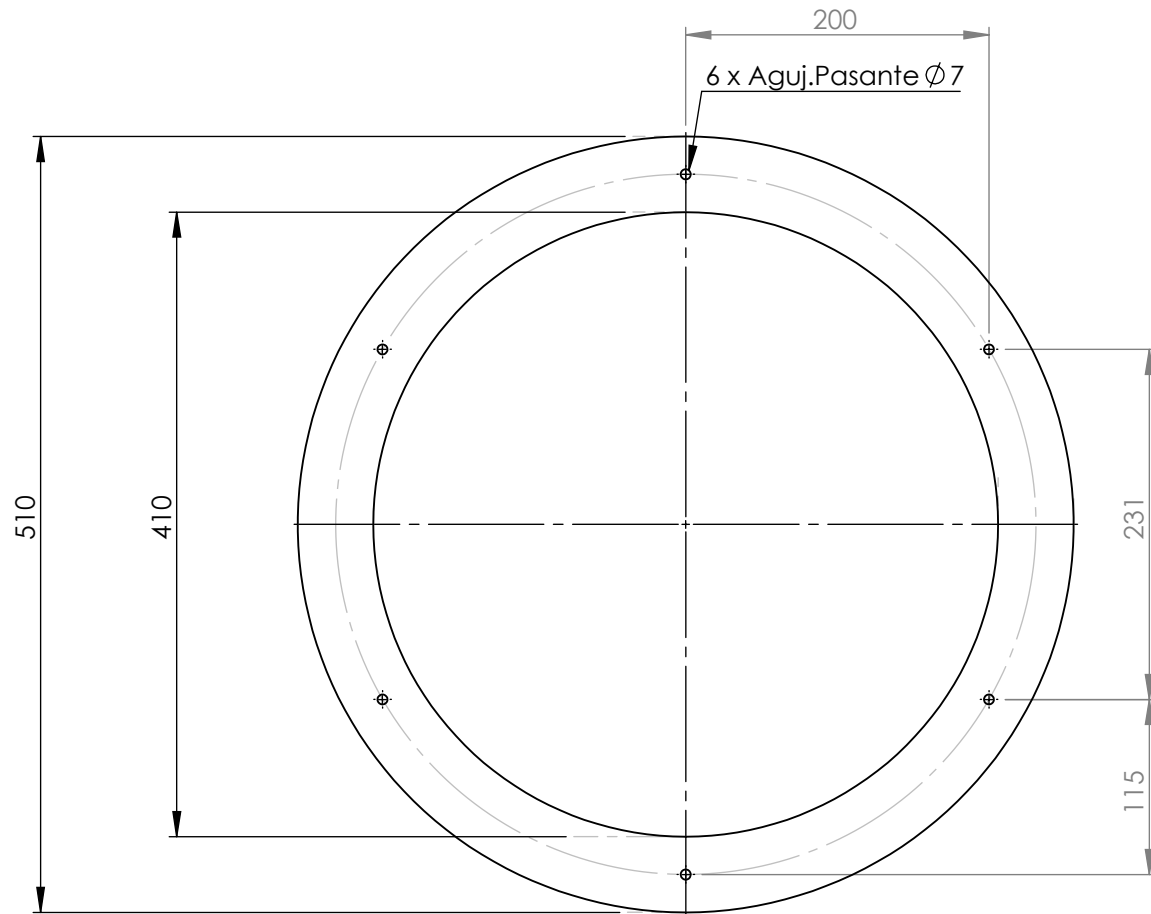
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	TAPA INFERIOR	
1 : 3		



Material: CHAPA LAMINADA
SAE 1010 e = 1,5

Trat. Térm.:

Cód.: MAT-02



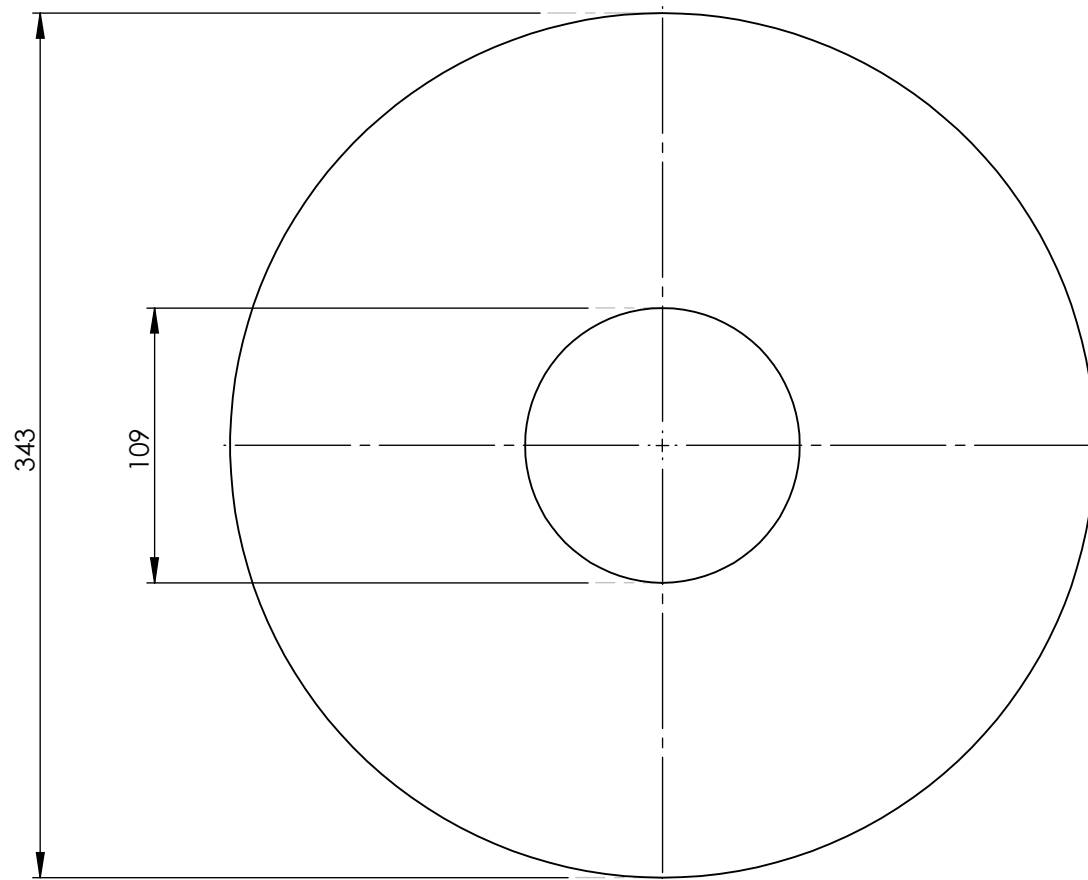
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	ARO SUJECCIÓN	
1 : 5		



Material: CHAPA LAMINADA
SAE 1010 e = 1,5

Trat. Térm.:

Cód.: MAT-03



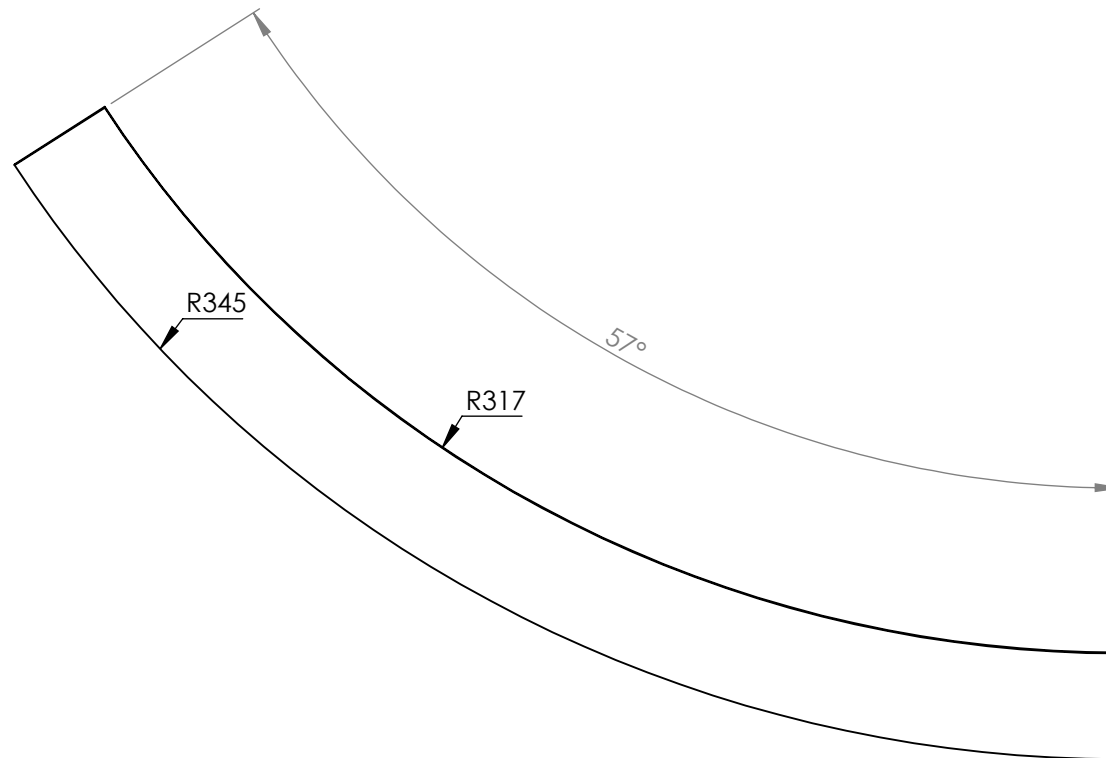
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	ARO P/TAPA	
1 : 3		



Material: CHAPA LAMINADA
SAE 1010 e = 1,5

Trat. Térm.:

Cód.: MAT-05



Vista desplegada

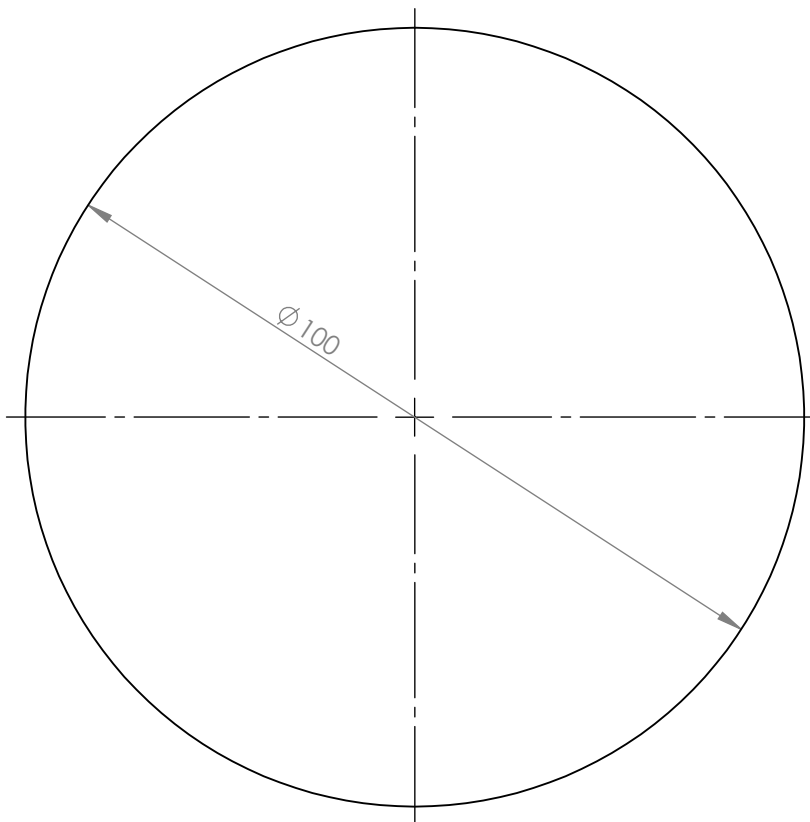
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CILINDRO P/AGARRE	
1 : 2		



Material: CHAPA LAMINADA
SAE 1010 e = 1,5

Trat. Térm.:

Cód.: MAT-06



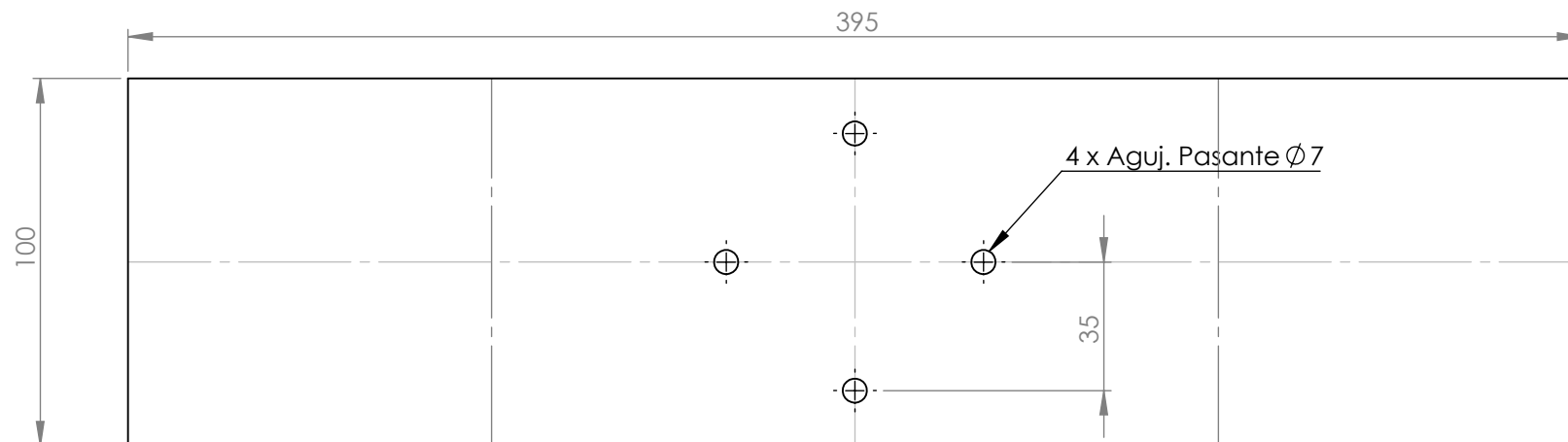
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	TAPA P/AGARRE	
1 : 1		



Material: CHAPA LAMINADA
SAE 1010 e = 1,5

Trat. Térm.:

Cód.: MAT-07



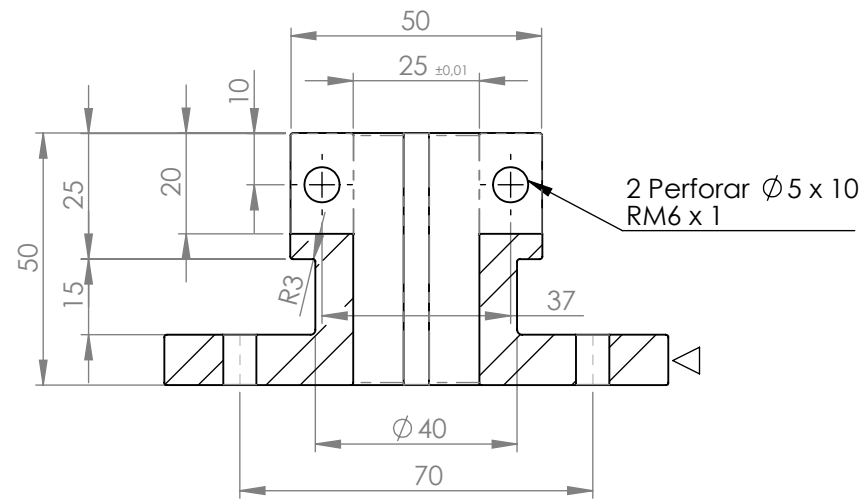
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CHAPA DE AGARRE P/MATRIZ	
1 : 2		



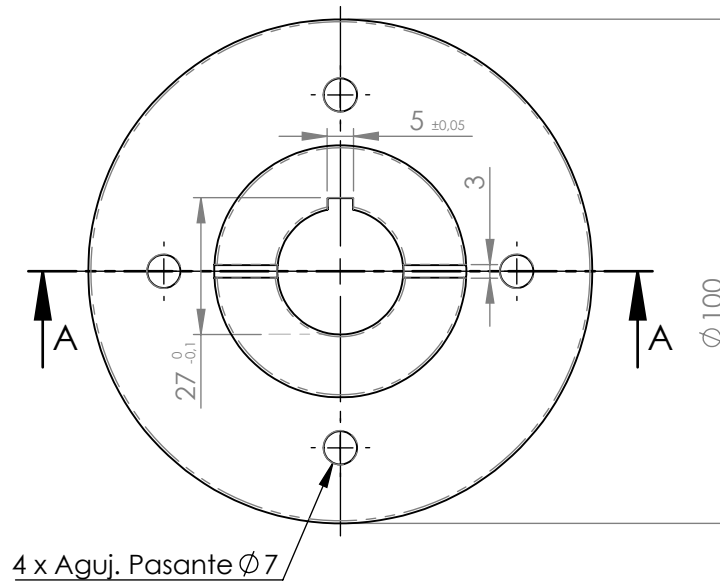
Material: CHAPA LAMINADA
SAE 1010 e = 1,5

Trat. Térm.:

Cód.: MAT-08



SECCIÓN A-A



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	MASA DE AGARRE P/MATRIZ	
1 : 1,5		

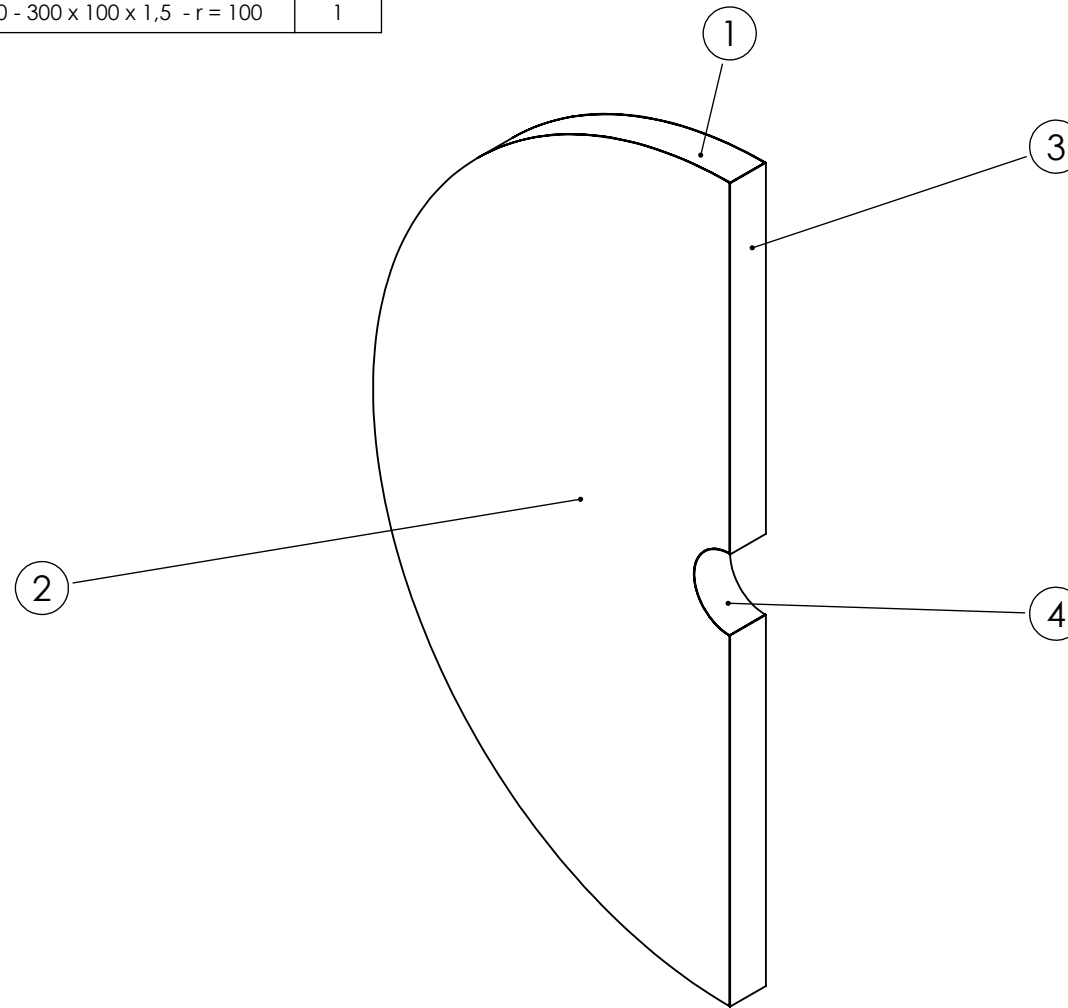


Material: BARRA LAMINADA $\varnothing 4''$
SAE 1010

Trat. Térm.:

Cód.: MAT-09

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	PUE-02	Chapa Acero Inox. AISI 310 - 3000 x 100 x 1,5 - r=1000	1
2	PUE-01	Tapa p/puerta	2
3	PUE-03	Chapa Acero Inox. AISI 310 - 900 x 100 x 1,5	2
4	PUE-04	Chapa Acero Inox. AISI 310 - 300 x 100 x 1,5 - r = 100	1



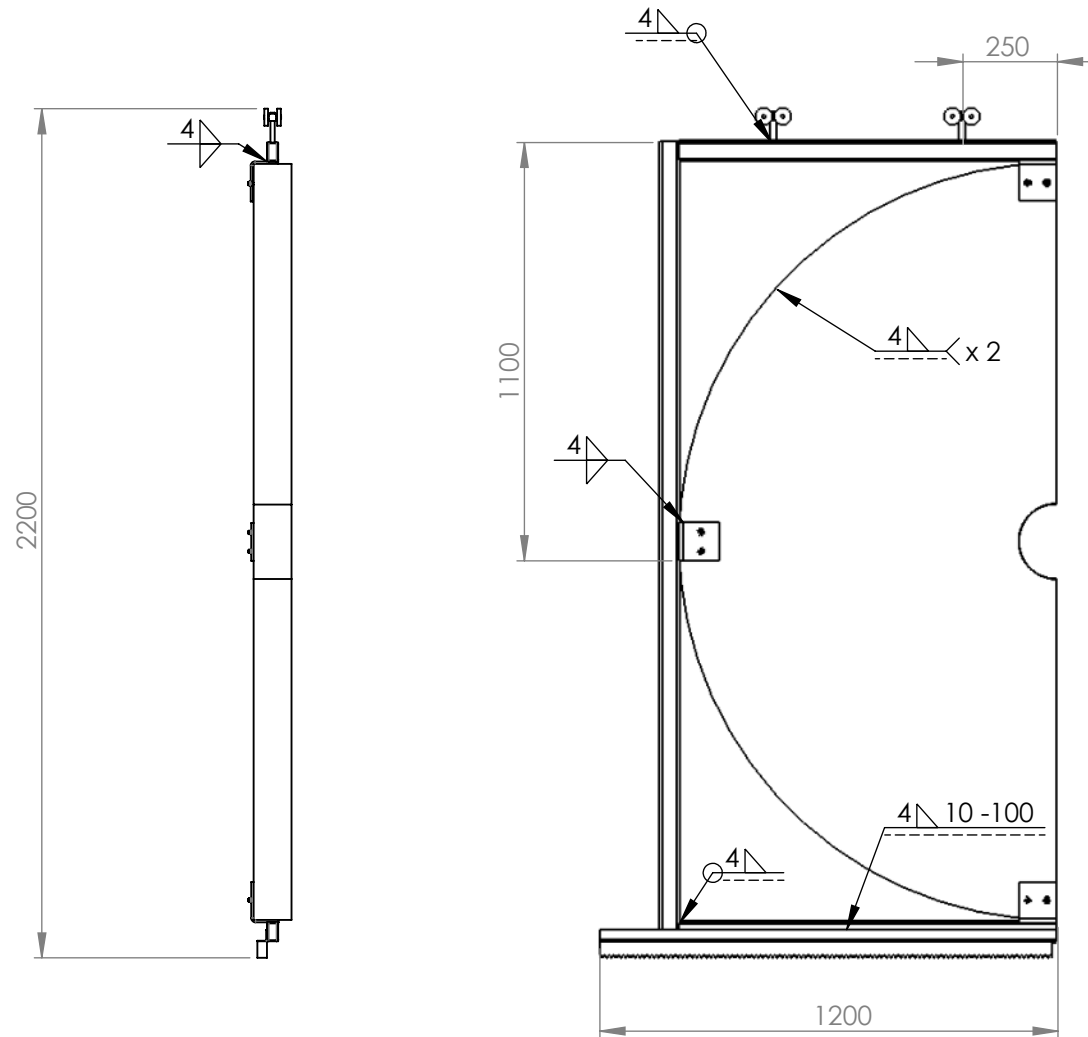
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	ARMAZÓN PUERTA	
1 : 15		



Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ENS-11



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	CONJUNTO PUERTA	
1 : 20		

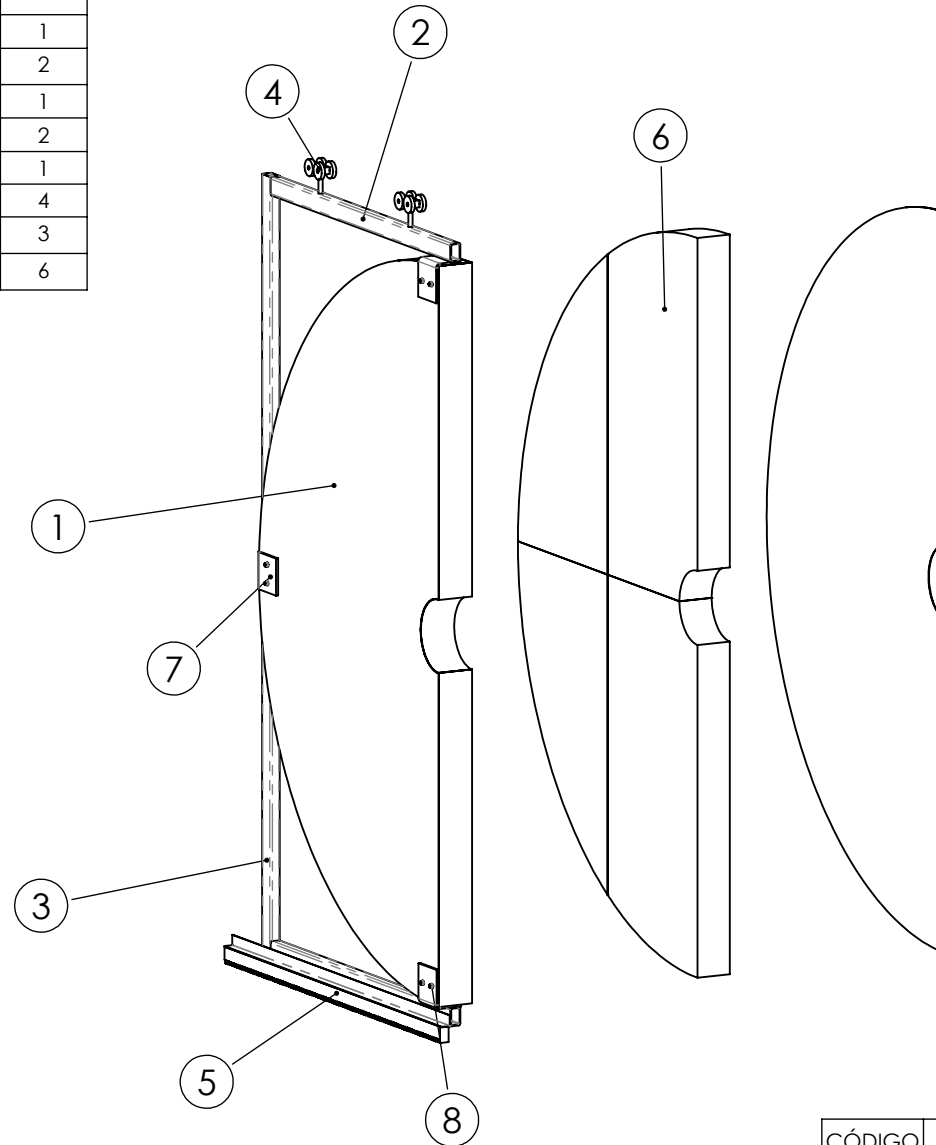


Material:

Trat. Térm.:

Cód.:ET-05 -a

N.º DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	ENS -11	Armazón Puerta	1
2	PUE-05	Viga 50 x 30 x 2,5 L= 1000	2
3	PUE-06	Columna 50 x 30 x 2,5 L=2100	1
4	PUE-07	Carro	2
5	PUE-08	Cremallera de Acero - 25 x 44 x 1200 - M = 4	1
6	PUE-09	Aislante Lana de Roca 1000 x 500 x 100	4
7	PUE-10	Sujetador p/Puerta	3
8	PUE-11	Bulón autoperforante TA13 -3/8" x 19,05	6



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ET -05 -a	Vista plano conjunto Puerta

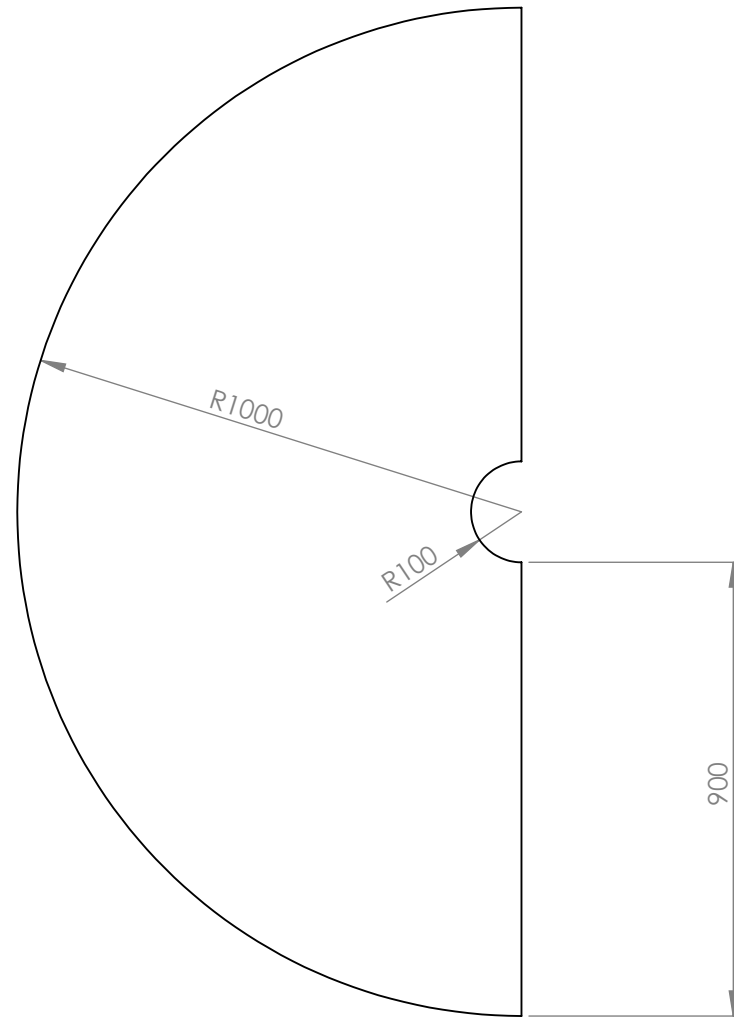
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	PUERTA	
1 : 20		



Material:

Trat. Térm.:

Cód.: ET-05



	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	TAPA INTERIOR	
1 : 15		

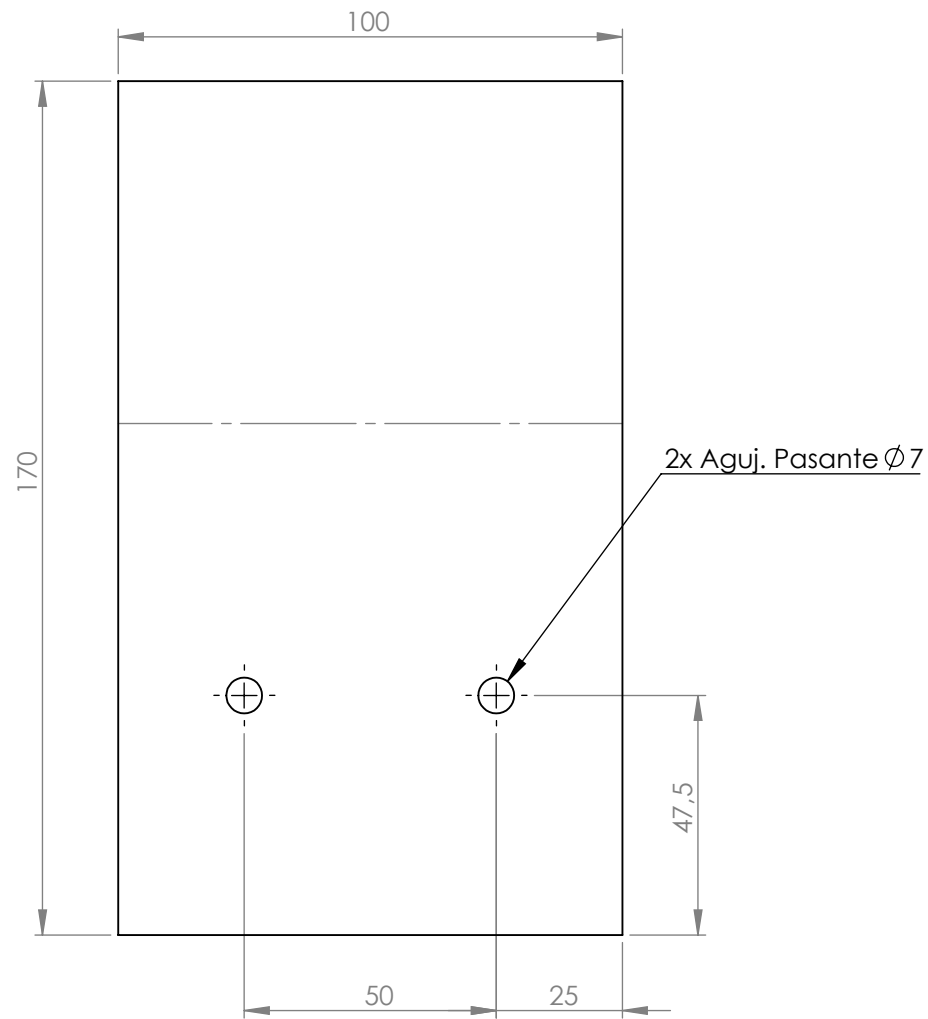


Material: CHAPA ACERO
INOX.AISI 310-
1000 x 2000 x1,5

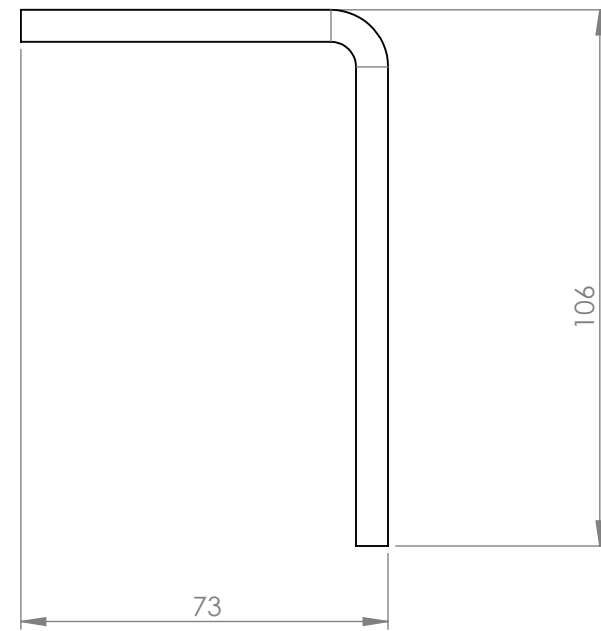
Cant.: 1

Trat. Térm.:

Cód.: PUE-01



Vista Chapa desplegada



Vista Chapa plegada

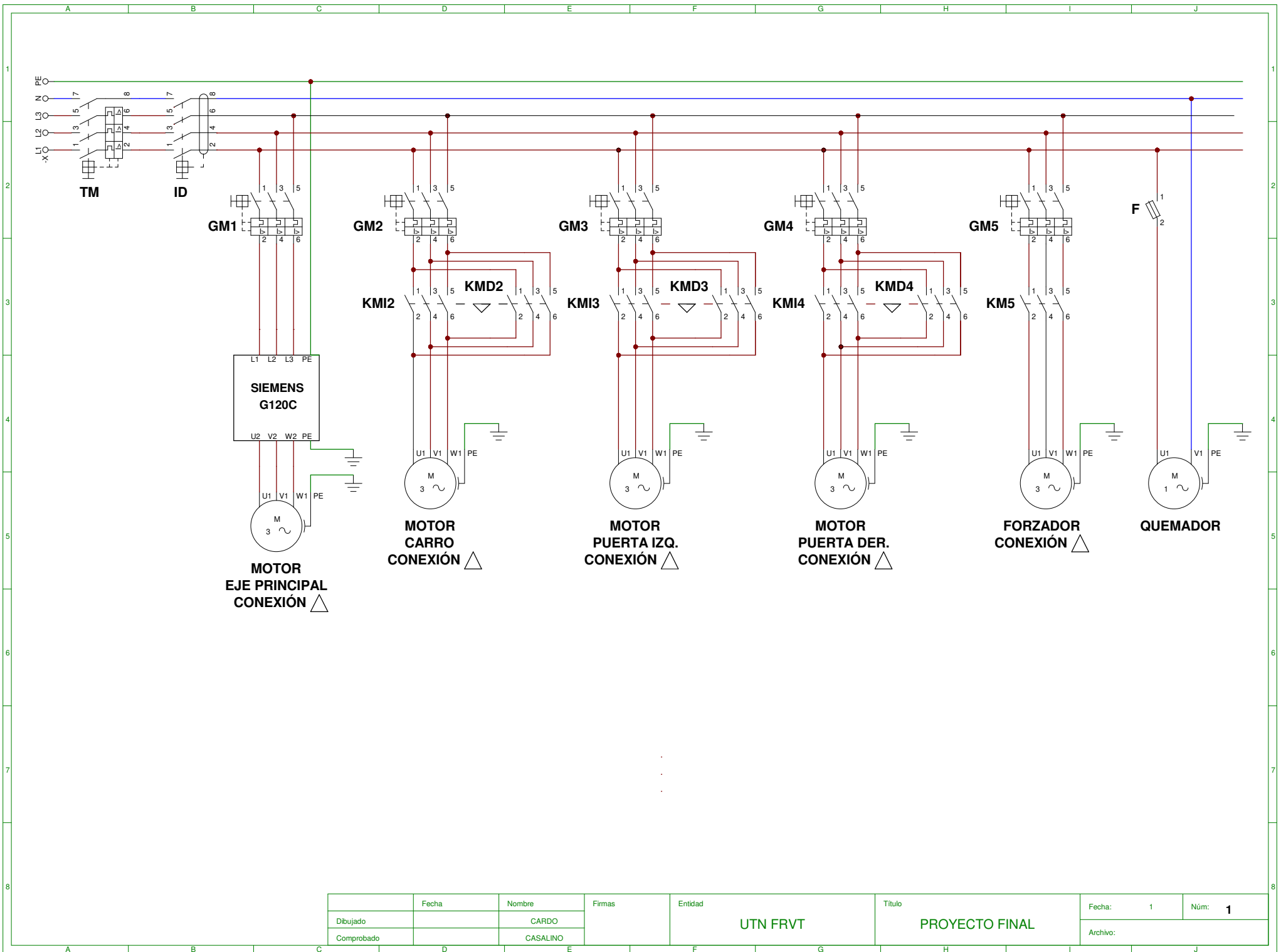
	Fecha	Nombre
Dibujó		Cardo Matías - Casalino Franco
Revisó		
Escala	SUJETADOR P/PUERTA	
1 : 1,5		



Material: CHAPA ACERO 1/4"
LAMINADA SAE 1010

Trat. Térm.:

Cód.: PUE-10



	Fecha	Nombre	Firmas	Entidad	Título	Fecha:	1	Núm:	1
Dibujado		CARDO		UTN FRVT	PROYECTO FINAL	Archivo:			
Comprobado		CASALINO							