

Universidad tecnológica nacional

Facultad Regional Santa Fe



PROYECTO FINAL

Pantógrafo por Hidrocorte

CARRERA: Ingeniería Mecánica

NIVEL: QUINTO

ASIGNATURA: PROYECTO FINAL

ALUMNOS:

CARRERE, Jonathan  
ROSSO, Mauricio Daniel

AÑO LECTIVO 2019

## Índice

INTRODUCCIÓN .....	3
Pantógrafo CNC.....	3
Hidro corte .....	3
Ventajas y desventajas del hidro corte vs otros métodos de corte .....	4
Método/matriz Kano.....	4
.....	5
FORMULACIÓN DEL PROYECTO.....	5
GESTIÓN DEL PROYECTO.....	5
Naturaleza del proyecto .....	5
Justificación del impacto .....	6
Responsables del proyecto.....	6
Requisitos legales.....	6
Búsqueda de antecedentes .....	7
INVESTIGACIÓN.....	7
Encuesta y charla realizada con los potenciales clientes .....	7
Equipamiento y maquinaria empleado en la zona de Santa Fe y Paraná.....	8
Material a cortar .....	9
Mármol .....	9
Granitos.....	9
Características de la materia prima. ....	10
Atmosfera de trabajo:.....	10
Experiencia realizada.....	10
Parámetros generales para el pantógrafo.....	10
Características propias de la maquina .....	11
ANTEPROYECTO .....	11
Croquizado.....	11
Selección de la máquina más funcional.....	12
Selección de soluciones de movimiento para el “Eje X” (Longitudinal) y “Eje Y” (transversal) .....	14
Eje X (longitudinal) .....	18
Eje Y (transversal).....	19
Eje Z (conjunto de movimiento vertical).....	19

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.....	20
Mesa .....	21
Bastidor .....	21
Batea .....	22
Dimensionamiento Mesa (Batea-Bastidor) .....	24
Marco teórico .....	25
Cálculo de la batea .....	28
Bastidor de atieزامiento .....	30
Espesor de chapa .....	30
Soporte del piso .....	31
Atieزامadores .....	33
Pórtico.....	34
Eje Z.....	35
Eje Y.....	36
Dimensionamiento Perfil – Eje Y .....	37
Eje X.....	39
Patines y guías lineales (Eje X e Y) .....	40
Dimensionamiento y selección Motores Paso a Paso .....	41
Marco teórico .....	42
Eje X .....	43
Eje Y .....	44
Eje Z .....	46
Selección de motores .....	47
Tolva.....	49
ENSAMBLAJE (en taller/ en obra) .....	49
Pórtico.....	50
Mesa .....	50
Selección de componentes periféricos .....	50
Bomba de alta presión .....	51
Inyector (cabezal).....	53
Drivers.....	54
Software CAD .....	55
Finales de carrera .....	55
Interfaz.....	56
Planimetría.....	56
Codificación.....	57

MANTENIMIENTO .....	57
Tratamiento del agua .....	58
ESTUDIO DE INVERSION.....	58
Costo de inversión .....	58
Flujo de caja.....	59
CONCLUSION .....	60
Prestaciones técnicas .....	60
Prestaciones económicas .....	60
ANEXOS.....	61

## INTRODUCCIÓN

### Pantógrafo CNC

Un Pantógrafo CNC es una máquina que, valiéndose de un software de computadora, es capaz de transferir un patrón de corte a una plancha de material, utilizando diferentes metodologías de corte. Consta de una mesa de apoyo, donde se colocan las placas de material (en posición horizontal), mientras que un cabezal móvil, realiza los cortes o calados perpendiculares a la mesa de apoyo.

Los diversos tipos de metodología de corte aplicables a esta máquina pueden ser: corte por plasma, oxicorte o hidrocorte. En este proyecto se utilizará la tecnología de corte por chorro de agua (hidrocorte)

### Hidrocorte

El hidrocorte es un proceso mecánico de corte de un material en el cual se canaliza agua a alta presión por una boquilla, generando de esta manera un chorro de agua de alta velocidad y reducida sección acompañado generalmente por un abrasivo, el cual colabora a la generación del corte. Dicho chorro de agua acompañado de abrasivo, al impactar sobre el material con gran energía desgasta el material hasta el punto donde se genera el corte de éste.



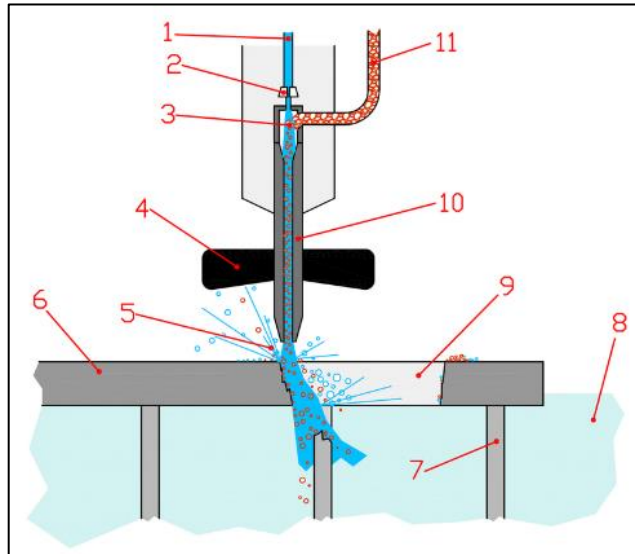


Ilustración 1- Mecánica del hidro-corte

1. Alta presión de agua - 2. Enfoque - 3. Cámara de mezcla - 4. Tapa - 5. Salpicaduras - 6. Pieza de trabajo - 7. Pieza de red permanente - 8. Agua - 9. Parte de la pieza de trabajo cortada - 10. Boquilla - 11. Arena abrasiva

### Ventajas y desventajas del hidro-corte vs otros métodos de corte

Ventajas	Desventajas
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proceso sin aporte de calor.</li> <li>2. Inexistencia de tensiones residuales debido a que el proceso no genera esfuerzos de corte.</li> <li>3. No genera contaminación ni gases.</li> <li>4. Si se compara con los sistemas de plasma, oxicorte y láser, al ser estos tres con aporte de calor, y el agua no, el corte por agua permite un trabajo sin afectar a ninguna zona del material sobre el cual trabaja.</li> <li>5. Si se compara únicamente con el láser, el chorro por agua permite cortar espesores mucho mayores.</li> <li>6. Se puede cortar prácticamente cualquier material, sin necesidad de ser conductivo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El corte con chorro de agua en comparación al corte por plasma es más lento.</li> <li>2. El equipo generador de energía es más costoso que para plasma y el oxicorte (el láser puede llegar a ser muy costoso, especialmente para espesores grandes)</li> <li>3. Requiere de mayor espacio, que el plasma, oxicorte o laser.</li> <li>4. Es notablemente más cara respecto de insumos y piezas consumibles, además de mayor energía eléctrica (respecto de las otras 3).</li> </ol>

### Método/matriz Kano

A lo largo del desarrollo del proyecto surgirán diferentes tipos de problemáticas, para las cuales, se utilizará este método/matriz para determinar cuál es la solución más acorde que se adapte a nuestras necesidades

El método consiste en plasmar en una matriz las diferentes tecnologías que podrían solucionar un conjunto de necesidades. Luego se le da un orden de prioridad a las diferentes

necesidades (Mandatorio, Atractivo o Esperado). Paso siguiente se le da un puntaje de satisfacción que cumplen las diferentes soluciones con las diferentes necesidades (Cumple: Mucho, Medianamente o Poco).

Una vez realizado los pasos anteriores, la matriz realiza automáticamente una ponderación entre necesidades y soluciones arrojando como resultado la solución que se adaptaría mejor a los requerimientos, según los datos cargados.

Modelo Kano	Conceptos de producto	Soluciones posibles			
	Necesidades del cliente/producto				
	M	Necesidades	⊖	○	▲
	E		▲	⊖	○
A		○	▲	⊖	

Ilustración 2- Matriz Kano

**Modelo Kano**  
**M** Mandatoria  
**E** Esperada  
**A** Atractiva

Ilustración 3- Referencias (1) (Matriz Kano)

**Relacionamiento**  
 ⊖ Cumple Mucho  
 ○ Cumple medianamente  
 ▲ Cumple poco

Ilustración 4 - Referencias (2) (Matriz Kano)

## FORMULACIÓN DEL PROYECTO

Se pretende diseñar un pantógrafo que utilice un corte de chorro por agua como metodología de arranque de material. Este equipo estará destinado, principalmente, al corte de mármoles y granitos.

El proyecto que se presenta creará una alternativa a los sistemas actuales de manufactura de mármoles y granitos en la región. Actualmente, éstos utilizan una mecánica de corte longitudinal por arranque de viruta, a partir de un disco de diamante implementado en diversos sistemas de máquinas rotativas. Esta alternativa pretende lograr diversas mejoras en el sistema de producción actual, entre las que se pueden encontrar: versatilidad del corte, aumento de productividad o menor desperdicio de material.

## GESTIÓN DEL PROYECTO

### Naturaleza del proyecto

A lo largo de este proyecto se pretende diseñar un pantógrafo por hidrocorte.

Un pantógrafo por hidrocorte es una maquina destinada al corte de diferentes materiales, utilizando como metodología de corte un chorro de agua de alta velocidad.

El objetivo de diseño se basa principalmente en realizar una mejora en el sistema de corte actual que utilizan las empresas dedicadas a la manufactura de mármoles y granitos en la zona que abarca el proyecto. Por tal motivo el pantógrafo estará destinado, en principio, al corte de mármoles y granitos

### **Justificación del impacto**

#### Económico

Un conjunto de mejoras en el proceso de corte del material se resume en un aumento de la productividad de la empresa que adquiera la maquina

Las mejoras antes nombradas son:

- Versatilidad del corte: la nueva máquina permitir realizar infinidad de geometrías de corte en el plano 2D. Tal es así que en la mayoría de los casos se reemplazaran dos máquinas en una (corte longitudinal y corte curvo)
- Eficiencia del corte: una vez diseñado el corte sobre el material, se realizarán todos los cortes correspondientes en una sola vez, sin necesidad parar el proceso para mover la chapa o llevarla a una maquina secundaria
- Aprovechamiento de material: al plasmar el corte completo sobre la chapa de mármol o granito, se podrá diseñar la mejor estrategia de corte, a fin de tener el menor desperdicio posible

### **Responsables del proyecto**

*Anexo 1 A – Aceptación Del Director de Proyecto*

### **Requisitos legales**

Luego de realizar una investigación de las diferentes normativas legales existentes para el diseño de máquinas y herramientas, se puede concluir que nuestra maquina no se puede enmarcar en una normativa exclusiva.

En el diseño de la maquina se deberán tener en cuenta las recomendaciones de la Superintendencia del Riesgo de Trabajo (SRT): *“Los sistemas de protección de las máquinas deben estar asociados al riesgo que pudieran generar, con el objetivo de eliminar o reducir la posibilidad de ocurrencia de un accidente. Estos sistemas deben implementarse en forma conjunta con la supervisión del servicio de higiene y seguridad, el entrenamiento de los trabajadores en el uso de la máquina y la capacitación sobre métodos y procedimientos de trabajo seguro” – “Anexo 2 Guía técnica de prevención)”*

### **Búsqueda de antecedentes**

A continuación, se mostrarán imágenes reales de las máquinas más comunes existentes de la actualidad que se utilizan en el rubro. Ambas realizan el corte por medio de un disco diamantado.

Maquinas actuales/convencionales:



*Imagen 1- Máquina Convencional*



*Imagen 2 - Máquina Convencional*

Máquina que utiliza tecnología de hidrocorte:



*Imagen 3- Máquina con corte de agua*

## **INVESTIGACIÓN**

### **Encuesta y charla realizada con los potenciales clientes**

Se realizaron visitas a los talleres de marmolería de las ciudades de Santa Fe y Paraná para generar un canal de comunicación, mediante el cual se pueda relevar información y establecer las necesidades presentes en dicha industria, el ambiente laboral y el proceso de manufactura.

En estas entrevistas se lograron responder las siguientes preguntas:

*1- ¿Qué tipo de producto comercializa normalmente?*

*Mesadas, mesas y afines*

2- *¿Qué tipo de maquinaria de corte utiliza actualmente?*

**Disco de corte diamantado, amoladoras, mechas de copa diamantada**

3- *¿Tiene que realizar cortes en dos máquinas diferentes?*

**Si**

4- *¿Puede realizar variedad de cortes curvos con facilidad?*

**No, algunos cortes curvos son realizados de forma artesanal**

5- *¿Que método de carga/descarga utilizan?*

**Manual**

6- *Tiempo aproximado de corte (mesada referencia 1,50x60)*

**Sin referencia**

7- *¿Tiene un lugar específico donde acumular los sobrantes de material?*

**Si**

### **Equipamiento y maquinaria empleado en la zona de Santa Fe y Paraná**

En la actualidad las marmolerías de la zona utilizan las tradicionales máquinas de corte de mármol, cuyo método de corte es por arranque de viruta a través de un disco diamantado generándose así únicamente cortes rectos, mientras que las perforaciones curvas se realizan con mechas de copa diamantadas. Las posibles curvas se realizan de manera artesanal empleándose amoladoras de mano con discos diamantados o piedras toroidales de desgaste (pos-corte con copa diamantada), al igual que el acabado de los bordes mecanizados, para lo cual se cambia por un disco de pulido.

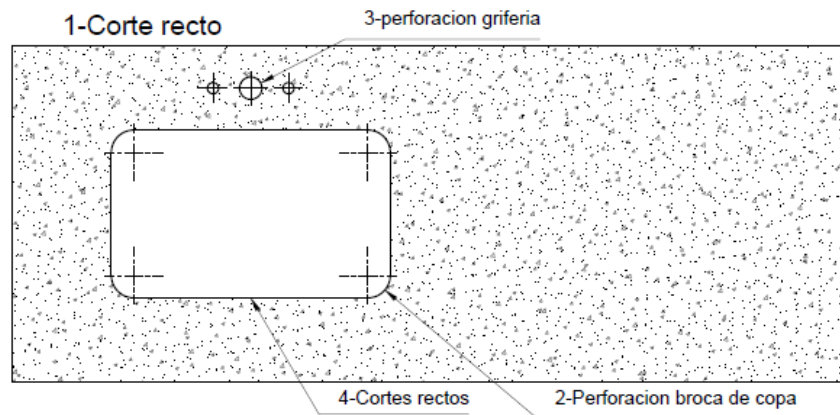
En las cortadoras de mármol más antiguas, entre corte y corte se debe hacer un reposicionamiento manual de la chapa (giro en el plano). Mientras que las máquinas más modernas la placa no requiere moverse, ya que el cambio de dirección en el corte es generado por el movimiento del cabezal del corte (este tipo de máquina es muy poco utilizada en la zona), aun así, estas máquinas producen solamente cortes rectos.

Para realizar las perforaciones se traslada la pieza a una perforadora de pie que tendrá la broca de copa de la dimensión necesaria, una máquina con características parecidas a un taladro de banco, pero de mayores dimensiones

Por ejemplo, si se requiere hacer una mesada con alojamiento para una bacha de cocina y la correspondiente canilla, el proceso sería el siguiente:

- 1- Corte del rectángulo en máquina de corte recto;
- 2- Perforaciones de las 4 esquinas para alojamiento de la bacha con broca de copa;
- 3- Perforación para grifería;
- 4- Corte de los lados del alojamiento en la máquina de corte recto (amoladora generalmente);
- 5- Redondeo de esquinas mediante amoladora de mano y/o piedra toroidal de desgaste;
- 6- Pulido mediante amoladoras

*Ilustración 5- Mesada de cocina modelo*



Como se puede apreciar tenemos una gran cantidad de pasos para fabricar una sola pieza y, además, se precisan múltiples herramientas y máquinas. A este escenario se le suman los tiempos improductivos por cargar, descargar y posicionamiento de manera manual para cada corte.

Otra debilidad de los sistemas utilizados es la imposibilidad de realizar cortes curvos de manera repetitiva, con precisión y eficientemente, ya que estos se realizan de manera artesanal mediante amoladoras, generando un importante desperdicio de material.

### **Material a cortar**

La máquina, en un principio, está destinada a cortar mármoles y granitos. Aunque el método de hidrocorte permitirá cortar casi todo tipo de materiales, incluyendo metales lo que permitirá realizar trabajos para herrerías e industrias afines.

### **Mármol**

Es una roca metamórfica compacta formada a partir de rocas calizas que, sometidas a elevadas temperaturas y presiones, alcanzan un alto grado de cristalización. El componente básico del mármol es el carbonato cálcico, cuyo contenido supera el 90%; los demás componentes son los que dan gran variedad de colores en los mármoles y definen sus características físicas. Tras un proceso de pulido por abrasión el mármol alcanza alto nivel de brillo natural, es decir, sin ceras ni componentes químicos. El mármol se utiliza principalmente en la construcción, decoración y escultura. (<https://es.wikipedia.org/wiki/Mármol>)

### **Granitos**

El granito es una roca ígnea plutónica formada por el enfriamiento lento de un magma (fundido aluminio) a grandes profundidades de la corteza terrestre. Las rocas graníticas están constituidas por tres minerales esenciales: cuarzo, feldespato y micas; además de un grupo muy variable de minerales accesorios, que se presentan en porcentajes inferiores al 5 %. Comercialmente se denominan "Granitos" a un conjunto de rocas cristalinas que incluyen feldespatos en su composición y cuyos cristales suelen diferenciarse a simple vista. Así, dentro de este término se engloban rocas ígneas plutónicas (granito en sentido estricto, granodiorita, sienita, diorita, gabro...), algunas rocas ígneas volcánicas (basalto o andesita) y rocas metamórficas (gneis, migmatita, milonita). (<http://www.clustergranito.com/granito.php>)



### Características de la materia prima.

Los mármoles y granitos normalmente se comercializan en forma de “chapas” con las siguientes características:

- Dimensiones máximas chapa: 2.5x3 m
- Peso: 400 kg como máximo
- Espesor: 25 a 30 mm
- Dureza: 3-4 Mohr

### Atmosfera de trabajo:

Por tratarse de mármoles y granitos, el ambiente en el que se sitúa la maquina estará contaminado con polvillo (o marmolina) generada por el procesamiento de dicho material. Por tal motivo en el diseño de la maquina se deberá tener en cuenta este tipo de atmosfera para que no afecte su correcto funcionamiento.

### Experiencia realizada

Con el fin de obtener datos concretos en lo que respecta al corte de mármoles y granitos por el proceso de hidrocorte, visitamos la empresa DESINMEC, quien muy amablemente nos abrió sus puertas para llevar a cabo dichas pruebas.

Lo que buscábamos con los cortes generados, era determinar ciertos parámetros específicos del hidrocorte con los cuales se lograría un corte con calidad satisfactoria.

A continuación, en una tabla, se expresan los resultados obtenidos

Material		Corte			Calidad del corte
Mármol/Granito	Espesor [mm]	V avance [mm/min]	Presión [Kpsi]	Cantidad de abrasivo [kg/min]	
Travertino	20	140	30	0,34	Terminación aceptable
		140	20		Mala terminación
		140	10		No cortó
		140	15		Mala terminación
Sierra Chica	20	140	20	1,34	No cortó
		70	20		Corto (con detalles)
Gris mara	25	70	20	1,34	Corto (con detalles)

Tabla 1- Determinación experimental de parámetros del hidrocorte

De los resultados obtenidos se puede concluir que:

- La bomba deberá alcanzar como mínimo una presión de 20 [Kpsi], siendo 30 [Kpsi] un valor aceptable para realizar cortes con buena terminación
- La calidad de la terminación del corte está determinada por la velocidad de avance, además de la presión de corte.

### Parámetros generales para el pantógrafo

Área de trabajo: 3m x 2,5m (mínimo)

Resistencia de la mesa a la carga mínima de: 400kg

Velocidad de avance: 5000mm/min (información WaterJet); 140mm/min (Pruebas) \*

\* La velocidad de avance que nos brinda WaterJet es avance en vacío, y la obtenida de las pruebas realizadas es la velocidad de corte. A la hora de realizar los cálculos se utilizará la mayor de estas, es decir 5000mm/min

### Características propias de la maquina

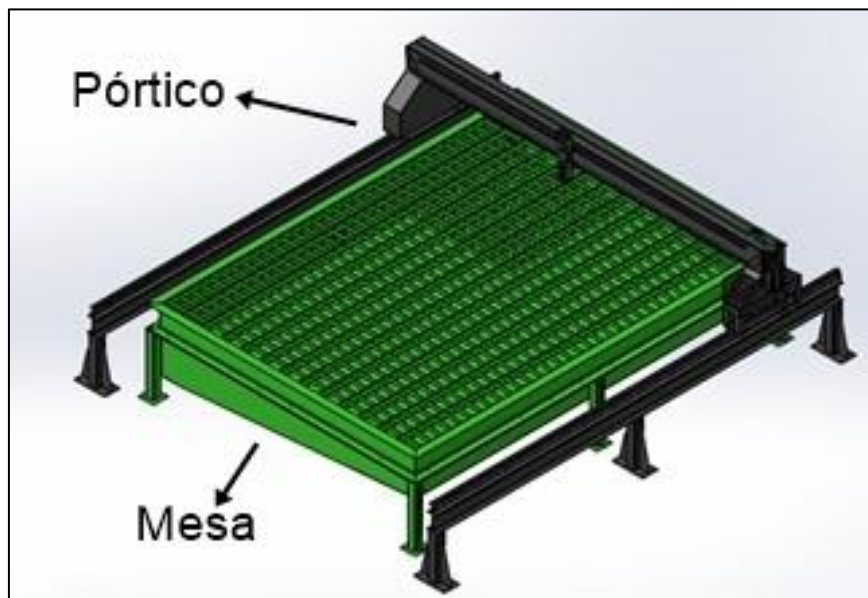
Características con las que debe contar la máquina que se deberán tener en cuenta a medida que avance su diseño:

Presión (dimensión de la bomba); pureza del agua (tratamiento); velocidades de avance (torque de los motores, cálculo de piñón cremallera) e inercias a vencer (peso del puente); dimensiones adoptadas (alto, ancho largo)

## ANTEPROYECTO

### Croquizado

Previo al inicio de este proyecto se realizó un primer diseño de la máquina, el cual servirá como base para el desarrollo de un diseño final que se adaptará mejor a las necesidades que se estudien en el desarrollo del proyecto. Se adjunta una imagen ilustrativa de dicho diseño, donde se puede observar diferenciado las dos grandes partes de la máquina, el “pórtico” y la “mesa”



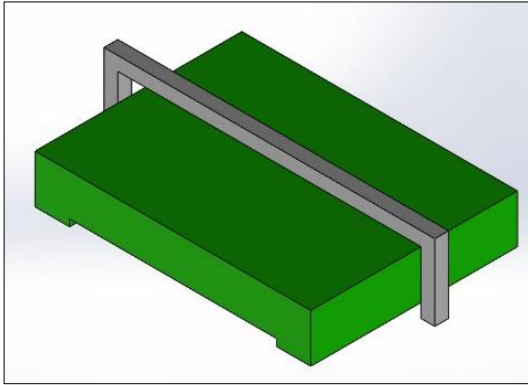
*Ilustración 6- Croquis Pantógrafo para hidrocorte*



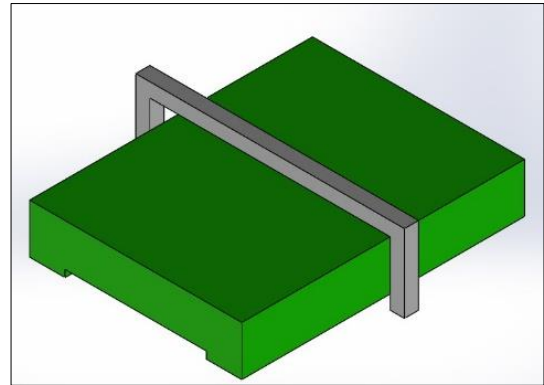
**Selección de la máquina más funcional.**

Para seleccionar la máquina que mejor se adapte a nuestros requerimientos se procedió a comparar mediante el Método de la matriz Kano 5 tipos de máquinas: 4 disposiciones de máquinas por chorro de agua y la máquina tradicional

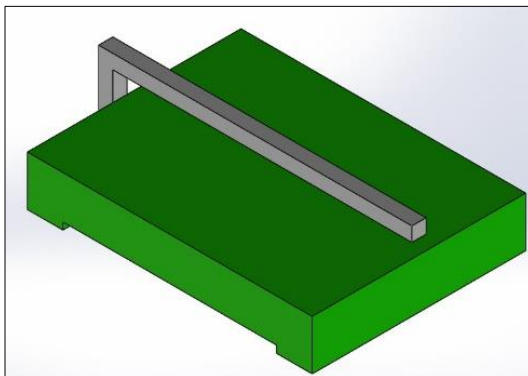
Las 4 disposiciones son las siguientes:



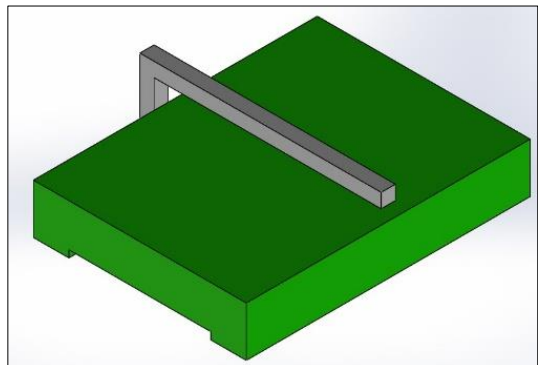
*Ilustración 7- Pórtico Longitudinal*



*Ilustración 8- Pórtico Transversal*



*Ilustración 10- Voladizo Longitudinal*



*Ilustración 9- Voladizo Transversal*

Matriz Kano:

Item	Máx. relacionamiento del ítem	Importancia relativa	Modelo Kano	Conceptos de producto					
				Necesidades del cliente/producto	Maquina convencional	Pantógrafo - portico longitudinal	pantógrafo - portico transversal	pantógrafo - voladizo transversal	pantógrafo - voladizo longitudinal
1	9	15	M	Diversidad de cortes (2d)	▲	⊙	⊙	⊙	⊙
2	3	15	M	Facilidad carga/descarga	⊙	⊙	▲	⊙	▲
3	9	9	E	Programa CAD	▲	⊙	⊙	⊙	⊙
4	9	3	A	minimo espacio ocupado	▲	⊙	⊙	⊙	⊙
5	9	3	A	minimo ruido	▲	⊙	⊙	⊙	⊙
6	9	9	E	minima distribucion de esfuerzos	⊙	⊙	⊙	⊙	▲
7	9	15	M	agilidad de produccion	▲	⊙	⊙	⊙	⊙
8	9	15	M	aprovechamiento MP	▲	⊙	⊙	⊙	⊙
9	9	9	E	Rigidez	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
10	9	9	E	Costo/precio	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Limite superior					3	7	7	6	5
Medio					1	3	2	4	3
Limite inferior					6	0	1	0	2
Máx. relacionamiento de la columna					9	9	9	9	9
Peso de importancia					3	7	7	7	6
Importancia relativa %					11	24	23	22	19
Orden de actuacion/ nivel de importancia					5	1	2	3	4

Tabla 2- Matriz Kano: selección de maquina

NECESIDADES DEL CLIENTE:

✓ **MANDATORIAS:**

- *Diversidad de cortes 2D:* esta es una de las principales debilidades a solucionar que se presenta en los sistemas de cortes actuales en la zona.
- *Facilidad de carga/descarga:* las chapas de mármol o granito presentan gran fragilidad a los fuertes impactos, además su peso y dimensiones la convierten en muy elemento de difícil maniobra; además existen marmolerías con poco equipamiento para elevar las placas sobre la mesa.
- *Agilidad de producción:* esta es una debilidad importante para solucionar de los sistemas utilizados, ya que el corte de una simple mesada lleva a que se deba realizar por lo menos 6 operaciones, sin contar los tiempos de posicionamiento y traslado entre las distintas máquinas.
- *Aprovechamiento de la Materia Prima:* Se busca obtener la mejor distribución de los cortes en la chapa y así obtener la mayor cantidad de piezas.

✓ **ESPERADO:**

- *Programa CAM:* Se espera que la maquina disponga de un software de CAM que permita la vectorización, generación del Código G de un diseño que se introduzca en formato CAD
- *Costo/precio:* Se espera que el precio de la máquina sea competitivo frente a las demás alternativas y que se pueda obtener una amortización de la misma en un periodo de tiempo aceptable

✓ **ATRACTIVO**

- **Mínimo espacio ocupado:** el espacio disponible para la instalación de la maquina puede ser un limitante, por lo que reducir las dimensiones de ésta puede ser una ventaja frente a la competencia
- **Mínimo Ruido:** de las *Encuestas y charlas con los potenciales clientes* se puede concluir que un bajo nivel de ruido sería una característica que vuelve a la maquina más atractiva

El método de análisis utilizado arroja que la opción más adecuada para nuestros requerimientos es la de diseñar un “Pantógrafo tipo pórtico longitudinal”

### Selección de soluciones de movimiento para el “Eje X” (Longitudinal) y “Eje Y” (transversal)

Para la selección de dichos componentes de la máquina, se recurrió nuevamente a utilizar la matriz de Kano para comparar diferentes tecnologías.

En primera instancia se realizó un estudio de las diferentes tecnologías disponibles que cumplan con nuestras necesidades y se plasmaron las diferentes combinaciones existentes entre ellas.

Las características de los Ejes “X” e “Y” son muy similares entre si (longitudes, recorridos y velocidades) por lo que la combinación de tecnologías probables para estos dos ejes se estudió unificando a un solo eje. Luego, se identificará cada eje con dos matrices de Kano diferentes, una para cada eje.

Se divide al conjunto de movimiento en 3 partes principales, dentro de cada parte encontramos diferentes tipos de tecnología que se adaptan a nuestra necesidad. A modo ilustrativo se exponen imágenes de los diferentes tipos de soluciones existentes en el mercado. Y luego se realizarán diferentes combinaciones posibles para nuestra aplicación y, se terminará seleccionando la combinación final por medio de una matriz Kano.

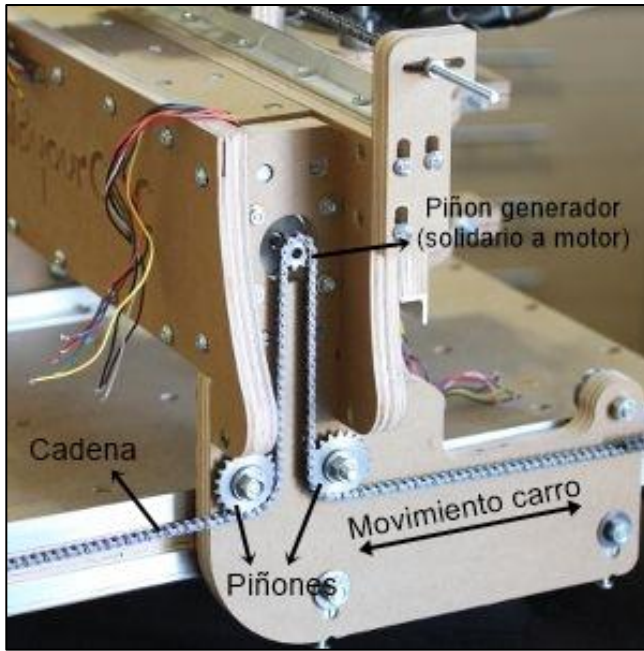


Imagen 4- Transmisión por cadena

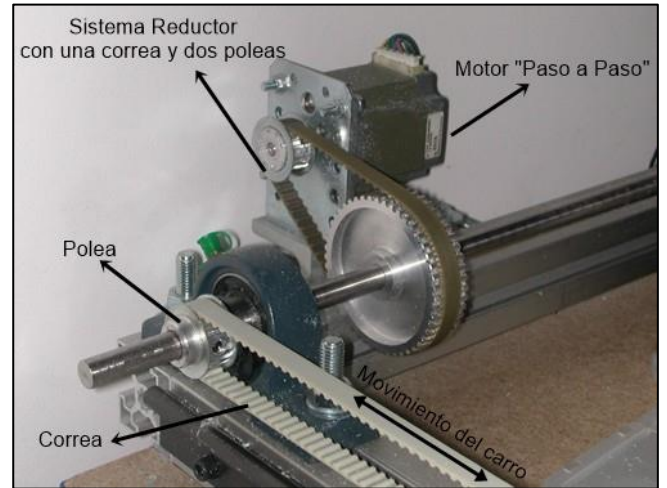


Imagen 5- Transmisión por correa

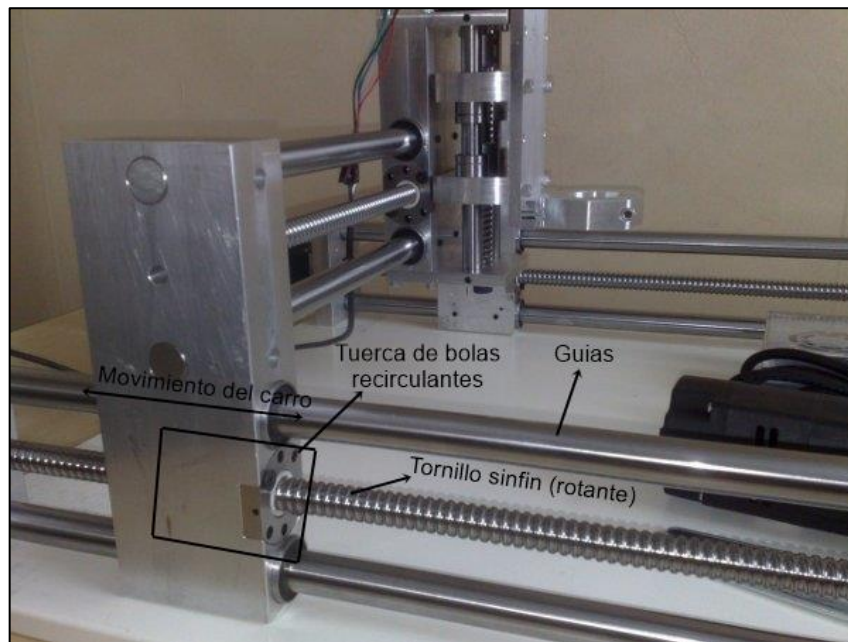


Imagen 6- Transmisión tornillo/tuerca bolas recirculantes





Imagen 11- Tuerca de bolas recirculantes

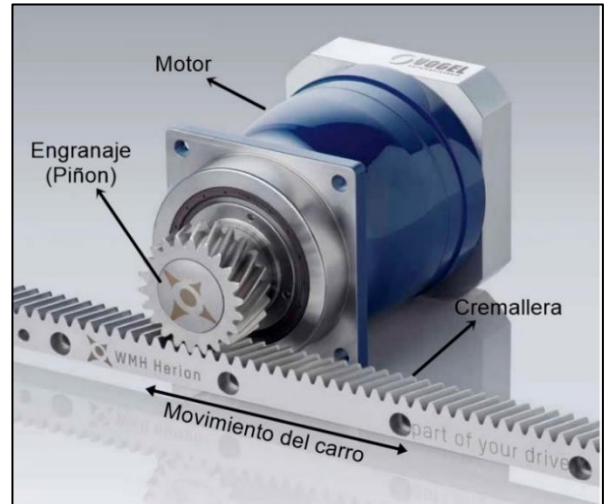


Imagen 10- Piñón-Cremallera



Imagen 9- Guía SBR- Patín partido



Imagen 8- Guía circular-Patín cerrado

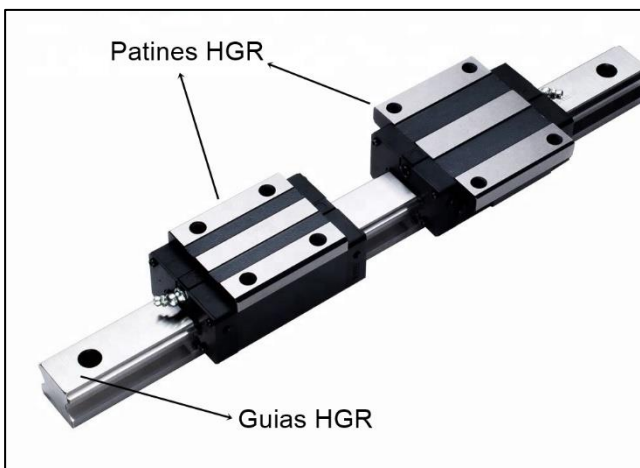


Imagen 7- Patines y guía HGR

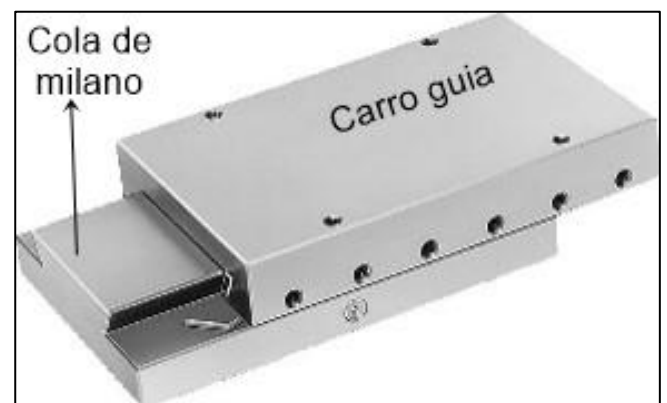


Imagen 12- Cola de milano

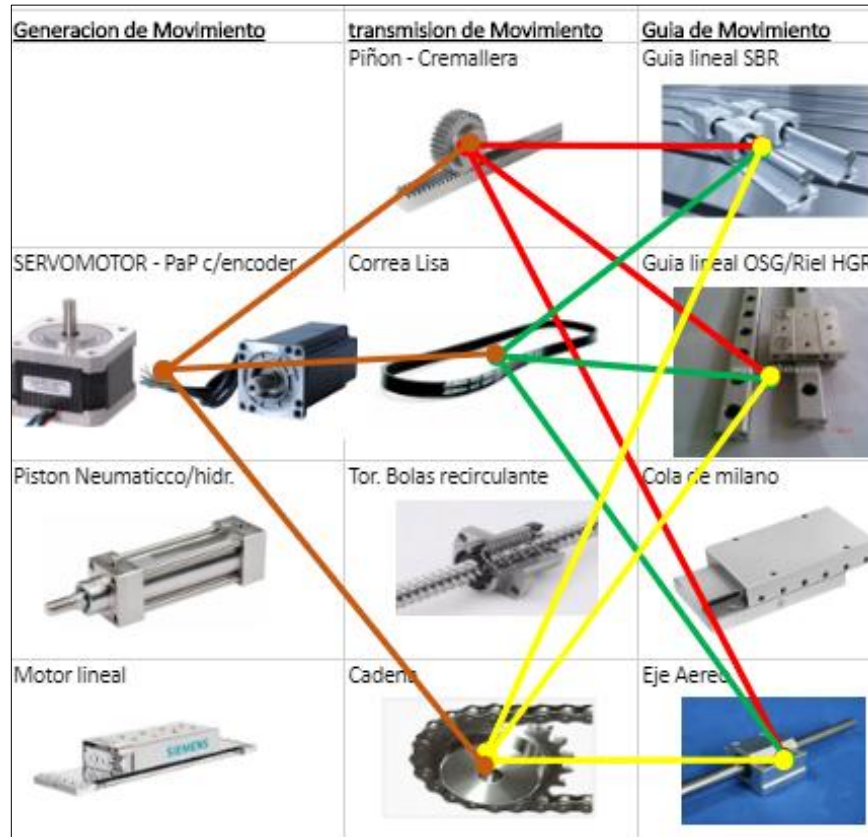


Ilustración 11- combinación de tecnologías

Aclaraciones: A fin de reducir la cantidad de combinaciones de tecnologías disponibles se procedió a descartar alguna de ellas dependiendo de las necesidades.

Eje "X" e "Y": Se descarta el "pistón neumático/hidráulico" ya que no es de utilidad para este caso por su extensa longitud; "tornillo bolas recirculante" se descarta por no ser el sistema más adecuado para velocidades de desplazamiento necesarias (5000mm/min); "cola de milano" se descarta por presentar gran inercia a vencer y, además, la ventaja principal de este elemento es la de soportar grandes cargas manteniendo su gran precisión, lo cual no es una necesidad imperativa en la máquina.

Para el eje X se descarta a tecnología "motor lineal" ya que no cumple con los requisitos de carga mínima que debe soportar (<http://www.directindustry.es/prod/siemens-linear-motor/product-18183-59148.html>), con el fin de seguir utilizando la misma tecnología de rotación para la generación de movimiento se descarta también para el eje Y

Para la generación de movimiento se colocó el Motor PAP c/encoder junto al servomotor debido a que ambos presentan prestaciones similares para nuestra máquina, pero por características económicas el PAP lleva ventaja en nuestro diseño esperado, pero, si las necesidades de precisión son muy elevadas deberemos utilizar un servomotor, ya que cumple más satisfactoriamente esta necesidad.

Eje X (longitudinal)

Item	Máx. relacionamiento del ítem	Importancia relativa	Modelo Kano	Conceptos de producto		Servo - piñon - guia SBR	Servo - Correa - guia SBR	Servo - Cadena - guia SBR	Servo - piñon - guia OSG	Servo - Correa - guia OSG	Servo - Cadena - guia OSG	Servo - piñon - Eje Aereo	Servo - Correa - Eje Aereo	Servo - Cadena - Eje Aereo	Servo - piñon - guia en V
				Necesidades del cliente/producto											
1	9	15	M	Resistencia a la carga (300kg aprox)	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
2	9	9	E	Resistencia a vibraciones	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
3	9	15	M	Vel aproximada (5000mm/min)	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
4	9	15	M	Necesidad de mantenimiento(polvillo)	▲	▲	▲	⊙	⊙	⊙	▲	▲	▲	▲	⊙
5	9	3	A	Facilidad de instalacion (diseño)	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
6	9	3	A	Precision	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
7	9	9	E	Durabilidad	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
8	9	15	M	Resistencia a la flexion	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	▲	▲	▲	▲	⊙
9	9	9	E	facil adquisicion	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	▲
10	9	9	E	Costo	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Limite superior						8	7	7	7	7	7	5	4	3	6
Medio						1	2	2	3	3	3	3	4	5	3
Limite inferior						1	1	1	0	0	0	2	2	2	1
Máx. relacionamiento de la columna						9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Peso de importancia						7	7	7	7	7	7	5	5	4	7
Importancia relativa %						11	11	11	12	11	12	8	7	7	11
Orden de actuacion/ nivel de importancia						3	7	4	1	5	1	8	9	10	5

Tabla 3- Matriz Kano: combinación de tecnologías Eje X

Se puede observar que los resultados que arroja el método en la fila de “orden de actuación/nivel de importancia” nos dice que la combinación de tecnologías más adecuada es “servo-piñón-guías OSG” o “servo-Cadena-guías OSG”. Luego de investigar y, siguiendo los consejos del director del proyecto, se decidió seleccionar la combinación “servo-piñón-guías OSG” ya que es lo que más se utiliza en la industria para las dimensiones de la máquina.

Eje Y (transversal)

Item	Máx. relacionamiento del ítem	Importancia relativa	Modelo Kano	Conceptos de producto		servo - piñon - guia SBR	servo - Correa - guia SBR	Servo - Cadena - guia SBR	Servo - piñon - guia OSG	Servo - Correa - guia OSG	Servo - Cadena - guia OSG	Servo - piñon - Eje Aereo	Servo - Correa - Eje Aereo	Servo - Cadena - Eje Aereo	Servo - piñon - guia en V
				Necesidades del cliente/producto											
1	9	15	M	Resistencia a la carga (80kg aprox)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2	9	9	E	Resistencia a vibraciones	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3	9	15	M	Vel aproximada (5000mm/min)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4	9	15	M	Necesidad de mantenimiento(polvillo)	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	▲	▲	○
5	9	3	A	Facilidad de instalacion (diseño)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6	9	3	A	Precision	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7	9	9	E	Durabilidad	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8	9	15	M	Resistencia a la flexion	○	○	○	○	○	○	▲	▲	▲	▲	○
9	9	9	E	facil adquisicion	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	▲
10	9	9	E	Costo	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Limite superior						5	6	5	8	7	8	6	5	4	6
Medio						4	3	4	2	3	2	2	3	4	3
Limite inferior						1	1	1	0	0	0	2	2	2	1
Máx. relacionamiento de la columna						9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Peso de importancia						6	6	6	8	7	8	5	5	5	7
Importancia relativa %						9	10	10	13	11	13	8	7	7	11
Orden de actuacion/ nivel de importancia						7	5	6	1	3	1	8	9	10	3

Tabla 4- Matriz Kano: combinación de tecnologías Eje Y

Se puede observar que los resultados que arroja el método en la fila de “orden de actuación/nivel de importancia” nos dice que la combinación de tecnologías más adecuada es “servo-piñón-guías OSG” o “servo-Cadena-guías OSG”. Luego de investigar y, siguiendo los consejos del director del proyecto, se decidió seleccionar la combinación “servo-piñón-guías OSG” ya que la transmisión con piñón y cremallera es lo que más se utiliza en la industria para las dimensiones de la máquina.

Eje Z (conjunto de movimiento vertical)

Para el eje Z se seleccionó un sistema de movimiento con dos ejes lisos de acero como guía y la transmisión del movimiento del tipo a tornillo con tuerca de bolas recirculantes.

Este sistema de transmisión de movimiento tiene la particularidad de ser auto-frenante y evitara que la boquilla de inyección caiga por propia gravedad.





Imagen 13- Idea de diseño Eje Z

## DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

A continuación, se hará una breve descripción de diseño final de la máquina con sus respectivas partes y componentes principales. Como se mencionó previamente, la máquina se divide en dos grandes subconjuntos principales: la “Mesa” (parte estática) y el “Pórtico” (parte móvil)

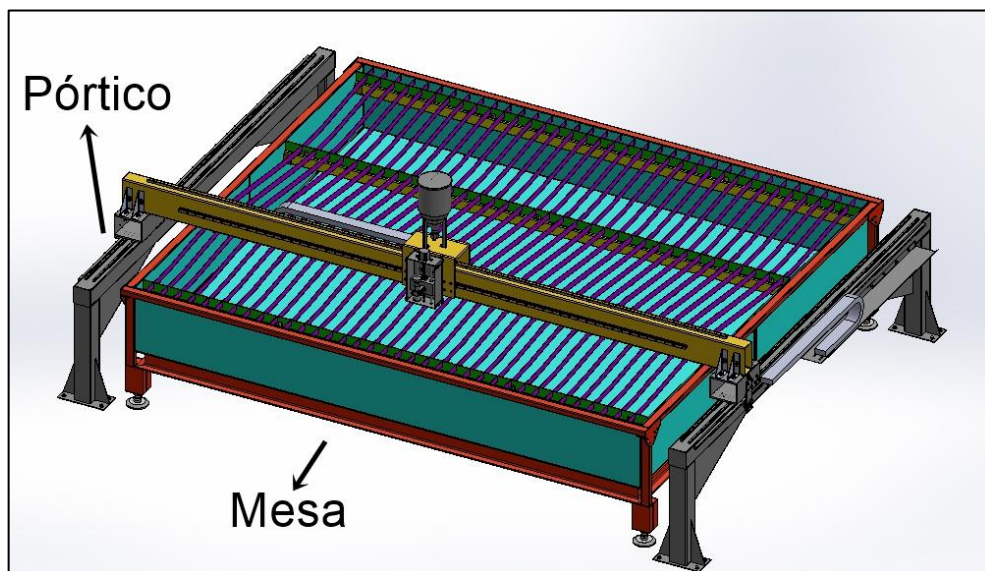


Ilustración 12- pantógrafo para Hidrocorte

## Mesa

La mesa, es la encargada de soportar las placas de mármol y además deberá contener un volumen de agua en su interior encargado de frenar el chorro de agua de alta velocidad.

Sus dos conjuntos principales son los llamados “Bastidor” y “Batea”. El bastidor constituido principalmente por caños y perfiles soldados constituye una estructura que esta diseñada para contener en su interior a la “Batea”, una batea, propiamente dicha, formada a partir de chapas plegadas y soldadas.

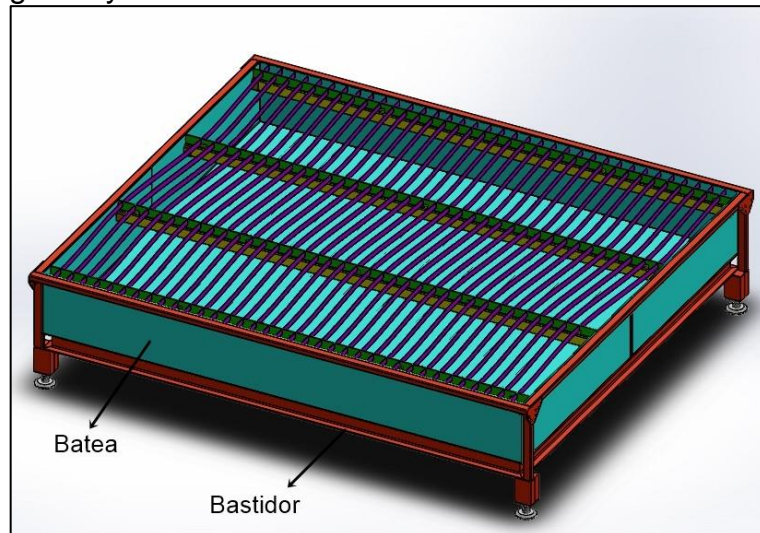


Ilustración 13- Mesa

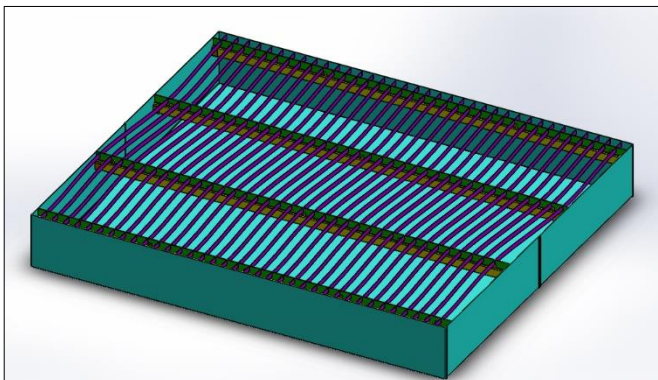


Ilustración 14- Batea



Ilustración 15- Bastidor

## **Bastidor**

El bastidor se puede dividir, a grandes rasgos, en tres partes: Base, Barandas y Patas. La Base es un rectángulo “plano” formado a partir de Perfiles UPN en la periferia, dos perfiles C (enfrentados y soldados) en el centro, y soldado entre ellos perfiles Ángulos tipo “L” de alas iguales completan la rigidez de la estructura. A la base se le suelda el conjunto de las patas y luego se sueldan las barandas. Las barandas son perfiles estructurales y planchuelas unido entre ellos mediante tornillería. Las patas, encargadas de soportar todo el peso (estructura, agua con abrasivo y material a cortar) pueden soportar 4000Kg cada una y son completamente regulables en altura, lo que nos permitirá nivelar la mesa al momento de la instalación.



Ilustración 16- Bastidor (partes)

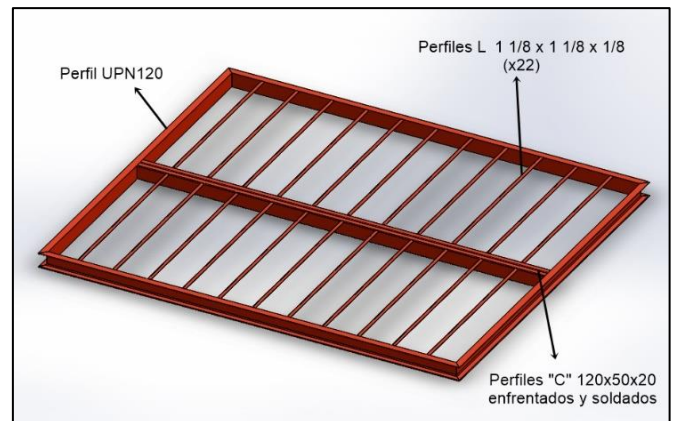


Ilustración 17- Base Bastidor

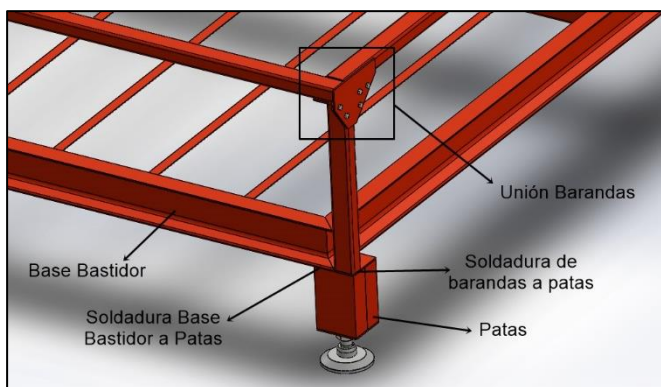


Ilustración 18- Bastidor (detalle)

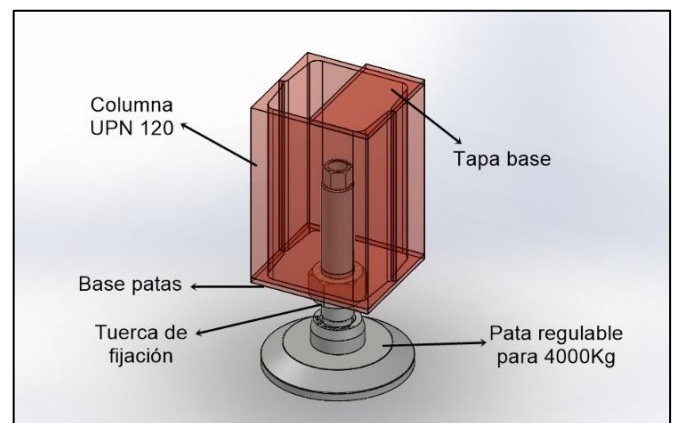


Ilustración 19- Patas de Bastidor

### Batea

En el interior de la batea se montados 4 largueros (caños rectangulares) a las caras más angostas de la batea, de esta forma los 4 quedan alineados longitudinalmente a ésta. Sobre los largueros se colocan (apretados por tornillos) 4 peines que poseen ranuras sobre las cuales se encastran costillas de sacrificio. Las “costillas de sacrificio” están en contacto con las placas de mármol (o cualquier material que se corte) y con el chorro de agua, por lo tanto, se deberán cambiar de forma periódica debido a que se desgastan a medida que la máquina realiza los cortes (el chorro de agua luego de cortar el material, continua su trayectoria y va gastando progresivamente estas costillas). La vida útil que dependerá de la utilización de la máquina, y luego de algún periodo de tiempo deberán ser reemplazadas por costillas de sacrificios nuevas.



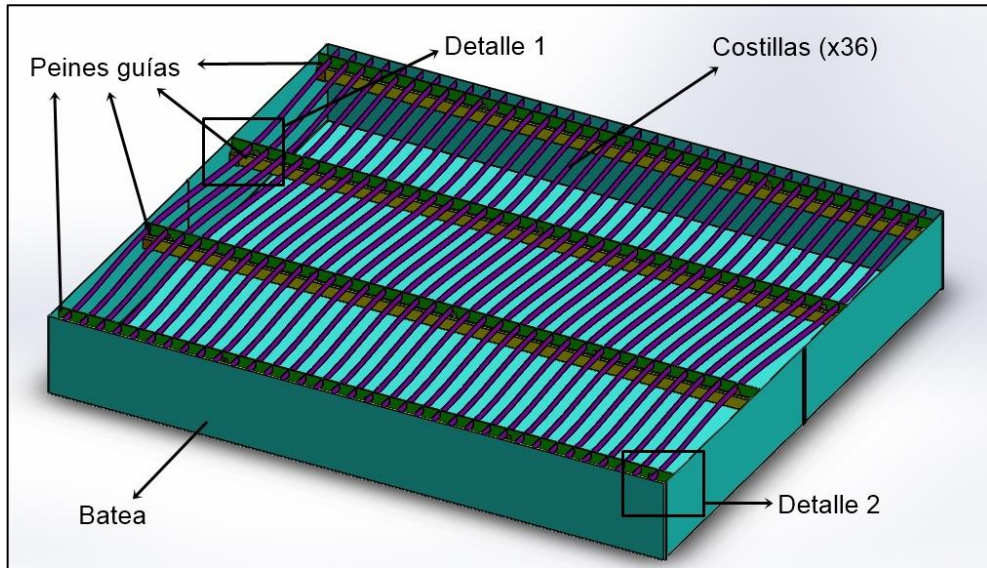


Ilustración 20- Batea (partes)

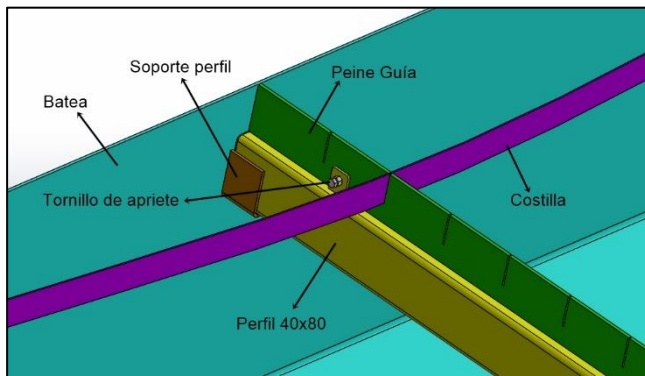


Ilustración 21- Batea (detalle 1)

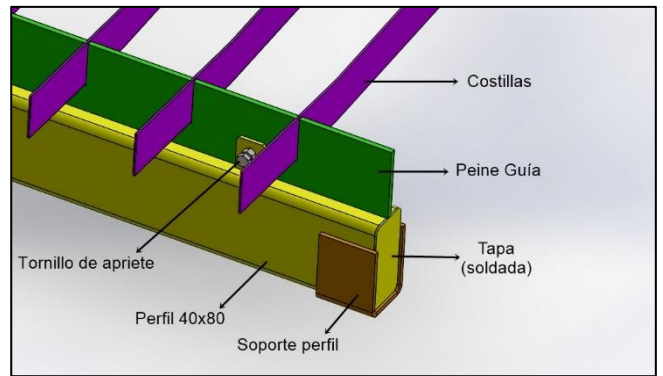


Ilustración 22- Batea (detalle 2)

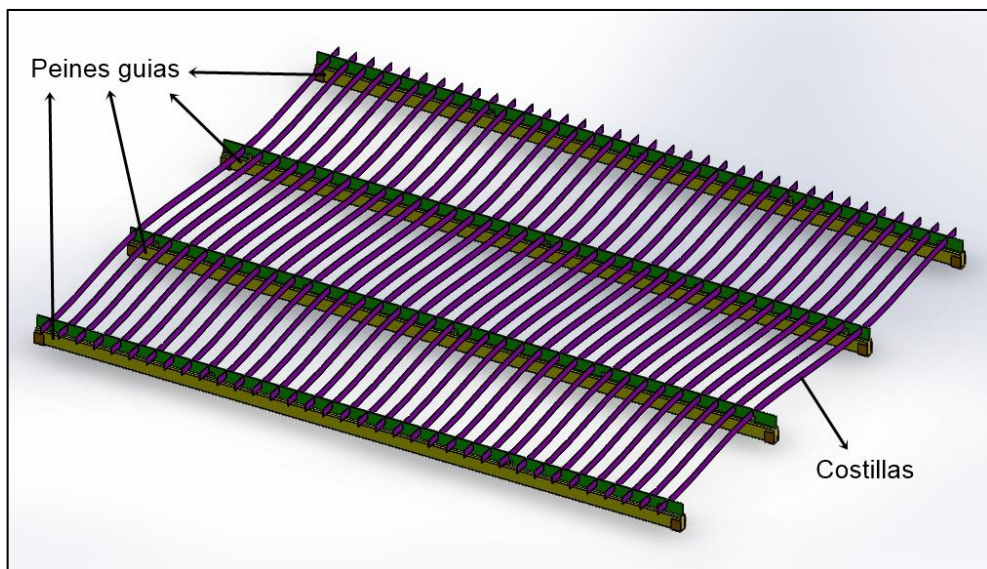


Ilustración 23- Batea (Costillas)

**Dimensionamiento Mesa (Batea-Bastidor)**

Para el diseño de la batea de contención del líquido utilizado en el corte por chorro de agua se partió en generar un modelo con las dimensiones necesarias para satisfacer los requerimientos del equipo propuesto, referenciándose en máquinas existentes en el mercado.

De acuerdo con esto se obtuvo el siguiente diseño preliminar de la batea, cabe destacar que éste es un diseño de prototipo y sirve solo como punto de partida, por lo cual a medida que vayan avanzando los cálculos irá sufriendo modificaciones (por lo que no se deben tomar las dimensiones y componentes como los utilizados para el diseño final):

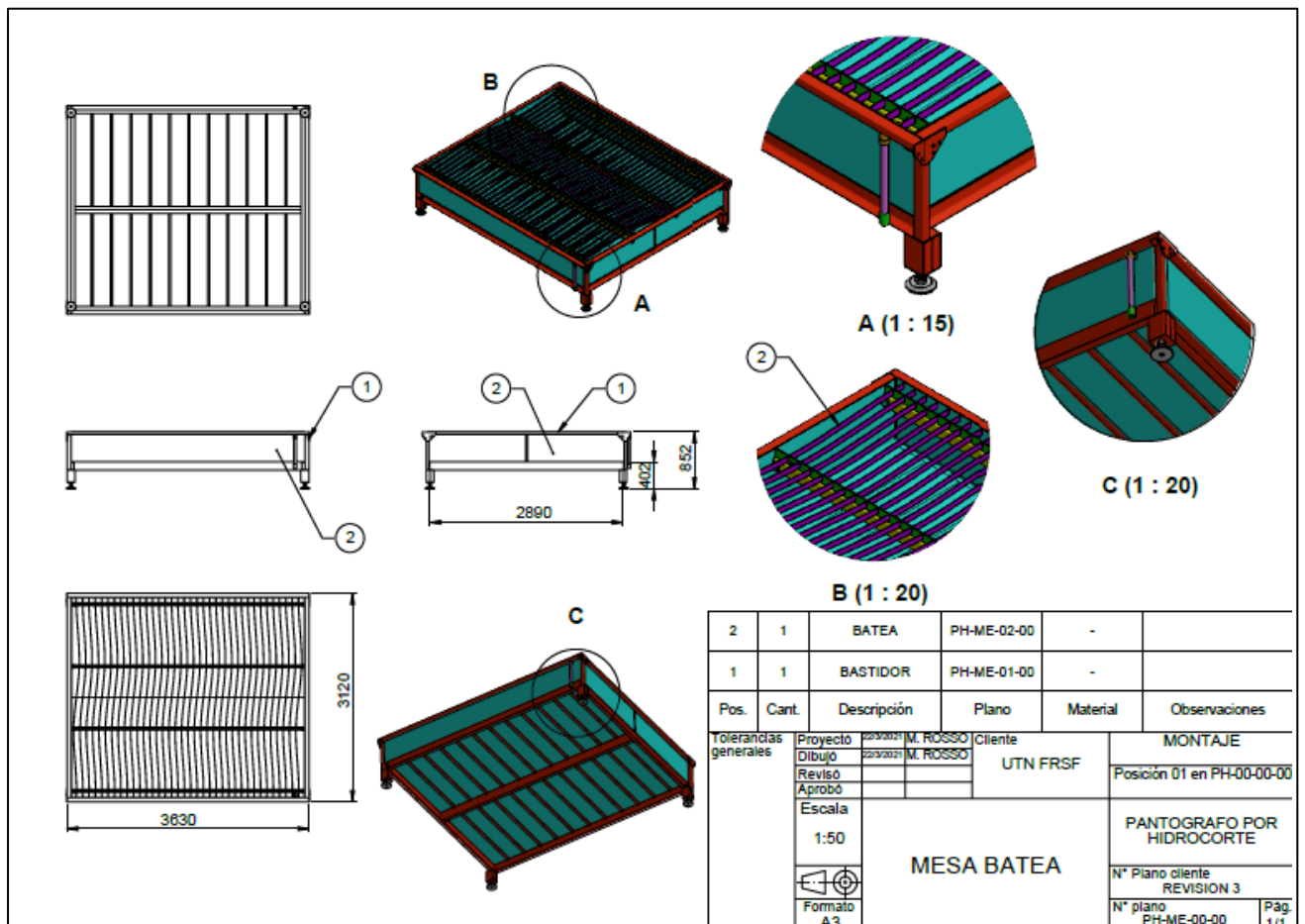


Ilustración 24- Planos esquemáticos Mesa-Batea (ver "anexo 6- Planimetría")

Una vez realizado el diseño preliminar, se deben establecer espesores de chapa, verificar y optimizar los materiales que componen la estructura. Para tal tarea se hará uso del "MANUAL DE RECIPIENTES A PRESIÓN de Megyesy" el cual utiliza los procedimientos y fórmulas de diseño basado en las normas de "ASME Code for Pressure Vessels", sección VIII, división 1, y además se hará uso de la norma mencionada para obtener valores y coeficientes de materiales.

Adicionalmente se realizará un análisis MEF (Método de Elementos Finitos) utilizando el mismo programa de diseño para contrastar resultados.

### Marco teórico

El marco teórico utilizado para estos cálculos se encuentra en el capítulo "TANQUES RECTANGULARES sometidos a presión hidrostática", la notación utilizada es la siguiente:

$\alpha$  = Factor que depende de la relación de la longitud a la altura del tanque,  $H/L$  (Gráfica pág. 183)

$A$  = Área requerida de sección transversal del tirante,  $pulg^2$

$a$  = paso horizontal,  $pulg$

$b$  = paso vertical,  $[pulg]$

$E$  = Módulo de elasticidad,  $lb/pulg^2$ ; 30.000.000 para acero al carbono

$G$  = Gravedad específica del líquido

$I$  = Momento de inercia,  $pulg^4$

$l_{sL}$  = Distancia máxima entre soportes a lo largo,  $pulg$

$l_{sB}$  = Distancia máxima entre soportes a lo ancho,  $pulg$

$l_a$  = Distancia entre atiesadores,  $pulg$

$L$  = longitud del tanque,  $pulg$

$H$  = Altura del tanque,  $pulg$

$R$  = Reacción, con subíndices la ubicación,  $lb/pulg$

$S$  = Valor de esfuerzo de la placa,  $lb/pulg^2$ , como aparece tabulado en la norma, tablas UCS-23

$t$  = espesor de placa requerido,  $pulg$

$p$  = presión del líquido,  $lb/pulg^2$

$w$  = carga por unidad de longitud,  $lb/pulg$

$W$  = carga,  $lb$

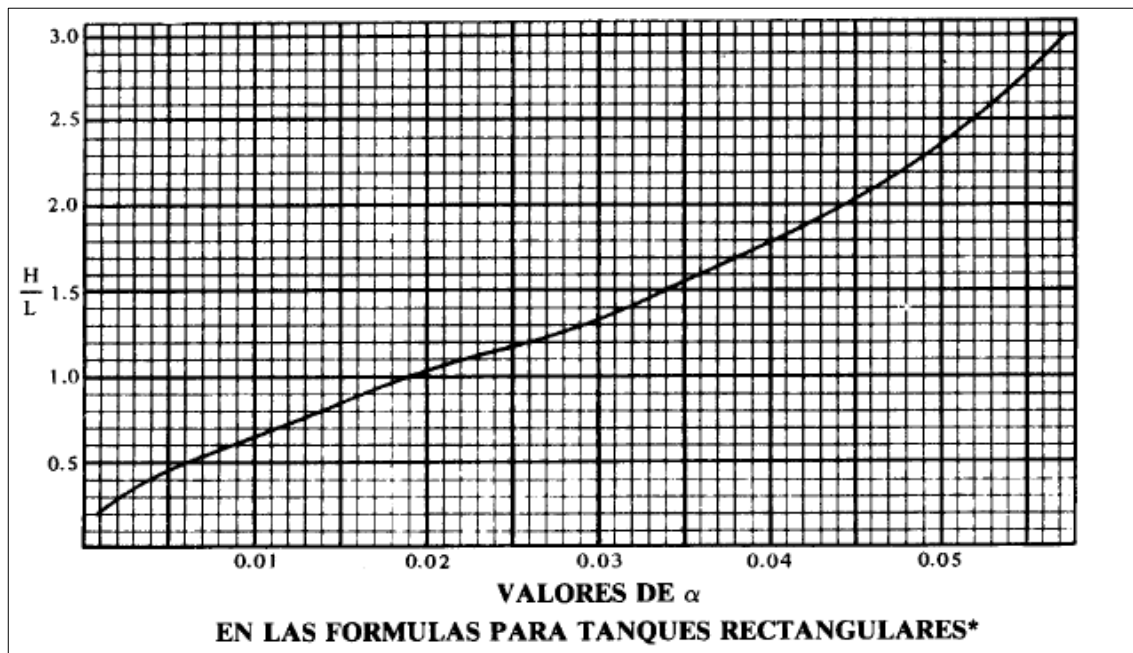


Ilustración 25- Valor de  $\alpha$  (Alfa) "MANUAL DE RECIPIENTES A PRESIÓN de Megyesy"

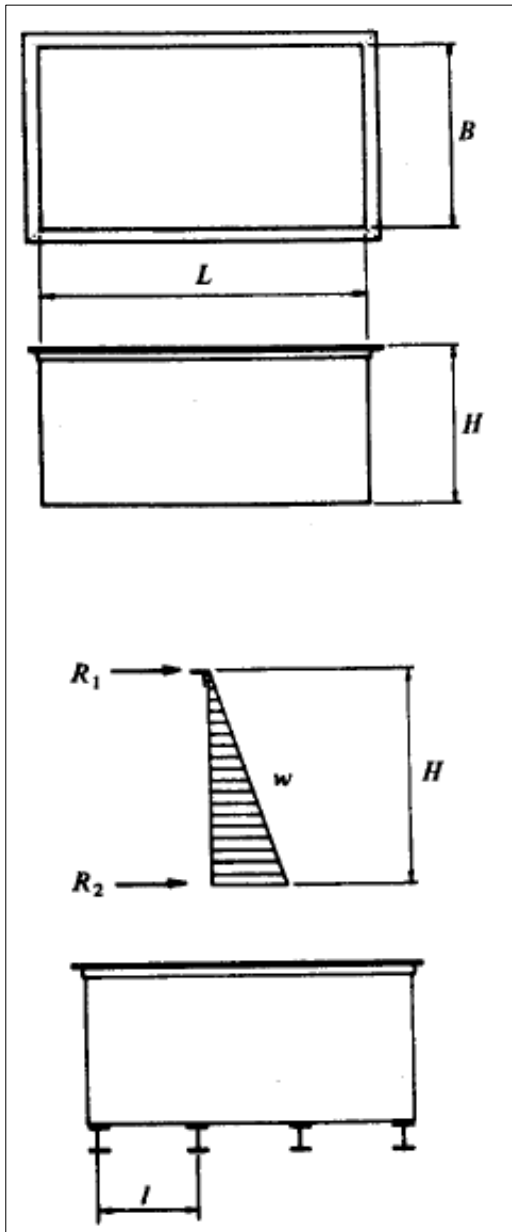


Ilustración 26- Tanque rectangulares sometidos a presión

- Espesor de Placa requerido

$$t = 2.45 L \sqrt{\frac{\alpha H 00.36 G}{S}}$$

- Bastidor de Atiezamiento

$$w = \frac{0.036 G H^2}{2} \quad R_1 = 0.3w \quad R_2 = 0.7w$$

Momento de Inercia Mínimo requerido

$$I_{\min} = 1.25 \frac{R_1 L^3}{E}$$

- Placa de fondo cuando está soportada en vigas

$$t = \frac{l}{1.254 \sqrt{\frac{S}{00.36 G H}}}$$

Separación máxima de soportes para un espesor de fondo dado

$$l = 1.254 t \sqrt{\frac{S}{00.36 G H}}$$

- Atiezadores Verticales

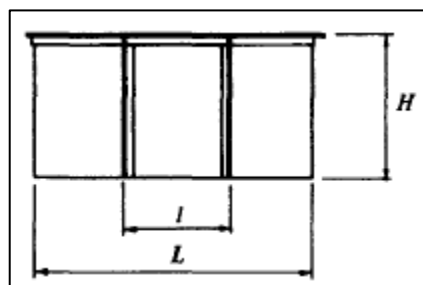


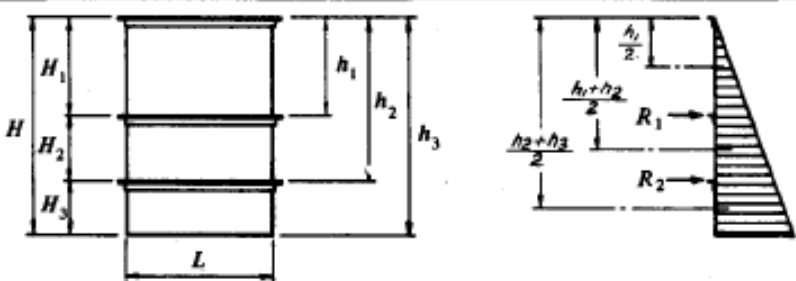
Ilustración 27- Tanque rectangular con atiezadores verticales



DISTANCIA ENTRE ATIESADORES	MODULO DE SECCIÓN REQUERIDO DEL ÁREA, $l \times H$
$l = 0.455 t \sqrt{\frac{1}{\alpha} \frac{S}{0.036 G H}}$	$Z = \frac{l 0.036 G H^3}{16 S}$
CARGA QUE ACTUA SOBRE EL AREA $l \times H$	MODULO DE SECCIÓN DE LA PLACA DEL TANQUE
$w = \frac{0.036 G l H^2}{2}$	$Z = \frac{l t^2}{6}$

Tabla 5- Tanque rectangular con atiesadores verticales

- Atiesadores Horizontales



NUMERO QUE SE REQUIERE DE ATIESADORES	Cuando H (en pulgadas) =					
	60-84	84-120	120-156	> 156		
	1	2	3	4		
SEPARACION ENTRE LOS ELEMENTOS ATIESADORES		$H_1$	$H_2$	$H_3$	$H_4$	$H_5$
	1	$0.60 H$	$0.40 H$			
	2	$0.45 H$	$0.30 H$	$0.25 H$		
	3	$0.37 H$	$0.25 H$	$0.21 H$	$0.17 H$	
	4	$0.31 H$	$0.21 H$	$0.18 H$	$0.16 H$	$0.14 H$
CARGA, lb/pulg	$w = \frac{0.036 G h^2}{2}$					
MOMENTO DE INERCIA MINIMO PARA LOS ATIESADORES	$I = 1.25 R \frac{L^3}{E}$ en donde $R = 0.7 w$					
ESPESOR DE PLACA REQUERIDO	$t = 2.45 L \sqrt{\alpha_n \frac{P_n}{S}}$					

Ilustración 28- Tanque rectangular con atiesadores horizontales



Transcripción de las fórmulas para una mejor visualización:

CARGA	$w = \frac{0.036 G h^2}{2}$
MOMENTO DE INERCIA MINIMO PARA LOS ATIESADORES	$I = 1.25 R \frac{L^3}{E}$ en donde $R = 0.7 w$
ESPESOR DE PLACA REQUERIDO	$t = 2.45 L \sqrt{\alpha_n \frac{p_n}{S}}$

Ilustración 29- Tanque rectangular con atiesadores horizontales

### Cálculo de la batea

Se calculará el espesor de chapa para el ancho, largo y piso, unificando luego el espesor para que la fabricación sea más económica.

#### Datos:

El material a utilizar en todo el equipo será acero de bajo carbono, utilizando como base de cálculo el acero de calidad F-22, proporcionando el siguiente mínimo desempeño mecánico (IRAM-IAS U 500-42):

- $\sigma_{rot} = 310 MPa$
- $\sigma_{fl} = 205 MPa$
- $E = 205 GPa$

Se utilizará un factor de cálculo de  $\eta_{cal} = 2.5$  por lo que el esfuerzo admisible en la placa será:

$$S = \frac{\sigma_{fl}}{2.5} = \frac{205 MPa}{2.5} = 82 MPa$$

Las dimensiones de la cuba a calcular fueron definidas en el diseño preliminar:

- $H = 450 mm$  (17,72 pulg)
- $L = 3500 mm$  (137,80 pulg)
- $B = 3000 mm$  (118,11 pulg)
- Densidad del agua  $G_{agua} = 1 tn/m^3$
- Densidad granate "mesh 80", mojado  $G_{granate} = 4,1 tn/m^3$
- Densidad media (desarrollo):

La cuba o tanque rectangular contendrá dos sustancias, las cuales son arena de granate y agua, la mezcla llenará el recipiente hasta el borde, evitándose el rebalse mediante aliviadores.

Físicamente, lo que nos dice la mecánica de los fluidos es que no se debe calcular una densidad media cuando se trata de líquidos no solubles entre sí y que, por lo tanto, forman un sistema no homogéneo. Sin embargo, meramente con fines prácticos para realizar los cálculos se obtuvo, a partir de un balance de masas, un valor de densidad: G media. Esto es posible debido a que una vez calculada la G media, se compararon las curvas de presión reales con las ficticias (formadas por la Gmedia), y el valor de presión máximo obtenido con esta "G

media” es de 8,82 KPa, siendo el real 8,72 KPa. Al ser aproximadas estas entre sí, y un poco mayor la ficticia que la real podemos utilizarla en el método desarrollado por “MANUAL DE RECIPIENTES A PRESIÓN de Megyesy” y obtendremos resultados igualmente correctos con un margen de seguridad adicional.

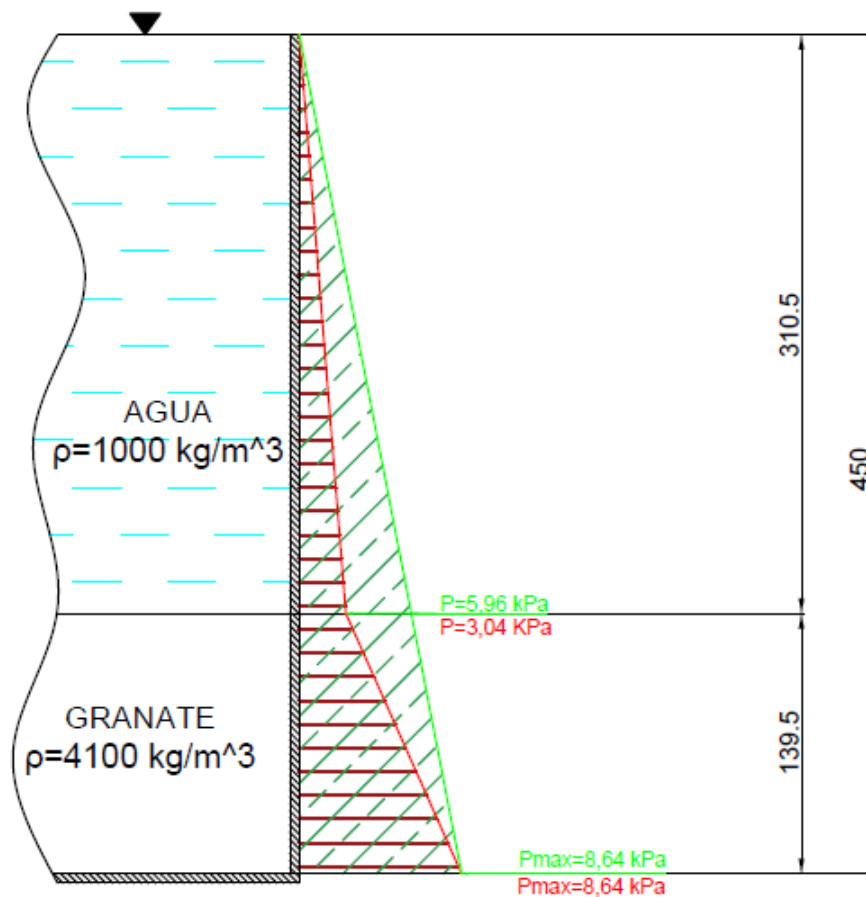
Para realizar el balance de masas se considerará un que el granate llegará a ocupar en el peor de los casos un 32% de la altura H. El 32% corresponde a 6 [tn] de granate, que es el máximo permitido dentro de la cuba, luego será necesario realizar un vaciado y limpieza de la cuba.

$$V_{total} = H * L * B \frac{1 m^3}{(1000 mm)^2} = 450 * 3500 * 3000 mm^3 \frac{1 m^3}{(1000 mm)^3} = 4,725 m^3$$

$$V_{granate} = \frac{m_{granate}}{G_{granate}} = \frac{6 [tn]}{4,1 [tn/m^3]} = 1,46 m^3$$

$$V_{agua} = V_{total} - V_{granate} = 4,725 m^3 - 1,46 m^3 = 3,26 m^3$$

$$G_{media} = \frac{V_{agua} * G_{agua} + V_{gran} * G_{agua}}{V_{total}} = \frac{3,26 * 1 + 1,46 * 4,1}{4,725} = 1,97 \frac{tn}{m^3} = 1970 \frac{kg}{m^3}$$



LEYENDA

--- Presiones reales

--- Presiones con una densidad media  $G = 1960 \text{ kg/m}^3$

Ilustración 30- Presiones en el interior de la cuba

**Bastidor de atieزامiento**

Basado en las fórmulas presentadas previamente se procedió a calcular con una hoja de cálculos de Excel la inercia necesaria para el bastidor de atieزامiento (el superior)

<b>Bastidor de atieزامiento</b>			
Carga por unidad de longitud	w	11,074	[lb/pulg]
Reaccion superior	R_1	3,322	[lb/pulg]
Reaccion Inferior	R_2	7,752	[lb/pulg]
<b>Inercia minima</b>	<b>I_min</b>	<b>0,365</b>	<b>[pulg<sup>4</sup>]</b>

Tabla 6- Inercia mínima - Bastidor de atieزامiento

La inercia mínima recomendada para el bastidor de atieزامiento es de  $I_{min}=0,365$  [pulg<sup>4</sup>]= 15,21 [cm<sup>4</sup>]. Una vez obtenido el valor de inercia mínima necesaria se procedió a buscar distintos tipos de perfiles en la tabla “CIRSOC – Perfiles Laminados y Tubos Estructurales”

<b>Opciones de perfiles</b>	
Perfil	Inercia [cm <sup>4</sup> ]
L 64x64x4,8	22,7
Tubo 60x60x1,6	21,0
<b>Tubo 60x40x1,6</b>	<b>15,12</b>
UPN 50X25	16,8

Tabla 7- Perfil seleccionado para Bastidor de atieزامiento

De las 4 opciones de perfiles seleccionados que se adaptan a nuestras necesidades se selecciona el perfil “Tubo 60x40x1,6”

**Espesor de chapa**

Formula que determina el espesor de la placa:

$$t = 2.45 L \sqrt{\frac{\alpha H 00.36 G}{S}}$$

Se considerarán dos opciones diferentes en los cuales “L” toma el valor del largo o del ancho de la batea. Según este valor cambiara no solo el valor de “L” en la formula, sino que también el de  $\alpha$ .

<b>SEGÚN EL LARGO (L)</b>		
H/L	0,129	
$\alpha$	0,001	
t	0,109	pulg
	<b>2,78</b>	<b>mm</b>

Tabla 8- Calculo Espesor mínimo de chapa según el largo (L)

Consideraciones:

-  $\alpha$ : Menor valor de la curva de la figura pág. 183 ya que H/L=0,13 está por debajo del primer punto

SEGÚN EL ANCHO (B)		
H/L	0,150	
$\alpha$	0,001	
t	0,094	pulg
	<b>2,38</b>	<b>mm</b>

Tabla 9- Calculo Espesor mínimo de chapa según el ancho (B)

Consideraciones:

-  $\alpha$ : Menor valor de la curva de la figura pág. 183 ya que H/L=0,15 está por debajo del primer punto

Se adoptará el espesor comercial inmediato superior, siendo la placa a utilizar una chapa de negra de 6000x1500 [mm] con un espesor de 3/16" (3,2 mm) ya que es una chapa comercial muy habitual y de gran oferta en el mercado. Además, estos espesores presentan una buena capacidad de soldadura (se recomienda un mínimo de 3 mm), y debido a su longitud permite plegar formando las paredes, reduciendo las cantidades de soldaduras.

### Soporte del piso

Separación máxima entre soportes		
	[mm]	[pulg]
Espesor adoptado (t)	3,2	0,13
Separación Máxima (l_max)	268,51	10,57

Tabla 10- Separación máxima entre soportes

$$\text{Cantidad de travesaños según el largo} = \frac{L}{I_{max}} = \frac{3500}{269} = 14$$

$$\text{Cantidad de travesaños según el ancho} = \frac{B}{I_{max}} = \frac{3000}{269} = 12$$

Para ambos casos se necesita un total de 42 metros del perfil que se selección para fabricar el total de los refuerzos. Se opta por realizar una separación a lo largo ya que esta disposición permite un mejor aprovechamiento de las barras, dividiendo a la mitad se obtiene cada tramo sin desperdicio.

Para calcular la inercia necesaria de los refuerzos primero calculamos el peso del líquido+granate sobre el piso.

$$P_{total} = Vol_{tanque} * G_{media} * g$$

- g=gravedad= 9,8m/s<sup>2</sup>

Peso sobre el piso		
A_base	10,50	m <sup>2</sup>
V_tanque	4,73	m <sup>3</sup>
<b>P_total</b>	<b>90763,54</b>	<b>N</b>

Tabla 11- Peso sobre el piso de la cuba

Luego se calcula la inercia necesaria, tanto para los perfiles longitudinales como los transversales.

Sección del perfil de los soportes del piso						
	Según el largo (L)			Según el ancho (B)		
Carga lineal en cada metro transversal de long	q_L	8644,15	N/m	q_B	1080,52	N/m
Flecha máxima admisible L/500 ó B/500	F_max	0,0070	m	F_max	0,0030	m
Inercia mínima del perfil	I_min L	0,00000235	m <sup>4</sup>	I_min B	0,000000232	m <sup>4</sup>
		<b>235,40</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>		<b>2,32</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>

Tabla 12- Inercia mínima para perfiles de soporte del piso

Consideraciones según el largo:

- $q_L = \frac{P_{total}}{3 \cdot L}$  ; se divide por 3 debido a que se considera la carga distribuida en 3 apoyos longitudinales
- $F_{max} = \frac{L}{500}$  ;
- $I_{min} = \frac{Q_L \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot F_{max}}$  ; se considera el perfil como doblemente empotrado con carga uniforme distribuida

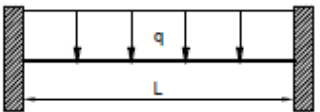
	Extremos empotrados y carga uniformemente repartida (hiperestático).	$\frac{q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$
---	--	---

Tabla 13- Viga doblemente empotrada (flecha)

Consideraciones según el ancho:

- $q_B = \frac{P_{total}}{14 \cdot 2 \cdot L}$  ; se divide por 14 debido a que se considera la carga distribuida en 14 apoyos longitudinales (separación máx. entre soportes); se divide por 2 debido a que a la mitad de la longitud transversal existe un apoyo longitudinal
- $F_{max} = \frac{B \cdot 0,5}{500}$  ; Se multiplica por 0,5 ya que la longitud del refuerzo será la mitad del ancho de la batea
- $I_{min} = \frac{Q_B \cdot B^4}{384 \cdot E \cdot F_{max}}$  ; se considera el perfil como doblemente empotrado con carga uniforme distribuida

La inercia mínima recomendada para los refuerzos longitudinales es de **I<sub>min</sub> = 235,4 [cm<sup>4</sup>]** y, para los refuerzos transversales es de **I<sub>min</sub> = 2,32 [cm<sup>4</sup>]**. Una vez obtenido el valor de inercia mínima necesaria para cada refuerzo se comparan distintos tipos de perfiles en la tabla "CIRSOC – Perfiles Laminados y Tubos Estructurales"

Selección de los perfiles		
	Perfil	Inercia [cm <sup>4</sup> ]
LONG 3500 (Largo) CANT 3	40X140X3,2	234,1
	<b>UPN 120</b>	<b>364</b>
	IPN 120	328
LONG 1500 (Ancho) CANT 13	40X20X1,6	3,43
	Perfil T 38x38x3,2	2,84
	<b>Perfil L 38x38x3,2</b>	<b>3,11</b>
	Perfil L 32x32x4,8	2,58
	UPN 40X20X5	7,58

Tabla 14- Selección de perfil para soportar la cuba

De las opciones de perfiles seleccionados que se adaptan a nuestras necesidades elegimos el perfil “UPN 120” para los refuerzos longitudinales y el “Perfil L 38x38x3,2” para los refuerzos transversales.

Por cuestiones de diseño, el refuerzo central estará compuesto por 2 perfiles “UPN 120” enfrentados y soldados entre sí, dejando la cara lisa de la sección hacia los costados. Esto nos brindara mayor facilidad a la hora de soldar los refuerzos “Perfil L 38x38x3,2” transversales

**Atiezos**

- Atiezos verticales

$$l = 0.455 t \sqrt{\frac{1}{\alpha} \frac{S}{0.036 G H}} = 317,2 [pulg] = 8056 [mm]$$

Como se puede ver, la distancia mínima entre atiezos verticales es mayor que la longitud, por lo que se puede no es necesario colocarlos

- Atiezos Horizontales

Debido a que la altura del tanque es de 20 pulgadas, 40 pulgadas más bajo de lo recomendado para colocar un atiezador horizontal extra, no se le colocaran atiezos horizontales

- Tirantes

La función principal de los tirantes es soportar los peines donde encastran las costillas, sobre las cuales se apoya el material a cortar. Pero además de cumplir dicha función, aportaran mayor rigidez a la batea.

Los tirantes se ven sometidos a una carga de tracción debida a la presión hidrostática del líquido y a una flexión producto del peso de las costillas y de la chapa a cortar (esta última debe considerar un factor de carga dinámica de al menos 2 al ser apoyada)

Carga sobre cada tirante								
l_cost	3000,00	[mm]	l_peine	3490,00	[mm]	P_chapa	3920,00	[N]
h_cost	40,00	[mm]	h_peine	64,00	[mm]	F_dinam	2,00	(Factor dinámico)
t_cost	2,00	[mm]	t_peine	5,00	[mm]	δ_acero	7800,00	[kg/m <sup>3</sup> ]
n_cost	35,00	-	n_peines	4,00	-	P_total	8823,57	[N]
P_cos uni	18,35	[N]	P_peine uni	85,37	[N]	F_en tirante	2205,89	[N]
P_cos tot	642,10	[N]	P_peine tot	341,47	[N]	<b>q_tirante</b>	<b>632,06</b>	<b>[N/m]</b>

Tabla 15- Carga sobre tirantes

**Consideraciones**

- l<sup>elemento</sup>: Longitud de cada elemento
- h<sup>elemento</sup>: Altura de cada elemento

- $t^{\text{elemento}}$ : Espesor de cada elemento
- $n^{\text{elemento}}$ : Numero de cada elemento
- $P^{\text{elemento}}$ : Peso de cada elemento (o del total de ellos)
- $F^{\text{dinam}}$ : factor dinámico de la carga
- $\delta^{\text{acero}}$ : densidad del acero
- $F_{\text{en tirante}}$ : Fuerza aplicada sobre cada tirante ( $P_{\text{total}}/\text{cantidad de tirantes}$ )
- $Q_{\text{tirante}}$ : Carga distribuida en cada tirante ( $F_{\text{en tirante}}/\text{largo del tirante}$ )

Inercia del tirante		
$f_{\text{max adm}} = (L/750)$	4,65	[mm]
$I_{\text{min}}$	0,000000256	[m <sup>4</sup> ]
	25,60	[cm <sup>4</sup> ]

Tabla 16- Inercia mínima para cada tirante

Consideraciones:

$$I_{\text{min}} = \frac{Q_L * L^4}{384 * E * F_{\text{max}}}$$

Se selecciona un perfil "Tubo 40x60x3,2" con una inercia de 26,59 [cm<sup>4</sup>] para utilizar como tirante.

### Pórtico

Para simplificar la explicación del diseño del pórtico, se seguirá un orden descendente empezando por el "eje Z", seguido por el "eje Y" hasta finalizar con el "eje X". Siendo éste el sentido de montaje de un conjunto sobre el otro, es decir, el "Eje Z" sobre el "Eje Y" y el "Eje Y" "sobre el "Eje X". Además, sobre el "Eje Y" se monta una tolva de alimentación de abrasivo.

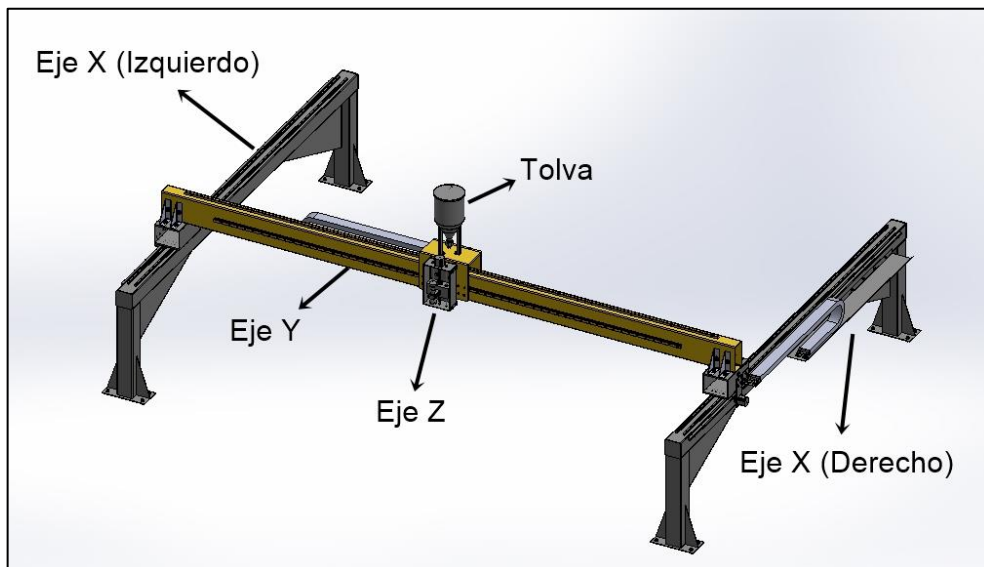


Ilustración 31- Pórtico



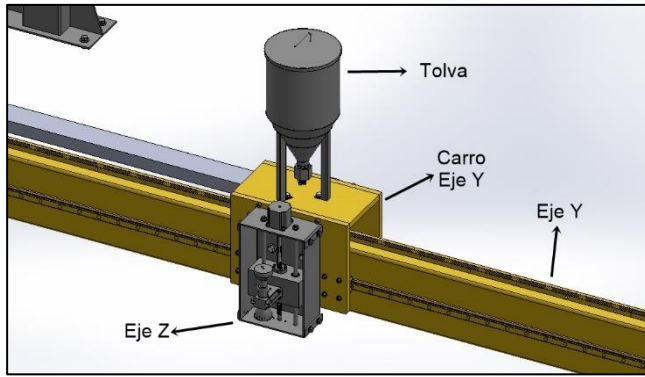


Ilustración 32- Pórtico (detalle 1)

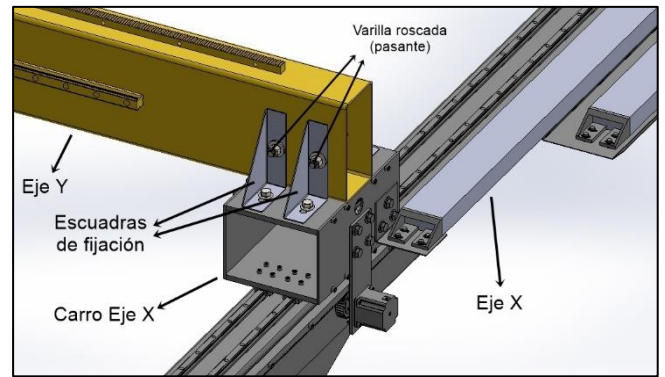


Ilustración 33- Pórtico (detalle 2)

## Eje Z

Este eje es el que soporta al inyector y puede variar su posición en forma vertical. El inyector es una de las piezas principales de la máquina, en él se produce la reducción de sección del chorro de agua (y, por lo tanto, aumento de velocidad) y la mezcla de agua con abrasivo, posteriormente se ampliará su funcionamiento.

El "Eje Z" Compuesto por una caja de chapa plegada y dos tapas atornilla a una de sus caras quedará abierta. En su interior se encuentran dos ejes laterales y un tornillo de bolas recirculantes central comandado por un motor paso a paso ubicado, por fuera, en la parte superior de la caja de chapa

Un macizo de acero se encuentra atravesado por los dos ejes guías y por el tornillo de bolas recirculantes. El macizo está mecanizado de tal manera que pueda alojar en su interior dos pares de rodamientos lineales (que estarán en contacto con los ejes guías) y una tuerca de bolas recirculantes en el centro que generara el movimiento vertical del inyector (adosado al macizo, por medio de una abrazadera) según rote el tornillo de bolas recirculantes en un sentido o en otro.

En la parte posterior de la caja se encuentran 4 ranuras para poder realizar la unión de del conjunto del "Eje Z" al "Eje Y" mediante 4 tornillos. Las ranuras tienen una forma oblonga para poder corregir pequeños errores de alineación en el momento del montaje.

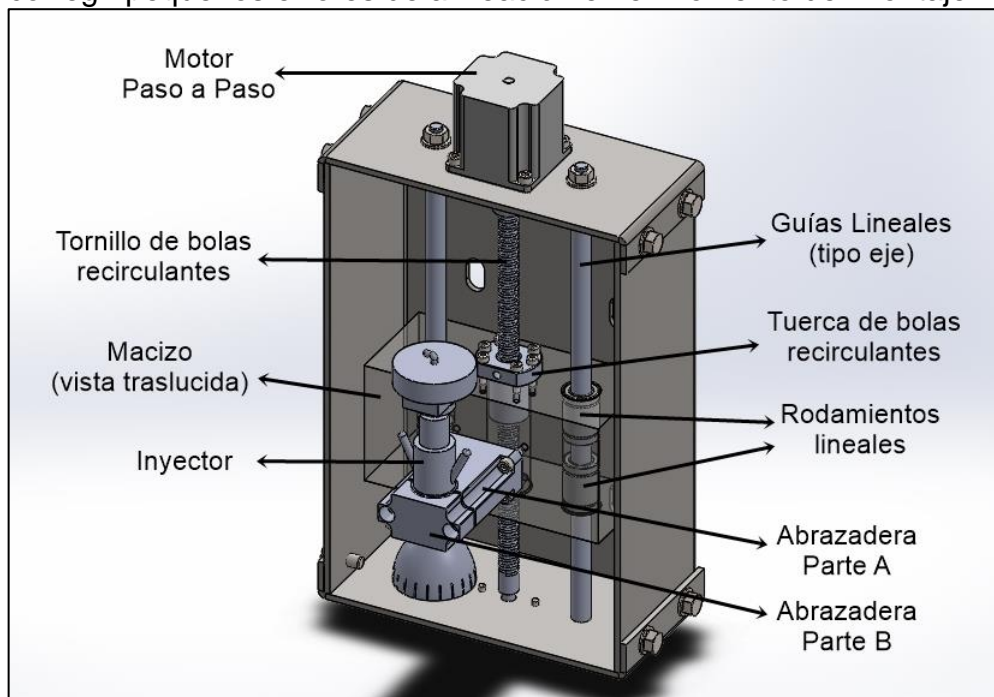


Ilustración 34- Eje Z



## Eje Y

Encargado de soportar el conjunto del “eje z” y de generar el movimiento horizontal del inyector en dirección transversal a la mesa

Constituido por un perfil de 4 metros de largo aproximadamente, sobre el cual se monta un carro de movimiento longitudinal.

Al perfil van atornillados dos guías lineales, una a cada lado, y una cremallera en la parte superior. De esta manera el carro de movimiento se une al perfil por medio de patines lineales adosados a dicho carro, y una rueda dentada se transforma el movimiento rotante generado por un motor paso a paso (ubicado por fuera del carro) en el movimiento lineal deseado.

El perfil apoya a cada lado sobre un carro del conjunto “Eje X” y esta sujetado mediante 4 pares de escuadras. Una varilla roscada cruza de lado a lado dos de las caras del perfil y un par de escuadras y, mediante pares de tuercas se ajustan las escuadras al perfil (ver imagen “Pórtico (detalle 2)”).

Las escuadras tienen agujeros oblongos en ambos lados, los de la posición vertical tienen la finalidad de evitar que el perfil apoye sobre la varilla roscada (esto podría pasar si el agujero es circular), y los de la posición horizontal tienen la finalidad de corregir pequeños errores de alineación al momento del montaje.

Además, en la parte posterior del perfil se le atornilla una chapa plegada, en la cual se apoyará una cadena porta cable, por donde pasará todo el cableado eléctrico necesario.

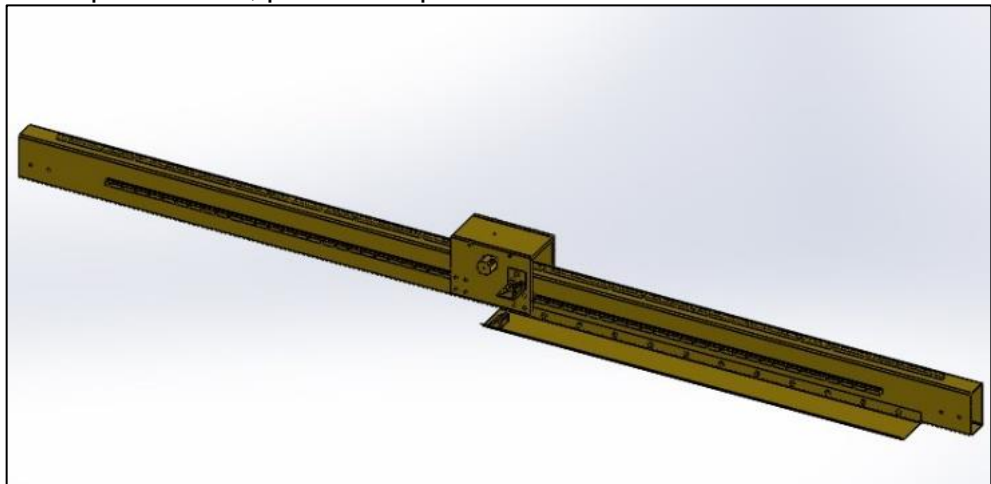


Ilustración 35- Eje Y

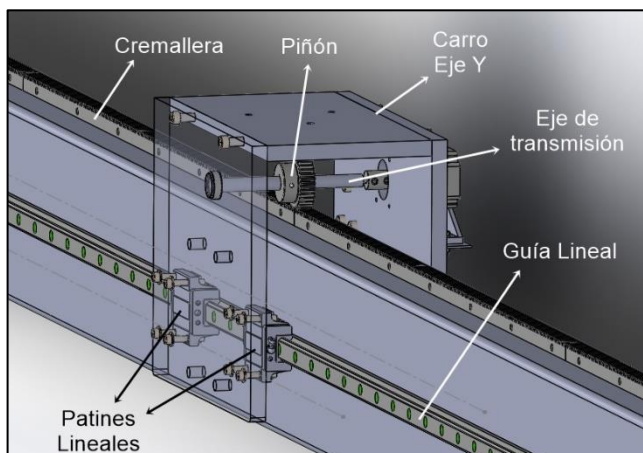


Ilustración 36- Eje Y (detalle 1)

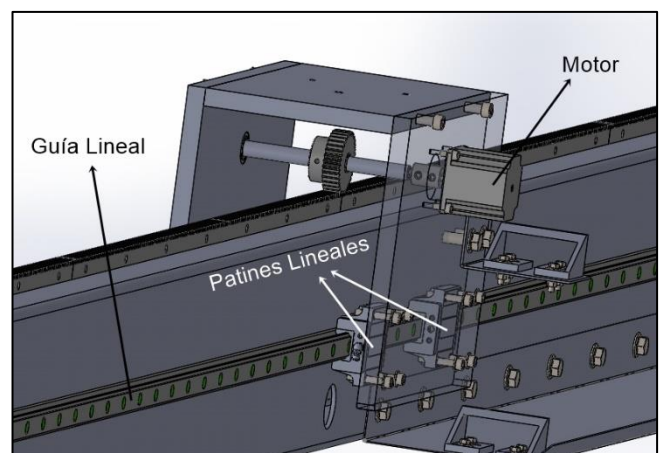


Ilustración 37- Eje Y (detalle 2)

### Dimensionamiento Perfil – Eje Y

Es el perfil guía más largo que tendrá la máquina, contara con una longitud aproximada de 4,0m. y es por donde se montaran las guías para que deslice el carro con el conjunto del eje “Z” con un peso aproximado de 100kg, en primera instancia

Se considero la utilización de un perfil de sección rectangular, con las dimensiones basadas en las “Tablas-Perfiles-CIRSOC”. Se fijó, a criterio personal, una flecha admisible de 1mm como máximo (0,025%).

En primera instancia seleccionamos un perfil “100x200x4”, material SAE 1020. Luego se calculó la flecha aproximada con una carga estimada en 100 [Kg], teniendo en cuenta que el perfil soporta la carga el carro del “Eje Y”, el “Eje Z” completo y la tolva que contiene el abrasivo.

Se tuvieron en cuenta las cargas de los componentes como puntual en el centro de la viga (condición más desfavorable) y una carga uniforme distribuida debida al peso propio del perfil.

La vinculación se simplifico al caso de una viga con los extremos empotrados, considerando que la viga se encuentra simplemente apoyada en los extremos, pero además se fija con pares de varillas roscadas.

Utilizando el “Principio de superposición de efectos” se calculó cada flecha por separado (una flecha por cada tipo de carga) y luego se sumaron ambas. A criterio personal se fijó una flecha admisible de 1mm, se considera que una flecha mayor a ésta podría afectar el desplazamiento del carro y, por lo tanto, la calidad del corte

Se utilizo la herramienta de hojas de cálculo de Excel, con el fin de obtener mayor practicidad en el caso que se deba realizar otra iteración.

Datos del material		Datos del perfil					
Material	Modulo de elasticidad	Perfil	Largo [mm]		Ix	Peso propio	
SAE 1020	E [N/mm <sup>2</sup> ]	100x200x4	4000	[cm <sup>4</sup> ]	1198,99	[Km/m]	18,014
	210000		-	[mm <sup>4</sup> ]	11989900	[N/mm]	0,18014

Tabla 17- Datos del perfil principal del Eje Y

Carga P [N]=	1000
Carga Q [N/mm]	0,180

Tabla 18- Cargas aplicadas sobre el perfil (Eje Y)

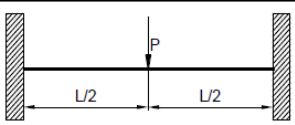
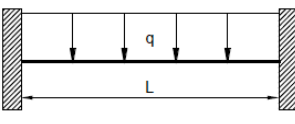
Calculo de la Flecha			
$f = f_1 + f_2$ . La flecha total es la resultante de a suma de la flecha debida a la carga puntal, mas la carga uniforme distribuida (Principio de Superposición de Efectos)			
	Extremos empotrados y carga concentrada en el punto medio de la luz (hiperestático)		$\frac{P \cdot L^3}{192 \cdot E \cdot I_x}$
	Extremos empotrados y carga uniformemente repartida (hiperestático).		$\frac{q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$
<b>f1 [mm]</b>	<b>f2 [mm]</b>	<b>f= f1+f2 [mm]</b>	Obs: Valor aceptable, dentro de los limintes
0,13	0,05	<b>0,18</b>	

Tabla 19- Calculo de la flecha generada en el perfil del Eje Y

Como se puede observar, el valor de la flecha está bastante por debajo del fijado como admisible (18% del admisible), con lo cual le da un gran margen de seguridad a la estructura.

Si bien se podría considerar la utilización de un perfil más chico, se decidió dejar el perfil considerado en primera instancia ya que sus dimensiones permiten la instalación más fácil de componentes y, por lo tanto, mayor simplicidad en el diseño.

- **Carga Limite:**

Una vez seleccionado el perfil se procedió a calcular la carga limite admisible, es decir, la carga con la cual se genera en el perfil la flecha fijada como admisible de 1[mm]

Con  $f_2=0,05$ [mm] la flecha admisible debida a la carga puntal es  $f_1=0,95$  aproximadamente

$$P_{adm} = \frac{f_1 \times 192 \times E \times I_x}{L^3} = \frac{0,95 \times 192 \times 210000 \times 5032900}{4000^3} = 3012,2 [N] = 301 [Kg]$$

Por lo tanto, 301 [kg] es la carga máxima, la que genera la flecha admisible propuesta.

## Eje X

Este eje es doble, es decir, se instala por duplicado: sobre cada uno de los extremos del eje Y. Soporta el peso de toda la estructura superior (eje Z e Y)

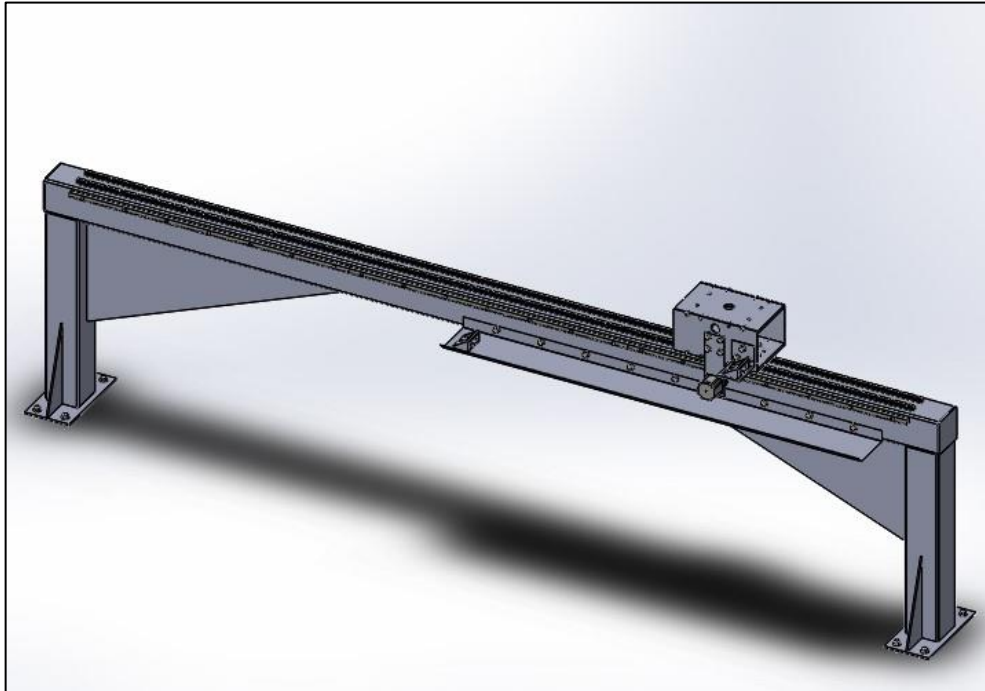


Ilustración 38- Eje X

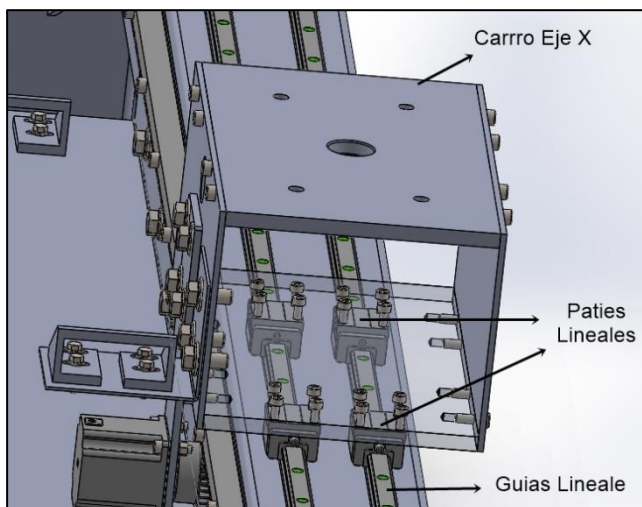


Ilustración 39- Eje X (detalle 1)

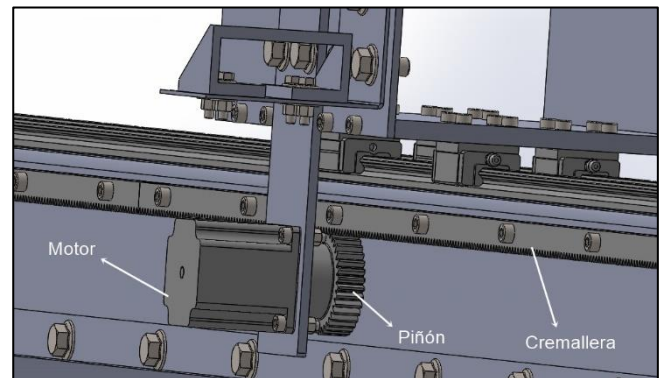


Ilustración 40- Eje X (detalle 2)

Compuesto de un carro de movimiento sobre el cual apoya el perfil del “eje Y”. Dicho carro tiene forma de cubo, armado a partir de chapas en los laterales y por macizos (chapas de mayor espesor) mecanizados de acero en la parte superior e inferior del mismo. Al macizo inferior se le adosan 2 pares de patines lineales encargados de guiar el movimiento del carro.

En uno de los laterales se instala un soporte para un motor PaP que lo posiciona en una parte inferior del carro, a éste se le acopla una rueda dentada que transmite su movimiento lineal al carro al rotar sobre una cremallera que se encuentra instalada en el lateral del perfil principal del “eje X”. Los dientes de la cremallera se encuentran ubicados hacia abajo, de esta

manera se evita el depósito de polvo y suciedad sobre la superficie en contacto con la rueda dentada

Al perfil principal se encuentran instaladas dos guías lineales en la parte superior, sobre las cuales se desplazan los pares de patines lineales antes mencionados. En sus externos del perfil se sueldan las patas las cuales deberán estar niveladas una respecto de otra, y al momento de la instalación deberán estar niveladas con el otro par de patas correspondiente al otro "eje X". Para solucionar la necesidad de la nivelación de este eje, se solicitará al cliente requerimientos específicos que deberá cumplir el piso sobre el cual estará instalada la máquina. Además, se podrán colocar chapas de suplemento entre las patas y el piso para lograr dicha alineación.

En el inferior de las patas se suelda una planchuela que sirve para distribuir el peso de toda la estructura en el piso. Entre los perfiles horizontales y el vertical se suelda una chapa ubicada "de canto" con el fin de aumentar la rigidez de la estructura.

### Patines y guías lineales (Eje X e Y)

En el análisis de tecnologías de movimiento disponibles se seleccionaron los patines tipo HGR para los Ejes X e Y

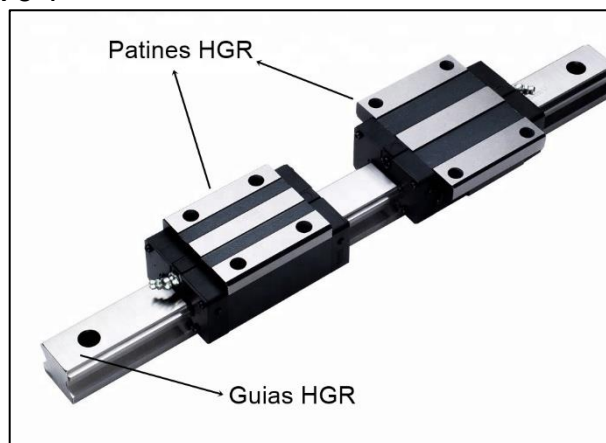


Imagen 14- Patines y guías HGR

Teniendo en cuenta que se estima una carga máxima de 300 [kg]  $\approx$  3 [kN] y, que en el diseño se prevé utilizar 8 patines que soporten esta carga máxima en los ejes "X" (4 por cada subconjunto), podemos decir que se desprecia la carga aplicada a los patines y no se realizara el cálculo de las sollicitaciones de estos.

Por lo tanto, la selección de los patines será solamente de acuerdo con el diseño deseado

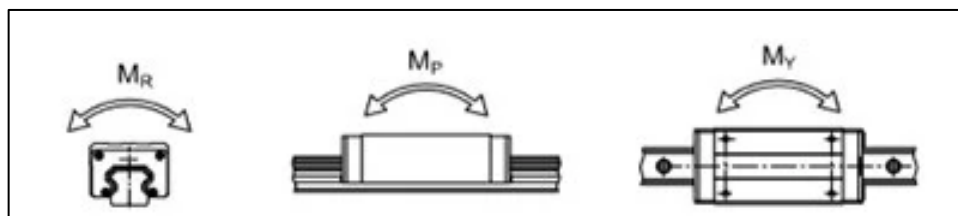


Ilustración 41- Momento aplicado a los patines HGR

Eje Y: HGW25CA KK\*

- Carga admisible: 52,82 [kN]
- Momentos admisibles:



- $M_r$ : 0,42 [kN-m]
- $M_p$ : 0,33 [kN-m]
- $M_y$ : 0,33 [kN-m]

Eje X: HGH15CA KK\*

- Carga admisible: 23,47 [kN]
- Momentos admisibles:
  - $M_r$ : 0,12 [kN-m]
  - $M_p$ : 0,10 [kN-m]
  - $M_y$ : 0,10 [kN-m]

\*El término "KK" significa que se seleccionan los modelos de patines con mayor protección contra la suciedad o polos (doble sello - sello inferior - raspador), este modelo impedirá con mayor eficiencia el ingreso de polvo en el interior del patín.

### Dimensionamiento y selección Motores Paso a Paso

Para llegar a la selección de un motor Paso a Paso que se adapte a nuestras necesidades, se deberá llegar a los valores de torque y RPM con los cuales deben contar los motores para cada eje de movimiento. Estos valores dependen directamente de la carga a mover (peso [kg]) y de las velocidades y aceleraciones con la cual se pretende generar el movimiento.

La velocidad que nos brinda el fabricante WaterJet (5000 mm/min) es la que se utilizará para el dimensionamiento, y será la correspondiente a la velocidad de desplazamiento "en vacío". En cuanto a el peso de la carga a mover, se determinará por calculo automático a partir del uso del software de diseño SolidWorks, el cual nos permite calcular el peso exacto de cada uno de los componentes al instante.

Los cálculos se basaron en el manual "*Motor Torque Calculation*" (Anexo 3) el cual se obtuvo de la página de la empresa LeadShine (es una empresa de tecnología líder dedicada al diseño, fabricación, comercialización y soporte de productos de control de movimiento fiables y asequibles basados en las últimas tecnologías de control")

Para agilizar los cálculos se trabajó mediante una hoja de cálculo de Excel

**Marco teórico**

Como se mencionó previamente, los cálculos se basaron en el manual "Motor Torque Calculation". A continuación, se expone un extracto del manual donde se visualizan las fórmulas utilizadas. De igual manera, al desarrollar el primer calculo será explicado para una mayor comprensión

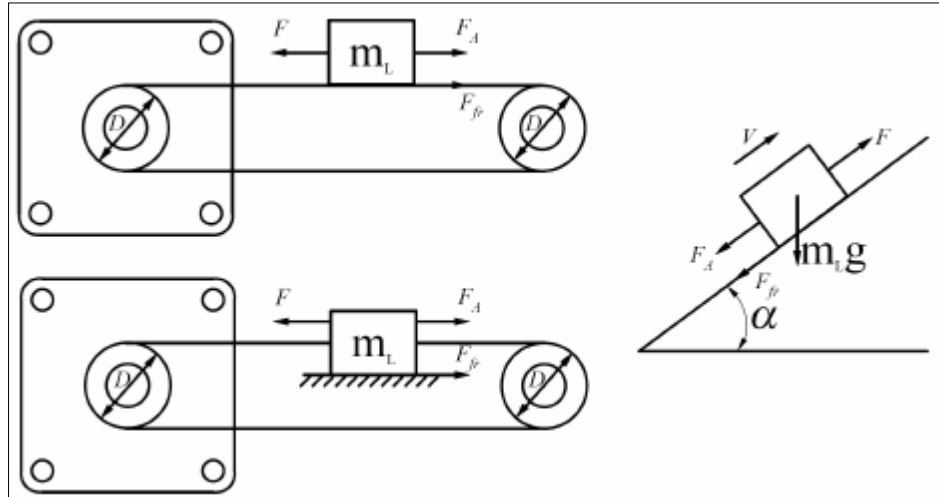


Ilustración 42- Carga aplicada a los motores PaP

<p><b>Inertia:</b></p> $J_L = \frac{1}{4} m_L D^2 \quad [kg \cdot m^2]$ $J_p = \frac{1}{8} m_p D^2 \quad [kg \cdot m^2] \text{ * (Remember to multiply by 2 if there 2 pulleys.)}$ $J_B = \frac{1}{4} m_B D^2 \quad [kg \cdot m^2]$ $J_T = J_L + J_p + J_B + J_M \quad [kg \cdot m^2]$ <p><b>Torque:</b></p> $T_a = J_T a = (J_L + J_p + J_B + J_M) \frac{\omega_1 - \omega_0}{t} \quad [N \cdot m]**$ $T_L = \frac{m_L g D (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{2\eta} \quad [N \cdot m]**$ $T_T = T_L + T_a \quad [N \cdot m]$ $T_M = K_S T_T \quad [N \cdot m]$	<p><math>J_L</math> – Inertia of the load [kg·m<sup>2</sup>]  <math>J_p</math> – Inertia of the pulley(s) [kg·m<sup>2</sup>]  <math>J_B</math> – Inertia of the belt [kg·m<sup>2</sup>]  <math>J_M</math> – Inertia of the motor [kg·m<sup>2</sup>]  <math>J_T</math> – Inertia of the system [kg·m<sup>2</sup>]  <math>m_L</math> – Weight of the load [kg]  <math>m_p</math> – Weight of the pulley [kg]  <math>m_B</math> – Weight of the belt [kg]  <math>D</math> – Diameter [m]  <math>\omega_0</math> – Initial velocity of the motor [rad/s]  <math>\omega_1</math> – Final velocity of the motor [rad/s]  <math>t</math> – Time for velocity change [s]  <math>T_a</math> – Acceleration torque [N·m]  <math>T_L</math> – Load torque [N·m]  <math>T_T</math> – Total calculation torque [N·m], <math>T_T = T_L + T_a</math>  <math>T_M</math> – Required motor torque [N·m], <math>T_M = K_S T_T</math>  <math>K_S</math> – Safety factor (Reference Value is 1.5 to 2.0.)  <math>\alpha</math> – Angle of inclination [°]  <math>\mu</math> – Frictional coefficient of sliding surfaces  <math>\eta</math> – Efficiency (Reference Value is 0.85 to 0.95.)  <math>g</math> – Gravity constant (9.8 m/s<sup>2</sup>)                  * This is for solid cylinder, and see page 1 for hollow cylinder.                  **Please use the max value(s) of the specific application.</p>
--	--

Tabla 20- Formulas para calcular el torque necesario de los motores PaP



**Eje X**

El diseño de este eje presenta dos motores, uno en cada extremo, por tal motivo se calculará 1(un) solo motor, dimensionado para mover la mitad de la carga total.

<b>Calculo de Cargas (motor del "Eje x")</b>				
	Partes			Total
Carga Eje Z [kg]	5,2	10,5	25	40,7
Carga Eje Y [kg]	72,1	25,2	9,8	107,056
Carga Eje X [kg]	2,8	4,2	4,2	11,2
<b>Total</b>				<b>Carga total</b>
				<b>158,956</b>
				<b>m<sub>i</sub></b>
				<b>79,478</b>

Tabla 21- Carga aplicada sobre los motores PaP (Eje X)

Consideraciones:

- Se tuvo en cuenta el conjunto "Eje x" completo: Caja exterior (5,2kg), Cubo macizo (10,5kg), tolva con abrasivo (25kg)
- Se tuvo en cuenta el conjunto "Eje Y" completo: Perfil(72kg), Laterales(25,2kg) y Techo(9,8kg)
- Se tuvo en cuenta solo el carro del "Eje X": Laterales (2,8kg), Techo (4,2kg) y Piso (4,2kg)
- La carga total se divide en dos, debido a que se utilizaran dos motores para generar el movimiento

<b>Calulo de RPM</b>	
Diametro Piñon [mm]	54
Vel de avance [mm/min]	5000
Avance por Rev [mm/rev]	170
<b>RPM</b>	<b>29</b>
$\omega$ [rad/seg]	<b>3,1</b>

Tabla 22- Calculo de RPM motores PaP (Eje X)

Consideraciones:

- Diámetro primitivo del piñón seleccionado 54mm
- Vel de avance de referencia la bridada por WaterJet (5000 mm/min) ésta será la velocidad de movimiento en vacío
- Avance por revolución= "2 x  $\pi$  x radio"
- RPM:  $RPM = \frac{Vel\ de\ avance}{Avance\ por\ rev}$
- Velocidad Angular:  $\omega = \frac{RPM * 2 * \pi}{60}$

<b>Datos adicionales, necesarios para el calculo</b>	
t: Tiempo de aceleracio/desaceleracion [s]	1
$\eta$ : Rendimiento de la transmision	0,9
$\mu$ : Coeficiente de fricción	0,004
$\alpha$ : Inclination de la carga [°]	0
g: Gravedad [m/s <sup>2</sup> ]	9,8

Tabla 23- Datos para dimensionar los motores PaP (Eje X)

Consideraciones:

- $t$ = Este dato es necesario para calcular el torque de aceleración
- $\eta$ = Rendimiento de la transmisión "piñón-Cremallera"
- $\mu$ = Valor obtenido de "Manual Hiwin "Linear Guideway", pág.: 9"
- $\alpha$ = Inclinación de la carga respecto a la horizontal

Calculo del torque necesario		
Inercias	Inercia de la carga [kg m <sup>2</sup> ]	0,058
	Inercia de las poleas [kg m <sup>2</sup> ]	0
	Inercia de la correa [kg m <sup>2</sup> ]	0
	Inercia del motor [kg m <sup>2</sup> ]	0
	Inercia Total [kg m <sup>2</sup> ]	0,058
Torque	Torque de aceleracion [N m]	0,179
	Torque de la carga [N m]	0,093
	Torque TOTAL [N m]	0,272
	<b>Torque requerido por el motor [N m]</b>	<b>0,545</b>

Tabla 24- Torque necesario de motores PaP (Eje X)

Consideraciones

- Inercia de las cargas  $J_L = \frac{1}{4} m_L D^2$
- Inercia de las poleas: se desprecia
- Inercia de las Correa: no existe
- Inercia del motor: se desprecia
- Torque de aceleración:  $T_a = J_T a$ 
  - $T_a$ = Torque de aceleración
  - $J_T$ = Inercia total
  - $a$ = Aceleración  $a = \frac{\omega_1 - \omega_0}{t}$ . Se toma  $\omega_1 = \omega$ ;  $\omega_0 = 0$ ;  $t = 1 \text{ seg}$
- Torque de la carga:  $T_L = \frac{m_L g D (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{2\eta}$ 
  - $m_L$ : Masa de la carga
  - $g$ : gravedad
  - $D$ : Diámetro (piñón)
  - $\eta$ : Rendimiento de la transmisión
- Torque total:  $T_T = T_L + T_a$
- Torque requerido por el motor  $T_M = K_s T_T$ 
  - $K_s$ : Factor de seguridad: se tomó un factor  $K_s=2$

### Eje Y

Siguiendo la lógica de cálculo para el eje anterior, calculamos el motor para el "Eje Y" pero teniendo en cuenta que éste debe mover menos componentes, por lo tanto, menor peso.

A continuación, se presentan los cuadros donde se realizaron los cálculos, con sus consideraciones correspondientes.

Calculo de Cargas (motor del "Eje y")				
	Partes			Total
Carga Eje Z [kg]	5,2	10,5	25	40,7
Carga Eje Y [kg]		25,2	9,8	35
Carga Eje X [kg]	0	0	0	0
<b>Total</b>			<b>Carga total</b>	<b>75,7</b>
			<b>m<sub>i</sub></b>	<b>75,7</b>

Tabla 25- Cargas aplicadas sobre motor PaP (Eje Y)

Consideraciones:

- Se tuvo en cuenta el conjunto "Eje x" completo: Caja exterior (5,2kg), Cubo macizo (10,5kg), tolva con abrasivo (25kg)
- Se tuvo en cuenta el conjunto "Eje Y" completo: Laterales(25,2kg) y Techo(9,8kg)

Calulo de RPM	
Diametro Piñon [mm]	54
Vel de avance [mm/min]	5000
Avance por Rev [mm/rev]	170
<b>RPM</b>	<b>29</b>
$\omega$ [rad/seg]	<b>3,1</b>

Tabla 26- Calculo de RPM motores PaP (Eje Y)

Datos adicionales, necesarios para el calculo	
t: Tiempo de aceleracio/desaceleracion [s]	1
$\eta$ : Rendimiento de la transmision	0,9
$\mu$ : Coeficiente de fricción	0,004
$\alpha$ : Inclination de la carga [°]	0
g: Gravedad [m/s <sup>2</sup> ]	9,8

Tabla 27- Datos para dimensionar los motores PaP (Eje Y)

Calculo del torque necesario		
Inercias	Inercia de la carga [kg m <sup>2</sup> ]	0,055
	Inercia de las poleas [kg m <sup>2</sup> ]	0
	Inercia de la correa [kg m <sup>2</sup> ]	0
	Inercia del motor [kg m <sup>2</sup> ]	0
	Inercia Total [kg m <sup>2</sup> ]	0,055
Torque	Torque de aceleracion [N m]	0,170
	Torque de la carga [N m]	0,089
	Torque TOTAL [N m]	0,259
	<b>Torque requerido por el motor [N m]</b>	<b>0,519</b>

Tabla 28- Torque necesario de motores PaP (Eje Y)

**Eje Z**

Siguiendo la lógica de cálculo para el eje anterior, calculamos el motor para el "Eje Z" pero teniendo en cuenta que éste debe mover menos componentes, por lo tanto, menor peso.

A continuación, se presentan los cuadros donde se realizaron los cálculos, con sus consideraciones correspondientes

Calculo de Cargas (motor del "Eje z")					
	Partes				Total
Carga Eje Z [kg]	5,2	10,5			15,7
Carga Eje Y [kg]	0	0	0	0	0
Carga Eje X [kg]	0	0	0		0
<b>Total</b>				<b>Carga total</b>	<b>15,7</b>
				$m_i$	<b>15,7</b>

Tabla 29- Cargas aplicadas sobre motor PaP (Eje Z)

Calulo de RPM	
Diametro Piñon [mm]	54
Vel de avance [mm/min]	5000
Avance por Rev [mm/rev]	170
<b>RPM</b>	<b>29</b>
$\omega$ [rad/seg]	<b>3,1</b>

Tabla 30- Calculo de RPM motores PaP (Eje Z)

Datos adicionales, necesarios para el calculo	
t: Tiempo de aceleracio/desaceleracion [s]	1
$\eta$ : Rendimiento de la transmision	0,9
$\mu$ : Coeficiente de fricción	0,004
$\alpha$ : Inclination de la carga [°]	0
g: Gravedad [m/s <sup>2</sup> ]	9,8

Tabla 31- Datos para dimensionar los motores PaP (Eje Z)

Calculo del torque necesario		
Inercias	Inercia de la carga [kg m2]	0,011
	Inercia de las poleas [kg m2]	0
	Inercia de la correa [kg m2]	0
	Inercia del motor [kg m2]	0
	Inercia Total [kg m2]	0,011
Torque	Torque de aceleracion [N m]	0,035
	Torque de la carga [N m]	0,018
	Torque TOTAL [N m]	0,054
	<b>Torque requerido por el motor [N m]</b>	<b>0,108</b>

Tabla 32- Torque necesario de motores PaP (Eje Z)

### Selección de motores

Los requerimientos de los motores para los ejes X e Y, son muy aproximados entre sí, (0,545 [Nm] y 0,519 [Nm] respectivamente, por lo tanto, se decidió adoptar el mismo modelo de motor para ambos ejes.

En cuanto al Eje Z, es un eje solamente de posicionamiento inicial (no varía durante el corte), por lo que se optó por seleccionar el mismo motor que los dos ejes anteriores.

Al tener los mismos motores en todos los ejes, brinda facilidades para quienes quieran contar con un stock de repuestos. Y, además, nos da una ventaja a hora de la programación del sistema de movimiento de la máquina, y que los parámetros a programar de cada motor se repiten entre sí

A continuación, se muestra el motor seleccionado y sus características.

Motor: Nema 23 – Modelo: 57CM06 – Torque: 0,6Nm

Model	Series	Phase	Frame Size (NEMA)	Holding Torque		Phase Current (A)	Length		Shaft Size	
				Nm	oz-in		mm	inch	mm	inch
<a href="#">20CM003</a>	CM	2	8	0.03	4	0.6	33	1.3	4	0.157
<a href="#">20CM005</a>	CM	2	8	0.05	7	0.6	45	1.77	4	0.157
<a href="#">28CM006</a>	CM	2	11	0.06	9	1.2	32	1.26	4.5	0.177
<a href="#">28CM010</a>	CM	2	11	0.1	14	1.2	41	1.61	4.5	0.177
<a href="#">28CM013</a>	CM	2	11	0.13	18	1.2	51	2.0	4.5	0.177
<a href="#">35CM015</a>	CM	2	14	0.15	21	1.2	31	1.22	4.5	0.177
<a href="#">35CM04</a>	CM	2	14	0.4	57	1.5	47	1.85	4.5	0.177
<a href="#">42CM02</a>	CM	2	17	0.21	30	1.5	33	1.3	5	0.197
<a href="#">42CM02-1A</a>	CM	2	17	0.21	30	1.0	33	1.3	5	0.197
<a href="#">42CM04</a>	CM	2	17	0.4	57	1.5	40	1.57	5	0.197
<a href="#">42CM04-1A</a>	CM	2	17	0.4	57	1.0	40	1.57	5	0.197
<a href="#">42CM06</a>	CM	2	17	0.6	85	2.5	47	1.85	5	0.197
<a href="#">42CM06-1A</a>	CM	2	17	0.6	85	1.5	47	1.85	5	0.197
<a href="#">42CM08</a>	CM	2	17	0.8	114	2.5	60	2.36	5	0.197
<a href="#">42CM08-1A</a>	CM	2	17	0.8	114	1.5	60	2.36	5	0.197
<a href="#">57CM06</a>	CM	2	23	0.6	85	3.0	41	1.61	6.35	0.25
<a href="#">57CM13</a>	CM	2	23	1.3	185	4.0	55	2.17	6.35	0.25
<a href="#">57CM13-3A</a>	CM	2	23	1.3	185	3.0	55	2.17	6.35	0.25
<a href="#">57CM23</a>	CM	2	23	2.3	326	5.0	76	2.99	8	0.315
<a href="#">57CM23-3A</a>	CM	2	23	2.3	326	3.0	76	2.99	8	0.315
<a href="#">57CM23-4A</a>	CM	2	23	2.3	326	4.0	76	2.99	8	0.315
<a href="#">57CM23-4A-0-I6</a>	CM	2	23	2.3	326	4.0	76	2.99	6.35	0.25

<a href="#">57CM26</a>	CM	2	23	2.6	368	5.0	84	3.31	8	0.315	
<a href="#">57CM26-4A</a>	CM	2	23	2.6	368	4.0	84	3.31	8	0.315	
<a href="#">57CM26-4A-0-I6</a>	CM	2	23	2.6	368	4.0	84	3.31	6.35	0.25	
<a href="#">D57CM21</a>	CM	2	23	2.1	297	5.0	67	2.64	8	0.315	
<a href="#">D57CM21-4A</a>	CM	2	23	2.1	297	4.0	67	2.64	8	0.315	
<a href="#">D57CM31</a>	CM	2	23	3.1	439	5.0	88	3.46	8	0.315	
<a href="#">D57CM31-4A</a>	CM	2	23	3.1	439	4.0	88	3.46	8	0.315	
<a href="#">D57CM31-4A-0-I9</a>	CM	2	23	3.1	439	4.0	88	3.46	9.525	0.375	
<a href="#">60CM22X</a>	CM	2	24	2.2	312	5.0	67	2.64	8	0.315	
<a href="#">60CM30X</a>	CM	2	24	3.0	425	5.0	85	3.35	8	0.315	
<a href="#">86CM35</a>	CM	2	34	3.5	496	4.0	65	2.56	12.7	0.5	
<a href="#">86CM45</a>	CM	2	34	4.5	638	6.0	80	3.15	12.7	0.5	
<a href="#">86CM80</a>	CM	2	34	8.0	1,133	6.0	98	3.86	12.7	0.5	
<a href="#">86CM85</a>	CM	2	34	8.5	1,204	6.0	118	4.65	12.7	0.5	
<a href="#">86CM120</a>	CM	2	34	12	1,7	6.0	129	5.08	14	0.551	
<a href="#">39HS02</a>	HS	2	16	0.22	31	0.6	34	1.34	5	0.197	
<a href="#">110HS12</a>	HS	2	42	12	1,699	6.0	115	4.53	19	0.748	
<a href="#">110HS20</a>	HS	2	42	20	2,832	6.0	150	5.91	19	0.748	
<a href="#">110HS28</a>	HS	2	42	28	3,965	6.5	201	7.91	19	0.748	
<a href="#">573S09</a>	HS	3	23	0.9	127	3.5	50	1.97	6.35	0.25	
<a href="#">573S15</a>	HS	3	23	1.3	184	5.8	76	2.99	8	0.315	
<a href="#">863S22</a>	HS	3	34	2.3	326		5	71	2.8	12	0.472
<a href="#">863S42</a>	HS	3	34	4.3	609		5	103	4.06	12	0.472
<a href="#">863S68H</a>	HS	3	34	6.8	963	2.3	135	5.31	14	0.551	

Tabla 33- Motores Paso a Paso (Leadshine)

Características y curva Torque-RPM:

<b>Model:</b>	57CM06
<b>Frame Size:</b>	NEMA 23
<b>Phase:</b>	2
<b>Step Angle:</b>	1.8°
<b>Accuracy:</b>	±0.9°
<b>Length:</b>	41 mm (1.61 inch)
<b>Number of Wires:</b>	4
<b>Holding Torque:</b>	0.6N.m (85 oz-in)
<b>Phase Current:</b>	3 A/Phase
<b>Voltage:</b>	2.1 V
<b>Resistance:</b>	0.7 Ω
<b>Inductance:</b>	1.4 mH
<b>Rotor Inertia:</b>	0.12 kg-cm2 (0.00170 oz-in-sec2 )
<b>Shaft Size:</b>	6.35 mm (0.25 inch)
<b>Shaft Type:</b>	Single
<b>Weight:</b>	0.45 kg (1. lb)
<b>Insolation Class:</b>	B
<b>Insolation resistance:</b>	Min 100 MΩ,500 VDC)
<b>Operating Temperature:</b>	-10 - 50°C (14 - 122°F)
<b>Temperature Rise (Max):</b>	80K

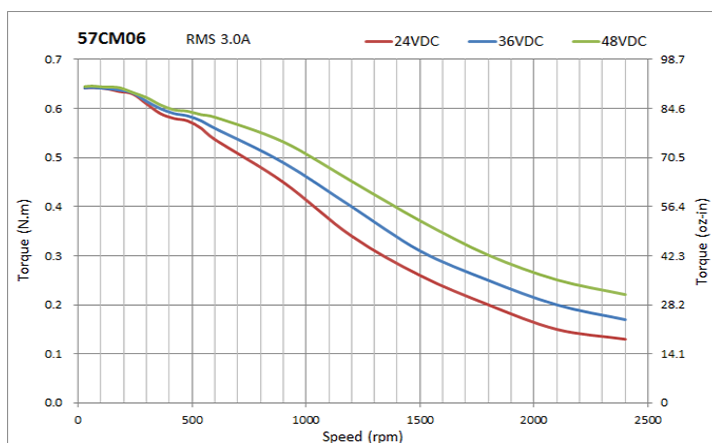


Imagen 15- Curva Torque vs Velocidad - Motor "Leadshine 57CM06"



Radial Play:	Max 0.02 mm with 450g load
Axial Play:	Max 0.08 mm with 900g load

Tabla 34- Datos Motor PaP "Leadshine 57CM06"

<http://www.leadshine.com/productdetail.aspx?type=products&category=stepper-products&producttype=stepper-drives&subtype=general-stepper-drives&series=dm&model=dm556e>

## Tolva

Ubicada encima del carro del "Eje Y", es el depósito de abrasivo, el cual se utilizará al momento del corte. Con un volumen aproximado de 8000 [cm<sup>3</sup>], posee la cantidad de abrasivo necesario para realizar un corte de una chapa completa de mármol/granito, calculada para el corte de 4 mesadas estándar y teniendo en cuenta los parámetros de vel. de avance y cantidad de abrasiva obtenidos en la experiencia realizada previamente. (ver posición en "Ilustración 21- Portico")

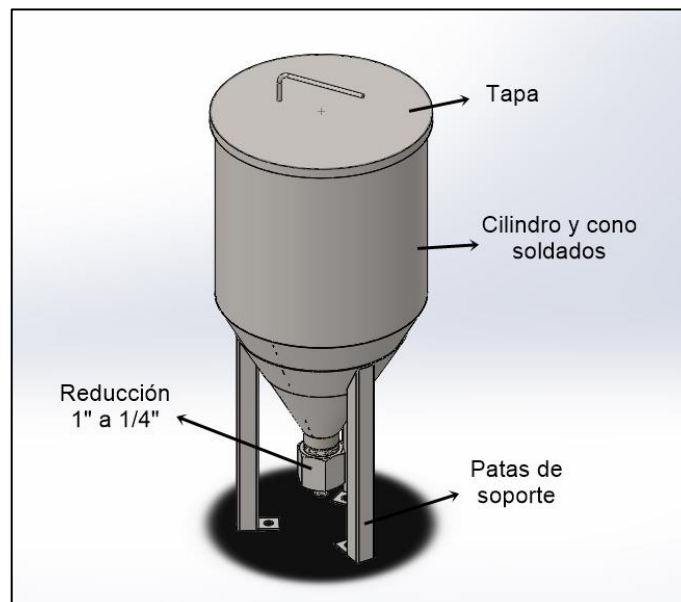


Imagen 16- Tolva para abrasivo

## ENSAMBLAJE (en taller/ en obra)

En principio, es conveniente ensamblar la mayor cantidad de componentes posibles en las comodidades de nuestro taller propio. Pero, por cuestiones de logística no es conveniente trasladar la máquina armada completa hasta las instalaciones del cliente. Por lo tanto, para realizar el ensamblaje de todas las partes que componen la máquina, se deberá seleccionar cuáles serán ensambladas en el taller propio, y cuáles terminarán por ensamblarse en el momento de la entrega al cliente en su instalación, previo a la puesta en marcha.

Otras de las prácticas comunes en la industria, es evitar cualquier tipo de soldadura fuera del taller, por lo que se intentará que en todas las uniones que se realicen en obra, se utilice tornillería.

### Pórtico

Serán ensamblados todos los subconjuntos que componen al pórtico en el taller, cada uno se trasladará hacia las instalaciones del cliente en donde se realizará el ensamble entre estos.

Los subconjuntos que componen el pórtico son: “Eje X”, “Eje Y”, “Eje Z” y “Tolva Soldada”.

Esta forma de ensamblaje nos permitirá una correcta instalación de guías y patines lineales en el taller, y luego, en obra solo restará la nivelación y alineación entre cada uno de los subconjuntos.

### Mesa

La mesa se compone de dos subconjuntos principales: Bastidor y Batea

Del bastidor se armarán en el taller los 4 laterales soldados y, en obra se ensamblarán los cuatro mediante tornillería, evitando así la soldadura en obra.

En cuanto a la batea, se puede armar por completo en el taller y luego trasladar hasta la obra utilizando un camión pequeño. Al armar toda la batea en el taller se podrá realizar un correcto trabajo de soldadura y realizar las pruebas de ausencias de filtraciones con mayor comodidad.

## Selección de componentes periféricos

Llamamos componentes periféricos a los necesarios para que la maquina pueda funcionar correctamente, cumpliendo las prestaciones deseadas. Entre los principales componentes que se destacan, se encuentra la Bomba de Ultra-Alta Presión y la interfaz de control numérico (software CAD)



*Imagen 17- Componentes Periféricos*

**Bomba de alta presión**

Según los datos obtenidos en la experiencia realizadas se deberá contar con una bomba que genere una presión de al menos 20Kpsi, siendo 30 [Kpsi] un valor aceptable para realizar cortes con buena terminación.

Además de las pruebas realizadas, recibimos asesoramiento de una persona especializada en la materia, Gustavo Quintanilla “Gerente de Ventas Regionales” de la firma “Flow”. Gustavo nos aconsejó utilizar una bomba que genere más presión, debido a que a presiones de 20/30 [Kpsi] el corte es extremadamente poco productivo. “A menor presión y caudal más cónico el corte, menor calidad de borde de corte, mayor consumo de abrasivo por metro lineal y mucha menor velocidad. Debería ser para cortar granitos y mármoles en espesores de 20 mm, bombas de al menos 40kpsi con un caudal mínimo de 3 litros por minuto”

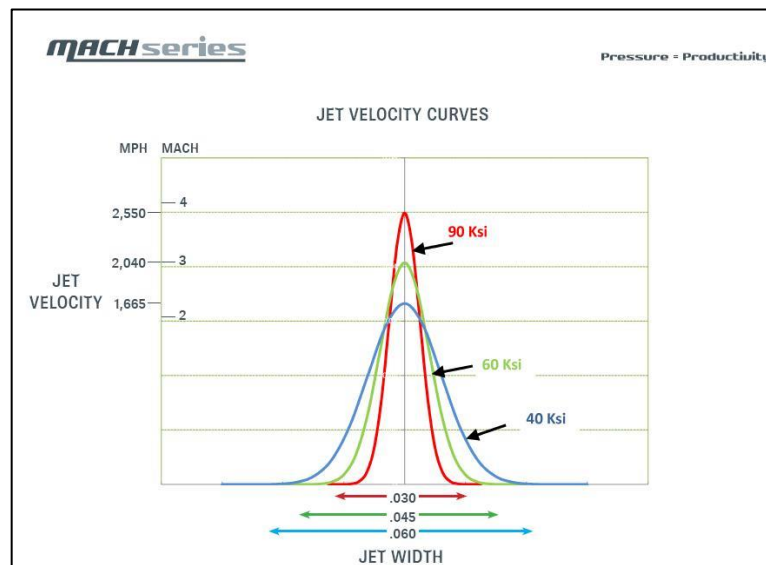


Imagen 18- Hidrocorte: Curvas de Velocidad

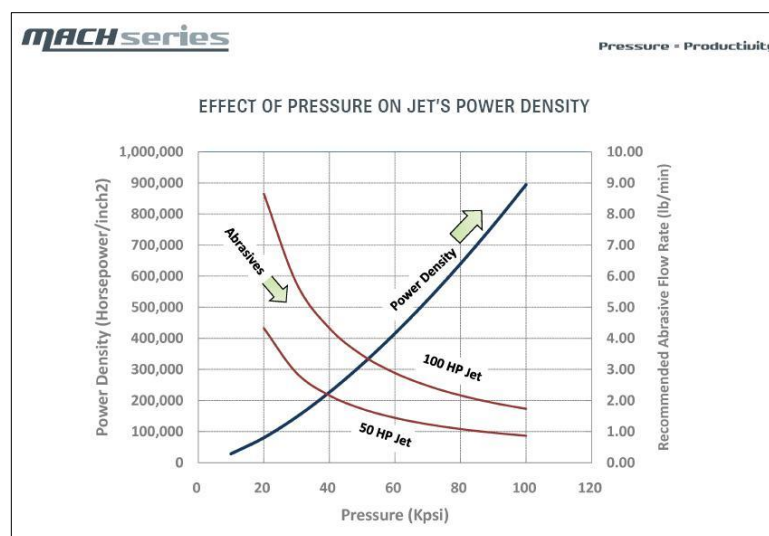


Imagen 19- Hidrocorte: Efectos de la presión en la densidad energética del chorro de agua

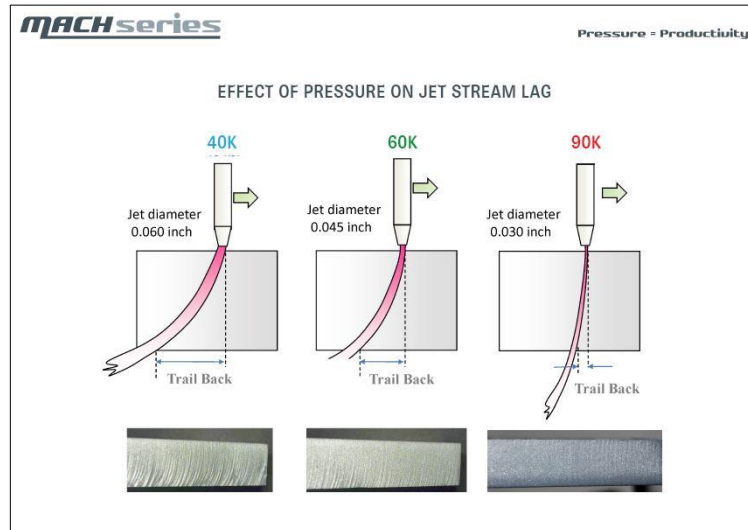


Imagen 20- Hidrocorte: Efecto de la presión en el retraso del chorro de agua (calidad del corte)

La bomba recomendada es la Bomba de Accionamiento Directo del tipo "industrial": "HyPlex Prime" de 55kpsi – 30 HP



Imagen 21- Bomba "HyPlex Prime"

Características:

- Potencia: 30/50 HP
- Tamaño del orificio (inyector): 0,33 mm / 0,41 mm
- Caudal: 3,2 / 5,1 [l/min]
- Presión máxima: 60 [Kpsi]
- Presión de operación máxima: 55 [Kpsi]

<https://www.flowwaterjet.com/Bomba/4150-bar-Accionamiento-Directo>

A la compra de la bomba de ultra alta presión se suma además el cabezal de corte con válvula on/off de apertura y cierre, el dosificador de abrasivo que va junto al cabezal y las cañerías con sus codos y terminales para transportar el agua desde la bomba hasta el cabezal de corte, de esta manera se completa el circuito de por donde viaja el agua a ultra alta presión.

### Inyector (cabezal)

Se selecciona el cabezal de corte "PASER 4", con tecnología "Paser UCL" (Ultra Component Life) prolonga la vida útil del orificio y del tubo de mezcla.

En el interior del cabeza se produce la mezcla del agua con el abrasivo, luego ambos pasan por un orificio de precisión de diamante (Diamond Precision Orifice) el cual reduce el espesor del chorro a espesores aproximados de 0,070 [mm] y direcciona el flujo hacia la pieza para que genere el corte (además del diamante existe la opción de utilizar rubí o zafiro que alargan aún más la vida de los componentes del inyector)

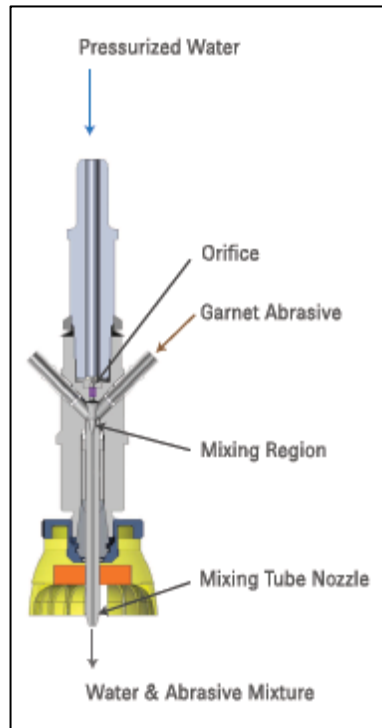


Imagen 22- Diagrama de flujo "Agua-Abrasivo" dentro del inyector



Imagen 23- Inyector "Paser 4"

Se puede observar en la imagen que del lado opuesto al tubo por donde ingresa el abrasivo existe un tubo adicional, es se utiliza para conectar el asistente de vacío, este sistema lleva el nombre de "Ultrapierce". El sistema Ultrapierce™ de perforado para materiales frágiles evita delaminación y agrietamiento de dichos materiales en el momento del perforado que es el momento crítico de corte para estos materiales.



El proceso de Asistente de Vacío, patentado de Flow, introduce abrasivo en el cabezal de corte justo encima del chorro de agua, transportando partículas de abrasivo dentro del mismo. Entonces el abrasivo es mezclado en el chorro de agua desde el primer momento en el que comienza el corte, la pieza de trabajo es perforada mucho más rápidamente, y el impacto del chorro sobre la cara superior del material es enormemente reducido, previniendo la rotura o delaminación del material.

El sistema funciona inyectando aire un instante antes que se inyecte agua en el cabezal de corte, por lo que el cliente deberá contar con algún tipo de generación de aire comprimido para hacer uso de este sistema de corte.

### Drivers

Se selecciona modelo de driver "DM556E" del fabricante "Leadshine" (mismo fabricante que los motores PaP). Seleccionamos este modelo debido a que se adapta perfectamente a los motores seleccionados previamente, y a que es el modelo que más rápidamente se encuentra en el mercado local. Cabe aclarar que se necesita 1 driver para cada motor, por lo que nosotros necesitamos 4 drivers

Especificaciones eléctricas driver DM556E:

Parameters	DM556E			
	Min	Typical	Max	Unit
Output Current	1.8	-	5.6(4.0 RMS)	A
Supply Voltage	20	24 - 48	50	VDC
Logic signal current	7	10	16	mA
Pulse input frequency	0	-	200	kHz
Minimal pulse width	2.5	-	-	μS
Minimal direction setup	5.0	-	-	μS
Isolation resistance	500			MΩ

Tabla 35- Driver "DM556E" para motores PaP

Para seleccionar el driver correspondiente la principal característica que se tuvo en cuenta fue la corriente que consume el motor, la cual debe estar en el rango de corrientes que puede entregar el driver.

Se recomienda alimentar el motor con corrientes entre 50% a 70% de la corriente máxima nominal del mismo. Nuestro motor tiene una Corriente Máxima de 3 [A]/por fase, por lo tanto, se tendría que alimentar el motor con corrientes entre 1,5 a 2,1 [A]. El driver seleccionado puede entregar corrientes entre 1,8 y 5,6 [A], por lo cual cumple con nuestras necesidades de corriente.

Si bien en este proyecto no se desarrollara la programación de los circuitos eléctricos, cabe destacar que es importante la elección del voltaje de alimentación como así también el voltaje de salida de los drivers seleccionados. Como tensión de alimentación el driver acepta entre 20 y 50 [VDC] y, la tensión de salida deberá ser programada según los requerimientos de la aplicación. Para nuestro caso en particular (donde las velocidades de movimiento son más bien bajas), el manual del driver nos recomienda utilizar una combinación de bajos voltajes, pudiendo así aumentar un poco la corriente. De esta forma, obtenemos un mayor torque en el motor (a medida que la corriente aumenta, aumenta el torque) y, además, bajando las tensiones de trabajo se reducirá el calentamiento y aumentará la confiabilidad del driver.

Se adjunta en el "Anexo 4, Manual de usuario del Driver DM556E" para más información.

## Software CAD

Seleccionamos el software "Mach3" destinado para este tipo de máquina CNC para el control de movimiento lineal, generado por los motores paso a paso en cada eje (X; Y; Z) se

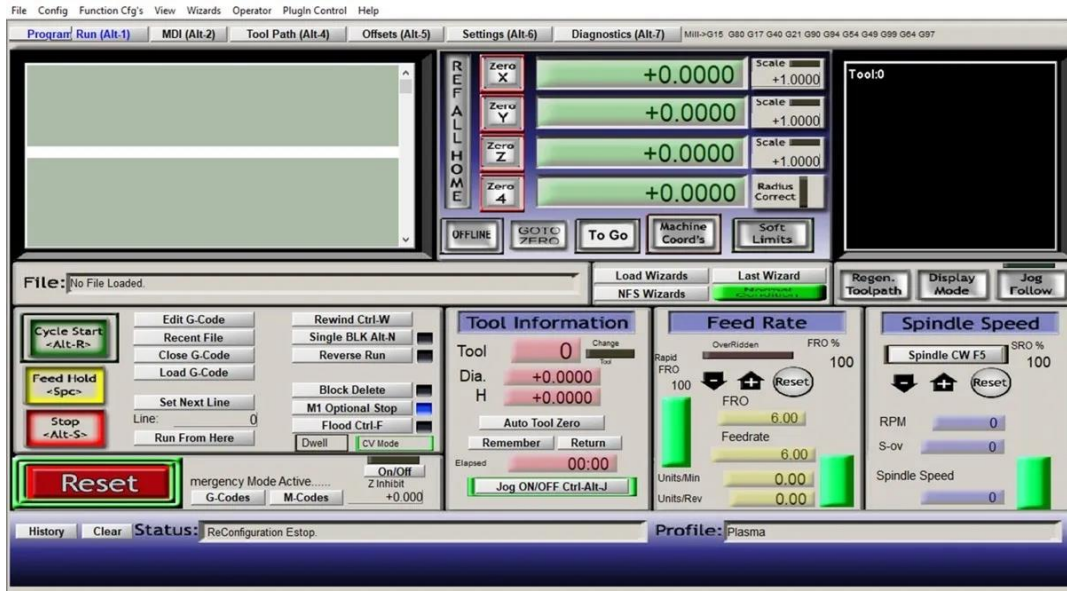


Imagen 24- Interfaz software "Mach 3"

<http://www.tkwaterjet.es/software/nc-studio-water-jet-control-system.html>

## Finales de carrera

En todos los ejes se deberá colocar finales de carrera, los cuales tendrán la función de detectar la posición límite del movimiento de cada carro y, en el caso de que se de esta situación el sensor deberá enviar una señal al controlador para que éste detenga el movimiento y evite así una posible avería de la máquina.

Características del sensor seleccionado:

- Sensor tipo: inductivo
- Marca: IFM
- Alimentación: PNP
- Tensión de alimentación: 10 a 30 [V] DC
- Consumo corriente: <10 [mA]
- Función salida: Normal Abierto
- Modelo: IG7101
- Rosca: M18
- Alcance: 8mm



Imagen 25- Sensor inductivo "IFM IG7101"

### Interfaz

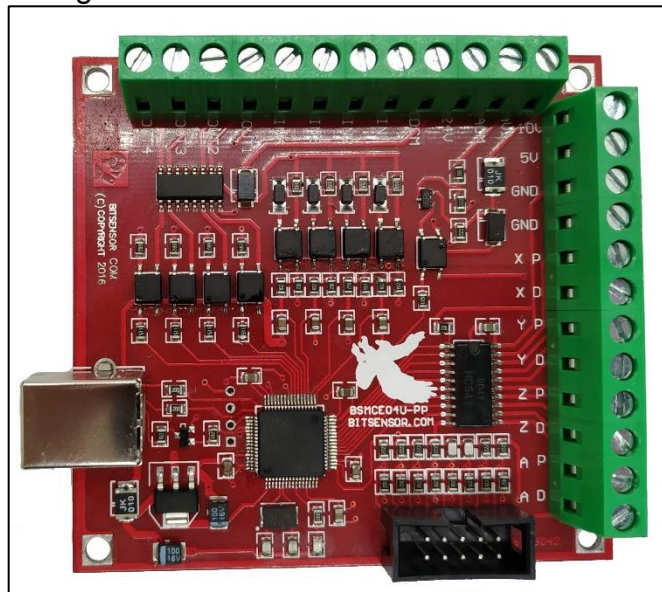
Para poder conectar el software de la computadora utilizada, con los drivers de cada motor y así poder generar el movimiento de los ejes, es necesaria una placa de interfaz

Esta placa es la encargada de decodificar la información cargada en el software Mach3 y enviar una cadena de señales hacia los drivers de cada motor, quienes interpretan la señal y envían los pulsos de potencia necesarios a cada motor

Se selecciono una placa interfaz "Interfaz Mach 3 USB" del fabricante (una empresa con más de 15 años de experiencia en el rubro de venta de maquinaria industrial, automatización industrial y desarrollo de productos).

La placa interfaz posee las siguientes características y funciones:

- Puede controlar hasta 4 ejes. El 4to es un eje esclavo.
- La salida es 100kHz.
- Interfaz USB, perfecto para cualquier computadora con una interfaz USB
- Diseñada para ser compatible con la mayoría de los hardware y software (Soporta winXP y win7), incluido Mach3
- Soporta homing automático (return to zero)
- Ajuste automático de herramienta
- Soporta pulsador para parada de emergencia
- Soporte para finales de carrera
- Control para husillo (PWM y rele)
- 4 canales de entrada con optoacoplador
- 12 entradas digitales



*Imagen 26- Placa "Interfaz Mach 3 USB"*

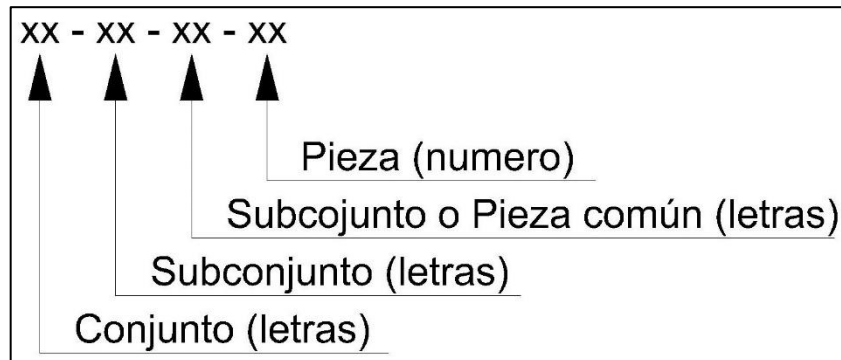
### Planimetría

Los planos de conjunto serán dos: de la mesa y del pórtico. De estos planos de conjuntos se desglosarán los planos de subconjuntos y piezas que sean necesarios.

Toda la planimetría se puede visualizar en el "Anexo 5- Planimetría"

### Codificación

La codificación será alfanumérica y constará de 4 campos: conjunto-subconjunto-subconjunto-pieza



*Ilustración 43- codificación de planimetría*

- Nivel 1 "conjunto": este campo se deja exclusivamente para el código del proyecto. En este caso es "PH"
- Nivel 2 "Subconjunto": codificación de los subconjuntos pertenecientes al proyecto PH
- Nivel 3 "Subconjunto o Pieza común": Tercer nivel que se utilizara en el caso en el que se desglosen subconjuntos del nivel 2. Este nivel se utilizará además para las piezas que son comunes entre los diferentes planos del nivel 2, el código para las piezas comunes es "ST"
- Nivel 4: Números consecutivos para cada pieza correspondientes a los diferentes niveles anteriores

En el caso que no corresponda codificar un nivel del plano se deberá coloca "00" (doble cero)

## MANTENIMIENTO

Se estima que en intervalos de utilización de la máquina de 6 meses (aproximado, según cuanto se utilice) se deberán realizar por lo menos las siguientes tareas de mantenimiento

- Vaciado y limpieza de la cuba: retirar la mayor cantidad de agua posible con una bomba de agua, luego sacar el granate utilizado. El granate no puede volver a utilizarse
- Lubricación de patines
- Cambio de boquilla inyectora: las boquillas inyectoras generalmente son de diamante o de rubí. Estas se deben reemplazar ya que con el correr del tiempo se desgastan

Además, se estima que las costillas de sacrificio se deberán reemplazar por costillas nuevas cada 12 meses, nuevamente esto depende de la utilización de la máquina. Si bien es recomendable cambiar todas las costillas de sacrificio, suele suceder que se utilice mayormente solo una parte del área disponible para el corte, por lo que si este es el caso se podrían reemplazar las costillas que más desgaste hayan sufrido

### Tratamiento del agua

Según la zona en donde se instale la máquina, se deberá tener en cuenta la calidad del agua disponible ya que ciertas impurezas en el agua podrían dañar la bomba de ultra-alta presión o causar un desgaste prematuro de la misma.

El tratamiento del agua se deberá evaluar para cada instalación en particular, ya que en la zona para las cuales está destinada la máquina, las calidades de agua varían mucho incluso entre pueblos o ciudades muy cercanas entre sí

## ESTUDIO DE INVERSION

Para realizar un análisis de inversión se debió calcular el costo total de la inversión para poder fabricar la máquina, con todos sus componentes y mano de obra incluida.

Luego, una vez obtenido el costo de inversión se realizó un flujo de caja teniendo en cuenta periodos que duran 2 meses cada uno, y así, se obtuvo un tiempo de amortización estimado.

### Costo de inversión

Se detalla en el "Anexo 6-Lista de materiales" la lista de materiales necesarios para fabricar la máquina.

En la siguiente tabla se detalla el resumen de la inversión total necesaria, unificando los diferentes artículos en 7 grandes grupos

Grupo	Cantidad	Costo Total
+ -	220	
+ Chapa	135	USD 2.725,75
+ Varios	58	USD 2.884,99
+ Montaje	16	USD 7.222,50
+ Tornillería	598	USD 483,44
+ Periféricos	16	USD 53.462,88
+ Cañería	5	USD 17,58
+ Perfilería	112	USD 2.058,90
<b>Total general</b>	<b>1160</b>	<b>USD 68.856</b>

*Tabla 36- Resumen costo de inversión*

#### Consideraciones:

- Todos los artículos se dolarizaron (tomando el tipo de cambio a la fecha que se obtuvo el costo del artículo) con el fin de obtener un presupuesto más estable en el tiempo
- En el grupo montaje se tuvieron en cuenta los costos asociados a la mano de obra para la fabricación de la máquina
- El grupo "- corresponde a artículos que ya están incluidos como conjunto en otros artículos



### Flujo de caja

#### Consideraciones

- Costo de funcionamiento USD 50 por hora\*
- Valor de venta USD 110 por hora de maquina\*
- 8hs diarias de funcionamiento.
- Periodos bimensuales: 44 días laborales por periodo. Equivale a 344hs por periodo
- Impuestos estimados en un 35%

\* Para obtener el costo de funcionamiento y el valor de venta se consultó a proveedores de servicio de hidrocorte (con máquinas similares a las que se pueden ver en el apartado "Gestión de proyecto - Búsqueda de antecedentes")

Periodo	Periodo 0	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4
Demanda (hs maquina)		344	344	344	344
Ingresos (por hs maq)		\$ 37.840,00	\$ 37.840,00	\$ 37.840,00	\$ 37.840,00
Costos (por hs maq)		-\$ 17.200,00	-\$ 17.200,00	-\$ 17.200,00	-\$ 17.200,00
Utilidad antes de impuestos		\$ 20.640,00	\$ 20.640,00	\$ 20.640,00	\$ 20.640,00
Impuestos		-\$ 7.224,00	-\$ 7.224,00	-\$ 7.224,00	-\$ 7.224,00
Utilidad despues de impuestos		\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00
Inversion	-\$ 68.856,00				
Flujo Neto de Caja	-\$ 68.856,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00
FNC Acumulado	-\$ 68.856,00	-\$ 55.440,00	-\$ 42.024,00	-\$ 28.608,00	-\$ 15.192,00

Tabla 37- Flujo de caja (parte 1)

Periodo 5	Periodo 6	Periodo 7	Periodo 8	Periodo 9	Periodo 10	Periodo 11	Periodo 12
344	344	344	344	344	344	344	344
\$ 37.840,00	\$ 37.840,00	\$ 37.840,00	\$ 37.840,00	\$ 37.840,00	\$ 37.840,00	\$ 37.840,00	\$ 37.840,00
-\$ 17.200,00	-\$ 17.200,00	-\$ 17.200,00	-\$ 17.200,00	-\$ 17.200,00	-\$ 17.200,00	-\$ 17.200,00	-\$ 17.200,00
\$ 20.640,00	\$ 20.640,00	\$ 20.640,00	\$ 20.640,00	\$ 20.640,00	\$ 20.640,00	\$ 20.640,00	\$ 20.640,00
-\$ 7.224,00	-\$ 7.224,00	-\$ 7.224,00	-\$ 7.224,00	-\$ 7.224,00	-\$ 7.224,00	-\$ 7.224,00	-\$ 7.224,00
\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00
\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00	\$ 13.416,00
-\$ 1.776,00	\$ 11.640,00	\$ 25.056,00	\$ 38.472,00	\$ 51.888,00	\$ 65.304,00	\$ 78.720,00	\$ 92.136,00

Tabla 38- Flujo de caja (parte 2)

VAN	\$10.535,15
TIR	16%

Tabla 39- VAN y TIR

Como conclusión del análisis económico se puede mencionar que la expectativa de rentabilidad de la maquina son positivas, ya que se estima que al año de realizar la inversión se logra tener un flujo de caja acumulado positivo.

En lo que respecta a la TIR representa una rentabilidad del proyecto un tanto acotada. Pero cabe mencionar que en el análisis económico solo se tuvo en cuenta lo flujos de caja correspondiente solamente a la utilización de a máquina, a esto se le deberían sumar beneficios productivos que aporta la propia tecnología como puede ser el ahorro de tiempo y la reducción de desperdicio de material.

## CONCLUSION

A continuación, se realizará un breve resumen donde los aspectos principales a destacar serán las características técnicas de la maquina y los resultados económicos obtenidos del Estudio de Costos

### Prestaciones técnicas

La máquina estará destinada principalmente a la industria del procesamiento de mármoles y granitos, pero además se podrá cortar casi cualquier tipo de material (aceros, cerámicos, vidrios, plásticos, etc.). Con la implementación de esta tecnología, se podrá cortar una todo tipo de geometrías en 2 dimensiones, y aumentará la productividad reduciendo tiempos muertos y desperdicios de material.

La máquina contará con las siguientes prestaciones y características:

- Área de trabajo: 3m x 2,5mm
- Dimensiones totales: 4492x3240x1193 [mm] (largo; ancho; altura)
- Dimensión de la mesa: 3630x3120x852 [mm] (largo; ancho; altura)
- Materiales a cortar
- Velocidad de avance (corte)
- Velocidad de desplazamiento (en vacío)
- Tipo de transmisión, ejes X e Y: Piñón-Cadena
- Tipo de transmisión, ejes Z: Tuerca/ tornillo bolas recirculantes (mecanismo auto frenante)
- Motores: Nema 23 "Leadshine 57CM06"
  - Torque
  - RPM
  - Amper (por fase)
  - Voltaje
  - Potencia
- Bomba de alta presión: Bomba de Accionamiento Directo "HyPlex Prime" de 55kpsi – 30 HP
  - Potencia: 30/50 HP
  - Presión máxima: 60 [Kpsi]
  - Presión de operación máxima: 55 [Kpsi]
  - Caudal: 3,2 / 5,1 [l/min]
  - Ruptor de vacío: "sistema Ultrapierce™" (necesario para materiales frágiles)
  - Tamaño del orificio (inyector): 0,33 mm / 0,41 mm
- Caudal de abrasivo recomendado: 0,4 [kg/min]
- Facilidad de diseño de cortes utilizando software de dibujo en 2D, utilizando la interfaz Mach3

### Prestaciones económicas

Del análisis económico se desprende que, si bien la inversión pareciera ser elevada para la situación actual de la economía, la recuperación de la inversión se estima que puede llegar a ser relativamente corta, con tan solo 1(un) año de recuperación de la inversión.

En cuanto al valor que nos arroja la TIR de un 16%, en principio no puede parecer elevado. Pero a este valor se le deben sumar beneficios productivos propios de la tecnología a implementa. Esta nueva tecnología reduce significativamente los tiempos muertos de producción, constituidos por el movimiento del material y por la preparación de cada máquina en los distintos pasos de fabricación de un producto final. Además, aumenta significativamente el aprovechamiento de la materia prima

Teniendo en cuenta estas consideraciones se puede decir que el proyecto de fabricación de este Pantógrafo por Hidrocorte puede llegar a ser muy rentable.

## **ANEXOS**

# **ANEXO 1a**

**“Aceptación del Director  
del Proyecto”**

**ANEXO I.a****PROYECTO FINAL DE CARRERA****Aceptación del Director de Proyecto****Los abajo firmantes declaran conocer y aceptar los siguientes términos:**

No es intención ni se deriva del presente el establecimiento o la creación de una relación laboral de dependencia o una relación de principal y agente entre La Facultad y el Director de Proyecto. Debe entenderse que el Director de Proyecto es una persona independiente y autónoma en relación con esta Institución. La Facultad no asume responsabilidad alguna de: efectuar contribución patronal jubilatoria ni retención personal por el mismo concepto, sobre los seguros de vida, enfermedad, como así también toda otra obligación derivada de la legislación impositiva y de Seguridad Social aplicable, accidentes de viajes u otros seguros que pudieran ser necesarios o convenientes a los fines del cumplimiento de la presenta actividad.

Los derechos y obligaciones del Director de Proyecto serán exclusivamente los aquí previstos. Por consiguiente, no tendrá derecho a recibir de la Facultad ningún beneficio, prestación, compensación, indemnización u otro.

---

Firma del Alumno

---

Firma del Director de Proyecto  
Propuesto

# **ANEXO 1c**

**“Plan de Proyecto Final de Carrera”**



**ANEXO I.c****PROYECTO FINAL DE CARRERA****Plan De Proyecto Final De Carrera**

El que suscribe....., alumno de la carrera ..... , L.U.: ..... , solicita autorización para iniciar el Proyecto Final de Carrera sobre el tema ..... , y propone como Director del mismo a .....

**1.- Delimitación del tema/problema**

La problemática que se plantea es la limitada versatilidad en los sistemas de cortes de mármoles y granitos existente en las marmolerías de la zona.

**1.1.- Objetivos generales**

Disminuir costos en la fabricación de un pantógrafo por hidrocorte destinado principalmente empresas de mármoles y granitos.

**1.2.- Objetivos específicos**

Diseñar un pantógrafo por chorro de agua destinado al corte de mármoles y granitos que sea capaz de realizar cortes de una variedad de geometrías en el espacio 2D (versatilidad en el corte), agilizando tiempos de fabricación y generando un mejor aprovechamiento del material.

**1.3.- Población**

Este proyecto está destinado a la mejora en el proceso de fabricación que utilizan las empresas que se dedican a generar productos con mármoles y granitos.

**1.4- Ubicación tiempo y espacio**

El proyecto surge en el año 2018 desde Paraná-Entre Ríos y estará destinado a las empresas de las zonas aledañas, Entre Ríos - Santa Fe

**1.5- Áreas de conocimiento que involucra**

Los conocimientos involucrados en este proyecto son concernientes a *Diseño Mecánico, Estabilidad I y II, Elementos de Máquinas y Mecánica de los Fluidos*. Además, se involucran de diferentes formas otros conocimientos desarrollados en la carrera ingeniería mecánica, tales como *CAD-CAM-CAE y Teoría y aplicación de Método de Elementos Finitos*, entre otros.

**2.- Fundamentación**

Este proyecto creará una alternativa a los sistemas actuales de manufactura de mármoles y granitos en la región. Actualmente, éstos utilizan una mecánica de corte longitudinal por arranque de viruta, a partir de un disco de diamante implementado en diversos sistemas de máquinas rotativas.

### **3.- Metodología:**

Se iniciará el proyecto realizando consultas a los clientes sobre aspectos básicos del servicio que deberá ser capaz de prestar nuestra propuesta (ambiente, capacidad de producción, producto a mecanizar, entre otras). Adquisición de datos necesarios respecto a la máquina (potencia, presión, velocidad de corte, etc.)

En la ingeniería de detalle se hará uso del software de diseño SolidWorks, con el cual se desarrollarán los componentes mecánicos que integran la máquina, como así también, los análisis estructurales correspondientes por simulación de elementos finitos. Realizando una memoria de cálculo en los componentes que se considere necesario

### **4.- Aportes que se esperan realizar con este trabajo:**

Se pretende facilitar los procesos de producción de productos en mármoles y granitos, optimizando tiempos y material de trabajo y de esta manera aumentar la productividad, mediante una máquina de menor costos a las similares en el mercado actual.

**5.- Fecha de presentación de este plan: 22/04/2019**

**6.- Fecha de inicio concreto del proyecto: 29/04/2019**

**7.- Fecha probable de presentación escrita del proyecto: 16/12/2019**

---

Firma del Alumno

---

Firma del Director de Proyecto  
Propuesto

# **ANEXO 1d**

**“Constancia para Director  
de PFC”**

**ANEXO I.d**

**PROYECTO FINAL DE CARRERA**

**Constancia para Director de PFC**

-----Por la presente se certifica que el Sr/Sra.....se desempeñó como Director del Proyecto:..... realizado por el alumno ....., L.U.....de Ingeniería ..... de la Facultad Regional Santa Fe – UTN, durante el período lectivo 20.....- -----

Santa Fe, ..... de ..... de 20.....-

# **ANEXO 2**

## **“Guía Técnica de Prevención”**

2019



Guía técnica de prevención - 03

# PROTECCIONES EN MÁQUINAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

**Hoy, mañana, siempre**  
Prevenir es trabajo de todos los días





# PROTECCIONES EN MÁQUINAS Y EQUIPOS CONTRA RIESGOS DE ORIGEN MECÁNICO

Los sistemas de protección de las máquinas deben estar asociados al riesgo que pudieran generar, con el objetivo de eliminar o reducir la posibilidad de ocurrencia de un accidente. Estos sistemas deben implementarse en forma conjunta con la supervisión del servicio de higiene y seguridad, el entrenamiento de los trabajadores en el uso de la máquina y la capacitación sobre métodos y procedimientos de trabajo seguro.

## Introducción

El riesgo mecánico incluye aquellos riesgos presentes durante el proceso de trabajo, fallas, cercanía a equipos y el mantenimiento de las máquinas.

Los mismos pueden ser por contacto, atrapamiento, golpes, cortes y/o materiales proyectados desde la máquina.

Para eliminar o reducir estos riesgos existen sistemas de protección que pueden clasificarse en dos grandes grupos:

**Resguardos (barrera material):** Es un medio de protección que impide o dificulta el acceso de las personas o de sus miembros, al punto o zona de peligro. Se pueden diferenciar en:

- Resguardo fijo.
- Resguardo regulable.
- Resguardo distanciador.
- Resguardo de enclavamiento.
- Apartacuerpos y apartamano.
- Resguardo de ajuste automático.

**Dispositivos de seguridad:** Medio de protección distinto del resguardo, que minimiza el riesgo antes que pueda ser alcanzado en el punto o zona de peligro. Entre ellos se encuentran:

- Dispositivo detector de presencia.
- Dispositivo de movimiento residual o de inercia.
- Dispositivo de retención mecánica.
- Dispositivo de mando a dos manos.

La norma IRAM 3578 describe el estándar de protecciones de seguridad en maquinarias, para ello diferencia los distintos tipos de resguardos y los dispositivos de seguridad.

## Buenas prácticas en el trabajo

### Lugar de trabajo:

- Mantenga el orden y la limpieza.

- Asegurarse de la correcta señalización de las áreas de trabajo, las partes móviles de máquinas, herramientas, riesgos, desniveles, carga máxima admisible, etc.
- Coloque cartelera de uso obligatorio de EPP.
- Tenga en cuenta que la iluminación debe ser la adecuada a la tarea a realizar, de modo que permita observar o reproducir los colores en la medida que sea necesaria.
- Una ventilación adecuada contribuirá a mantener condiciones ambientales que no perjudique la salud de lo trabajadores.

### Antes de comenzar a trabajar:

- Controlar el buen estado de los cables, enchufes y tomacorrientes.
- Verificar que las protecciones de las máquinas y de las herramientas se encuentren instaladas y correctamente ajustadas.
- Controlar que las máquinas, equipos y herramientas cuenten con comandos de parada de emergencia (tipo hongo/barra/cable), que funcionen correctamente y que se encuentren al alcance del trabajador
- En las herramientas los mangos y extremos deben estar sujetos firmemente.
- Mantener la superficie de trabajo en orden y libre de obstáculos.
- Utilizar los elementos de protección personal.
- La ropa de trabajo ajustará bien al cuerpo del trabajador, sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos.

### Durante el uso de la máquina o herramienta:

- Utilice la máquina o herramienta para lo que está diseñada, solamente si está autorizado y capacitado para realizar la tarea.
- Utilice los elementos de protección personal acorde al riesgo durante toda la operación.
- De ser necesario sujetar la pieza, en lo posible utilice dispositivos de sujeción específicos como mordazas, morsa, mesas con guías de sujeción, etc.
- Ante un desperfecto, apague y desconecte el equipo, dé aviso al supervisor o encargado.

### Al terminar de trabajar:

- Verifique el estado de la máquina, equipo o herramienta.

- Ordene el área de trabajo.
- Guarde los elementos de protección personal según las indicaciones de mantenimiento y conservación del fabricante o del Servicio de Higiene y Seguridad.
- En el caso de una máquina o herramienta dañada, señálcela hasta su reparación.

## Factores de la organización del trabajo

La organización del trabajo puede ser dinámica o rutinaria, generando cambios positivos y negativos en la tarea diaria del trabajador. Por ejemplo, un cambio de tecnología aumentará la atención del trabajador porque su tarea no es la habitual.

Es recomendable durante la jornada, realizar pausas cortas. El acostumbramiento a una tarea y el trabajo continuo sin pausas disminuye la capacidad de atención del trabajador sobre la herramienta de trabajo y aumenta el riesgo de accidentes. Algunos de los factores de la organización del trabajo son:

- tiempo de trabajo,
- trabajo por turnos,
- ritmo de trabajo,
- autonomía,
- carga mental.

## Recomendaciones Prácticas

### 1. Empleador

- Concientizar al personal sobre el procedimiento de trabajo seguro para el uso de máquinas, equipos y herramientas.
- Asegurar y controlar que las máquinas, equipos y herramientas no impliquen riesgo para el trabajador.
- Controlar que las máquinas, equipos y herramientas cuenten con un dispositivo de seguridad (sistema de protección) o resguardos en sus transmisiones, ejes y mecanismos móviles, que impida o dificulte el acceso de las personas o parte de su cuerpo a la zona o punto de contacto.
- Proveer de Elementos de Protección Personal (EPP) asignados de acuerdo al riesgo al que se encuentra expuesto el trabajador.
- Mantener las máquinas, equipos y herramientas limpias, afiladas y engrasadas.
- Controlar que las máquinas, equipos y herramientas cuenten con comandos de parada de emergencia (tipo hongo/barra/cable), que funcionen correctamente, que se encuentren al alcance del trabajador y -en caso

de ser necesario- a distancias regulares de la línea de producción.

- Verificar que las protecciones se encuentren correctamente colocadas y no generen un riesgo extra para el trabajador.
- Proveer los materiales y efectuar una correcta ubicación de la cartelería preventiva (en idioma español) de la seguridad de las máquinas, equipos o instalaciones indicando su correcto uso y los riesgos presentes.
- Proveer de iluminación adecuada, evitando contrastes en la zona de peligro.
- Controlar y efectuar el mantenimiento preventivo y correctivo de máquinas y herramientas por personal especializado.
- Las máquinas y herramientas deben ser utilizadas para el fin que han sido diseñadas y ser operadas por el personal específicamente capacitado.
- Asegurar que la instalación de las máquinas, equipos y herramientas se efectúe en un espacio adecuado, de manera que permita el desplazamiento seguro del trabajador.
- Mantener las superficies de tránsito libre de obstáculos.
- Demarcar las zonas de trabajo y áreas de circulación peatonal y vehicular.

### 2. Trabajador

- Colaborar en el mantenimiento de máquinas, equipos y herramientas.
- Antes de comenzar a operar máquinas, equipos o herramientas, verificar que cuenten con sus dispositivos de seguridad.
- No introducir las manos, dedos, brazos u otras partes del cuerpo en zonas de atrapamiento de herramientas y/o dispositivos móviles. Mantenerlas todo el tiempo a una distancia prudencial de las mismas.
- Utilizar y conservar los elementos de protección personal, asignados de acuerdo al riesgo al que se encuentra expuesto. Tener presente que el uso de guantes en zonas de contacto puede ocasionar un riesgo adicional de atrapamiento.
- Utilizar ropa de trabajo ajustada, en lo posible, sin bolsillos o partes que puedan quedar enganchadas. Del mismo modo, evitar el uso de anillos, cadenas y pelo largo sin atar, entre otros.
- Las operaciones de limpieza y mantenimiento deben

realizarse únicamente por personal autorizado y con los equipos desenergizados o -en caso contrario- se efectuarán fuera de la zona de contacto.

- Revisar el correcto estado de las herramientas a la hora de realizar operaciones de mantenimiento y reparación.
- Notificar la falta o la incorrecta ubicación de la cartelería de seguridad como así también cualquier desperfecto en las máquinas, equipos y herramientas.
- Colaborar con el orden y limpieza de los lugares de trabajo.

#### **Normativa de Aplicación (Vigente a la fecha de publicación)**

- Ley N° 19.587 / Decreto N° 351/79 – Anexo I CAPITULO 15.
- Decreto N° 911/96 – Artículos varios.
- Decreto N° 617/97 – TITULO III.
- Decreto N° 249/97 – CAPITULO 5.

## **Referencias Adicionales**

#### **Organización Internacional del Trabajo (OIT)**

- Convenio sobre la protección de la maquinaria, 1963 (núm. 119)
- Recomendación sobre la protección de la maquinaria, 1963 (núm. 118)

#### **Normas Técnicas de Prevención (NTP) INSST de España.**

- NTP 52: Consignación de máquinas

#### **Importante**

**Esta Guía Técnica de Prevención es de carácter orientativo. Para mayor información consultar la normativa vigente.**

---

Guía técnica de prevención - 03

# PROTECCIONES EN MÁQUINAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

---

**Hoy, mañana, siempre**  
Prevenir es trabajo de todos los días

---

[www.argentina.gob.ar/srt](http://www.argentina.gob.ar/srt)  
0800 666 6778

 SRTArgentina  @SRTArgentina  Superintendencia de Riesgos del Trabajo  SRTArgentina

---

Sarmiento 1962 | Ciudad Autónoma de Buenos Aires

# **ANEXO 3**

## **“Motor Torque Calculation”**

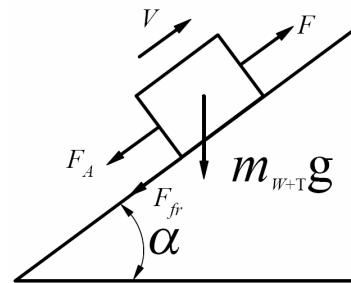
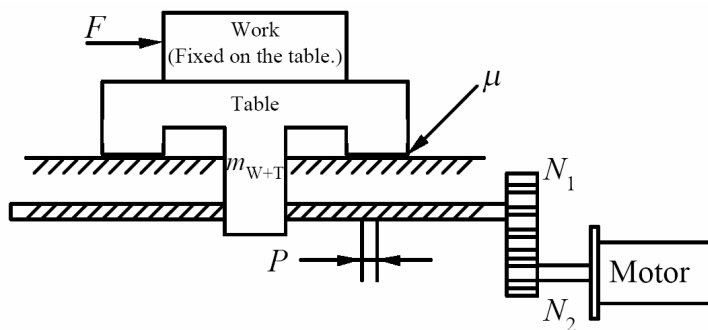
## Motor Torque Calculation

Selecting the proper motor and driver to meet a specific application needs motor torque calculation. Generally speaking, the user can follow the below steps to choose the proper motor and driver.

1. Determine the motion profile and calculate acceleration, deceleration and maximum velocity required to make the desired move.
2. Select mechanical drive mechanism to be used and calculated inertia, friction and load torque using formulas provided in this document.
3. Determine required motor torque for the specific application.
4. Select proper motor and driver based on their speed-torque characteristics.

### ◆ Lead Screw Drive Loads

Lead screw drives are widely used in many applications, such as XY tables, slides, tool bit positioning, pick-and-place machines, engraving machines, microscope drives, and etc.



Inertia:

$$J_L = m_{W+T} \left( \frac{P}{2\pi} \cdot \frac{N_1}{N_2} \right)^2 \quad [kg \cdot m^2]$$

$$J_{G1} = \frac{1}{8} m_{G1} D_{G1}^2 \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^2 \quad [kg \cdot m^2]$$

$$J_{G2} = \frac{1}{8} m_{G2} D_{G2}^2 \quad [kg \cdot m^2]$$

$$J_T = J_L + J_{G1} + J_{G2} + J_S \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^2 + J_M \quad [kg \cdot m^2]$$

Torque:

$$T_a = J_T a = (J_L + J_{G1} + J_{G2} + J_S \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^2 + J_M) \frac{\omega_1 - \omega_0}{t} \quad [N \cdot m]^*$$

$$T_L = \frac{m_{W+T} g P (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{2\pi \eta} \quad [N \cdot m]$$

$$T_T = T_L + T_a \quad [N \cdot m]$$

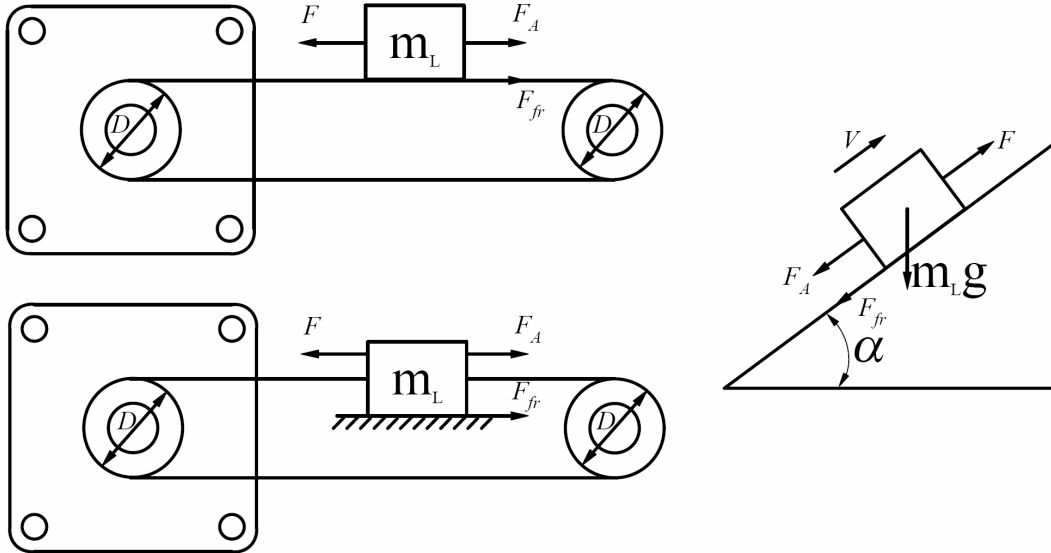
$$T_M = K_S T_T \quad [N \cdot m]$$

$J_L$  – Inertia of the load [kg·m<sup>2</sup>]  
 $J_{G1}$  – Inertia of the Gear 1 [kg·m<sup>2</sup>]  
 $J_{G2}$  – Inertia of the Gear 2 [kg·m<sup>2</sup>]  
 $J_S$  – Inertia of the lead screw [kg·m<sup>2</sup>]  
 $J_M$  – Inertia of the motor [kg·m<sup>2</sup>]  
 $J_T$  – Inertia of the system [kg·m<sup>2</sup>]  
 $m_{W+T}$  – Weight of the work and the table [kg]  
 $\omega_0$  – Initial velocity of the motor [rad/s]  
 $\omega_1$  – Final velocity of the motor [rad/s]  
 $t$  – Time for velocity change [s]  
 $T_a$  – Acceleration torque [N·m]  
 $T_L$  – Load torque [N·m]  
 $T_T$  – Total calculation torque [N·m],  $T_T = T_L + T_a$   
 $T_M$  – Required motor torque [N·m],  $T_M = K_S \cdot T_T$   
 $K_S$  – Safety factor (Reference Value is 1.5 to 2.0.)  
 $\alpha$  – Angle of inclination [°]  
 $\mu$  – Frictional coefficient of sliding surfaces  
 $\eta$  – Efficiency (Reference Value is 0.85 to 0.95.)  
 $g$  – Gravity constant (9.8 m/s<sup>2</sup>)  
 \*Please use the max acceleration of the specific application.



◆ Wire Belt Drive Loads

Wire belt drives are usually adopted by relatively long distance drives, such as conveyors, jet-ink machines, plotters, assembly lines, and etc.



Inertia:

$$J_L = \frac{1}{4} m_L D^2 \quad [kg \cdot m^2]$$

$$J_P = \frac{1}{8} m_P D^2 \quad [kg \cdot m^2] \text{ * (Remember to multiply by 2 if there 2 pulleys.)}$$

$$J_B = \frac{1}{4} m_B D^2 \quad [kg \cdot m^2]$$

$$J_T = J_L + J_P + J_B + J_M \quad [kg \cdot m^2]$$

Torque:

$$T_a = J_T a = (J_L + J_P + J_B + J_M) \frac{\omega_1 - \omega_0}{t} \quad [N \cdot m]^{**}$$

$$T_L = \frac{m_L g D (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{2\eta} \quad [N \cdot m]^{**}$$

$$T_T = T_L + T_a \quad [N \cdot m]$$

$$T_M = K_S T_T \quad [N \cdot m]$$

- $J_L$  – Inertia of the load [kg·m<sup>2</sup>]
- $J_P$  – Inertia of the pulley(s) [kg·m<sup>2</sup>]
- $J_B$  – Inertia of the belt [kg·m<sup>2</sup>]
- $J_M$  – Inertia of the motor [kg·m<sup>2</sup>]
- $J_T$  – Inertia of the system [kg·m<sup>2</sup>]
- $m_L$  – Weight of the load [kg]
- $m_P$  – Weight of the pulley [kg]
- $m_B$  – Weight of the belt [kg]
- $D$  – Diameter [m]
- $\omega_0$  – Initial velocity of the motor [rad/s]
- $\omega_1$  – Final velocity of the motor [rad/s]
- $t$  – Time for velocity change [s]
- $T_a$  – Acceleration torque [N·m]
- $T_L$  – Load torque [N·m]
- $T_T$  – Total calculation torque [N·m],  $T_T = T_L + T_a$
- $T_M$  – Required motor torque [N·m],  $T_M = K_S T_T$
- $K_S$  – Safety factor (Reference Value is 1.5 to 2.0.)
- $\alpha$  – Angle of inclination [°]
- $\mu$  – Frictional coefficient of sliding surfaces
- $\eta$  – Efficiency (Reference Value is 0.85 to 0.95.)
- $g$  – Gravity constant (9.8 m/s<sup>2</sup>)

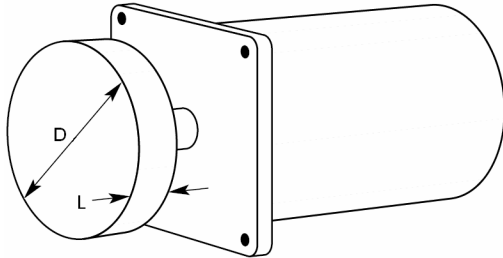
\* This is for solid cylinder, and see page 1 for hollow cylinder.

\*\*Please use the max value(s) of the specific application.

◆ Direct Drive Loads

There are many direct drive applications, such as index tables, feeding materials, and etc. A motor is typically connected to the load through a flexible or compliant coupling. This coupling provides a small amount of damping and helps correct for any mechanical misalignment. Direct drive is attractive when mechanical simplicity is desirable and the load being driven is of moderate inertia.

➤ Solid Cylinder



Inertia:

$$J_L = \frac{1}{8}mD^2 = \frac{\pi}{32}\rho LD^4 \quad [kg \cdot m^2]$$

$$J_T = J_L + J_M \quad [kg \cdot m^2]$$

Torque:

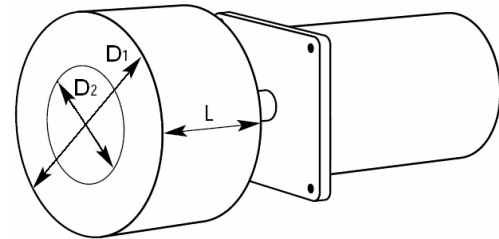
$$T_a = J_T a = (J_L + J_M) \frac{\omega_1 - \omega_0}{t} \quad [N \cdot m]^*$$

$$T_T = T_L + T_a \quad [N \cdot m]^*$$

$$T_M = K_S T_T \quad [N \cdot m]$$

- $J_L$  – Inertia of the load [kg·m<sup>2</sup>]
  - $J_M$  – Inertia of the motor [kg·m<sup>2</sup>]
  - $J_T$  – Inertia of the system [kg·m<sup>2</sup>]
  - $m$  – Weight [kg]
  - $D$  – Diameter [m]
  - $\rho$  – Density of the load [kg/m<sup>3</sup>]
  - $L$  – Length of the load [m]
  - $\omega_0$  – Initial velocity [rad/s]
  - $\omega_1$  – Final velocity [rad/s]
  - $t$  – Time for velocity change [s]
  - $T_a$  – Acceleration torque [N·m]
  - $T_L$  – Load torque [N·m], see Load Torque Calculation.
  - $T_T$  – Total calculation torque [N·m],  $T_T = T_L + T_a$
  - $T_M$  – Required motor torque [N·m],  $T_M = K_S \cdot T_T$
  - $K_S$  – Safety factor (Reference Value is 1.5 to 2.0.)
- \*Please use the max value(s) of the specific application.

➤ Hollow Cylinder



Inertia:

$$J_L = \frac{1}{8}m(D_1^2 + D_2^2) = \frac{\pi}{32}\rho L(D_1^4 - D_2^4) \quad [kg \cdot m^2]$$

$$J_T = J_L + J_M \quad [kg \cdot m^2]$$

Torque:

$$T_a = J_T a = (J_L + J_M) \frac{\omega_1 - \omega_0}{t} \quad [N \cdot m]^*$$

$$T_T = T_L + T_a \quad [N \cdot m]^*$$

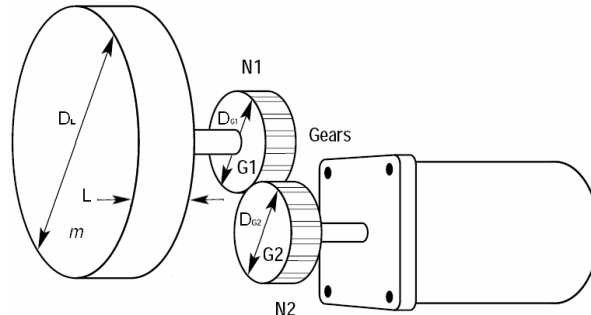
$$T_M = K_S T_T \quad [N \cdot m]$$

- $J_L$  – Inertia of the load [kg·m<sup>2</sup>]
  - $J_M$  – Inertia of the motor [kg·m<sup>2</sup>]
  - $J_T$  – Inertia of the system [kg·m<sup>2</sup>]
  - $m$  – Weight of load [kg]
  - $D_1$  – External diameter of the disc [m]
  - $D_2$  – Internal diameter of the disc [m]
  - $\rho$  – Density of the load [kg/m<sup>3</sup>]
  - $L$  – Length of the load [m]
  - $\omega_0$  – Initial velocity [rad/s]
  - $\omega_1$  – Final velocity [rad/s]
  - $t$  – Time for velocity change [s]
  - $T_a$  – Acceleration torque [N·m]
  - $T_L$  – Load torque [N·m], see Load Torque Calculation.
  - $T_T$  – Total calculation torque [N·m],  $T_T = T_L + T_a$
  - $T_M$  – Required motor torque [N·m],  $T_M = K_S \cdot T_T$
  - $K_S$  – Safety factor (Reference Value is 1.5 to 2.0.)
- \*Please use the max value(s) of the specific application.

◆ Gear Drive Loads

Traditional gear drives are more commonly used with stepping motors. The fine resolution of a microstepping motor can

make gearing unnecessary in many applications, where gears are used only for increase system precision. Gears generally have undesirable efficiency, wear characteristics, backlash, and can be noisy. Gears are useful; however, when very large inertias must be moved because the inertia of the load reflected back to the motor through the gearing is divided by the square of the gear ratio. In this manner, large inertial loads can be moved while maintaining a good load-inertia to rotor-inertia ratio (less than 10:1).



Inertia:

$$J_L = \frac{1}{8} m D_L^2 \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^2 = \frac{\pi}{32} \rho L D_L^4 \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^2 \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^2]^*$$

$$J_{G1} = \frac{1}{8} m_{G1} D_{G1}^2 \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^2 \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^2]$$

$$J_{G2} = \frac{1}{8} m_{G2} D_{G2}^2 \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^2]$$

$$J_T = J_L + J_{G1} + J_{G2} + J_M \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^2]$$

Torque:

$$T_a = J_T a = (J_L + J_{G1} + J_{G2} + J_M) \frac{\omega_1 - \omega_0}{t} \quad [\text{N} \cdot \text{m}]^{**}$$

$$T_T = T_L + T_a \quad [\text{N} \cdot \text{m}]^{**}$$

$$T_M = K_S T_T \quad [\text{N} \cdot \text{m}]$$

$J_L$  – Inertia of the load [ $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ]

$J_{G1}$  – Inertia of the Gear 1 [ $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ]

$J_{G2}$  – Inertia of the Gear 2 [ $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ]

$J_M$  – Inertia of the motor [ $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ]

$J_T$  – Inertia of the system [ $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ]

$N_1$  – Number of gear teeth of the Gear 1 [constant]

$N_2$  – Number of gear teeth of the Gear 2 [constant]

$m$  – Weight of the load [kg]

$m_{G1}$  – Weight of the Gear 1 [kg]

$m_{G2}$  – Weight of the Gear 2 [kg]

$D_L$  – Diameter [m]

$\rho$  – Density of the load [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

$L$  – Length of the load [m]

$\omega_0$  – Initial velocity of the motor [rad/s]

$\omega_1$  – Final velocity of the motor [rad/s]

$t$  – Time for velocity change [s]

$T_a$  – Acceleration torque [ $\text{N} \cdot \text{m}$ ]

$T_L$  – Load torque [ $\text{N} \cdot \text{m}$ ], see Load Torque Calculation.

$T_T$  – Total calculation torque [ $\text{N} \cdot \text{m}$ ],  $T_T = T_L + T_a$

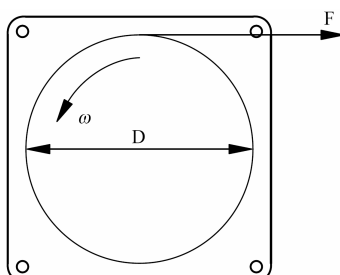
$T_M$  – Required motor torque [ $\text{N} \cdot \text{m}$ ],  $T_M = K_S T_T$

$K_S$  – Safety factor (Reference Value is 1.5 to 2.0.)

\* This is for solid cylinder, and see page 1 for hollow cylinder.

\*\*Please use the max value(s) of the specific application.

#### ❖ Load Torque Calculation



$$T_L = \frac{FD}{2} + T_F \quad [\text{N} \cdot \text{m}]^*$$

$F$  – Force to rotate the load [N]

$D$  – Diameter [m]

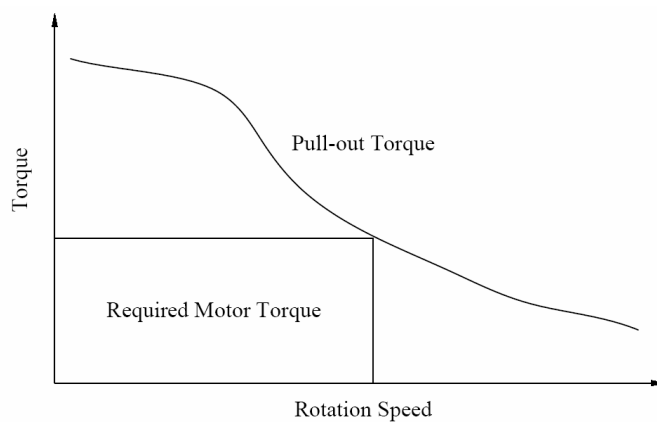
$T_L$  – Load torque [ $\text{N} \cdot \text{m}$ ]

$T_F$  – Load torque due to friction [ $\text{N} \cdot \text{m}$ ], here  $\approx 0$  [ $\text{N} \cdot \text{m}$ ]

\*Please use the max value of the specific application.

◆ **Checking the Required Motor Torque**

Select a motor and check that the required motor torque falls within the pull-out torque of the speed-torque characteristics.



# **ANEXO 4**

**“Drivers DM556E”**

## User Manual

# DM556E

## 2-Phase Digital Stepper Drive



Revision 1.0

©2016 China Leadshine Technology Co., Ltd.

**Address:** Floor 11, Block A3, Nanshan iPark, Xueyuan Avenue 1001, Shenzhen, Guangdong, 518055, China

**Tel:** (86)755-26409254

**Fax:** (86)755-26402718

**Web:** [www.leadshine.com](http://www.leadshine.com)

**Sales:** [sales@leadshine.com](mailto:sales@leadshine.com)

**Support:** [tech@leadshine.com](mailto:tech@leadshine.com)



## Notice

Read this manual carefully before any assembling and using. Incorrect handling of products in this manual can result in injury and damage to persons and machinery. Strictly adhere to the technical information regarding installation requirements.

This manual is not for use or disclosure outside of Leadshine except under permission. All rights are reserved. No part of this manual shall be reproduced, stored in retrieval form, or transmitted by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise without approval from Leadshine. While every precaution has been taken in the preparation of the book, Leadshine assumes no responsibility for errors or omissions. Neither is any liability assumed for damages resulting from the use of the information contained herein.

This document is proprietary information of Leadshine that is furnished for customer use ONLY. Information in this document is subject to change without notice and does not represent a commitment on the part of Leadshine. Therefore, information contained in this manual may be updated from time-to-time due to product improvements, etc., and may not conform in every respect to former issues.

## Record of Revisions

<b>Revision</b>	<b>Date</b>	<b>Description of Release</b>
<i>1.0</i>	<i>Mar, 2017</i>	<i>Initial Release</i>

## Table of Contents

<b>1. Introductions</b> .....	1
1.1 Features.....	1
1.2 Applications.....	1
<b>2. Specifications</b> .....	1
2.1 Electrical Specifications.....	1
2.2 Environment.....	2
2.3 Mechanical Specifications.....	2
2.4 Elimination of Heat.....	2
<b>3. Connection Pin Assignments and LED Indication</b> .....	3
3.1 Connector P1 Configurations.....	3
3.2 Connector P2 Configurations.....	3
3.3 LED Light Indication.....	4
<b>4. Control Signal Connector (P1) Interface</b> .....	4
<b>5. Motor Connection</b> .....	4
5.1 Connections of 4-lead Motor.....	4
5.2 Connections of 6-lead Motor.....	4
<b>5.2.1 Half Coil Configuration</b> .....	5
<b>5.2.2 Full Coil Configuration</b> .....	5
5.3 Connections of 8-lead Motor.....	5
<b>5.3.1 Series Connection</b> .....	5
<b>5.3.2 Parallel Connection</b> .....	6
<b>6. Power Supply Selection</b> .....	6
6.1 Regulated or Unregulated Power Supply.....	6
6.2 Power Supply Sharing.....	6
6.3 Selecting Supply Voltage.....	6
<b>7. DIP Switch Configurations</b> .....	7
7.1 Microstep Resolution Configurations.....	7
7.2 Current Configurations.....	7
<b>7.2.1 Dynamic Current Configurations</b> .....	8
<b>7.2.2 Standstill Current Configuration</b> .....	8
7.3 Automatic Motor Matching & Self Configuration.....	8
<b>8. Wiring Notes</b> .....	8
<b>9. Typical Connection</b> .....	9
<b>10. Sequence Chart of Control Signals</b> .....	9
<b>11. Protection Functions</b> .....	10
<b>12. Troubleshooting</b> .....	11
<b>13. Warranty</b> .....	12
<b>14. Contact Us</b> .....	12

## 1. Introductions

The DM556E is a digital stepper drive with simple design and easy setup. By implementing Leadshine advanced stepper control technology, this stepper drive is able to power 2-phase and 4 phase stepper motors smoothly with optimal torque and low motor heating & noise. Its operating voltage is 20-50VDC and it can output up to 5.6A current. All the micro step and output current are done via DIP switches. Therefore, the DM556E are ideal choices for applications requiring simple step & direction control of NEMA 23, 24 and 34 stepper motors.

### 1.1 Features

- Anti-Resonance for optimal torque, extra smooth motion, low motor heating and noise
- Motor auto-identification and parameter auto-configuration for optimal torque from wide-range motors
- Step & direction (PUL/DIR) control
- Multi-Stepping for smooth motor movement
- TTL compatible and optically isolated inputs
- Input voltage 20-50VDC
- 16 selectable micro-step resolutions of 400-25,600 via DIP switches
- 8 selectable output current settings of 1.8 – 5.6A via DIP switches
- Soft-start with no “jump” when powered on
- Pulse input frequency up to 200 KHz.
- Automatic idle-current reduction
- Protections for over-voltage and over-current

### 1.2 Applications

The DM556E stepper drive are designed to power 2 phase (1.8°) or 4-phase (0.9°) NEMA 23, 24, and 34 hybrid stepper motors. It can be easily adopted in many industries (CNC, medical, automation, packaging...), such as X-Y tables, engraving machines, labeling machines, mills, plasma, laser cutters, pick and place devices, and so on. Its excellent performance, simple design, and easy setup make it ideal for many step & direction control type applications.

## 2. Specifications

### 2.1 Electrical Specifications

Parameters	DM556E			
	Min	Typical	Max	Unit
Output Current	1.8	-	5.6(4.0 RMS)	A
Supply Voltage	20	24 - 48	50	VDC
Logic signal current	7	10	16	mA
Pulse input frequency	0	-	200	kHz
Minimal pulse width	2.5	-	-	μS
Minimal direction setup	5.0	-	-	μS
Isolation resistance	500			MΩ

## 2.2 Environment

Cooling	Natural Cooling or Forced cooling	
Operating Environment	Environment	Avoid dust, oil fog and corrosive gases
	Ambient Temperature	0°C — 65°C (32°F - 149°F)
	Humidity	40%RH—90%RH
	Operating Temperature	0°C — 50°C (32°F - 122°F)
	Vibration	10-50Hz / 0.15mm
Storage Temperature	-20°C — 65°C (-4°F - 149°F)	
Weight	Approx. 300g (10.6oz)	

## 2.3 Mechanical Specifications

(unit: mm [1inch=25.4mm])

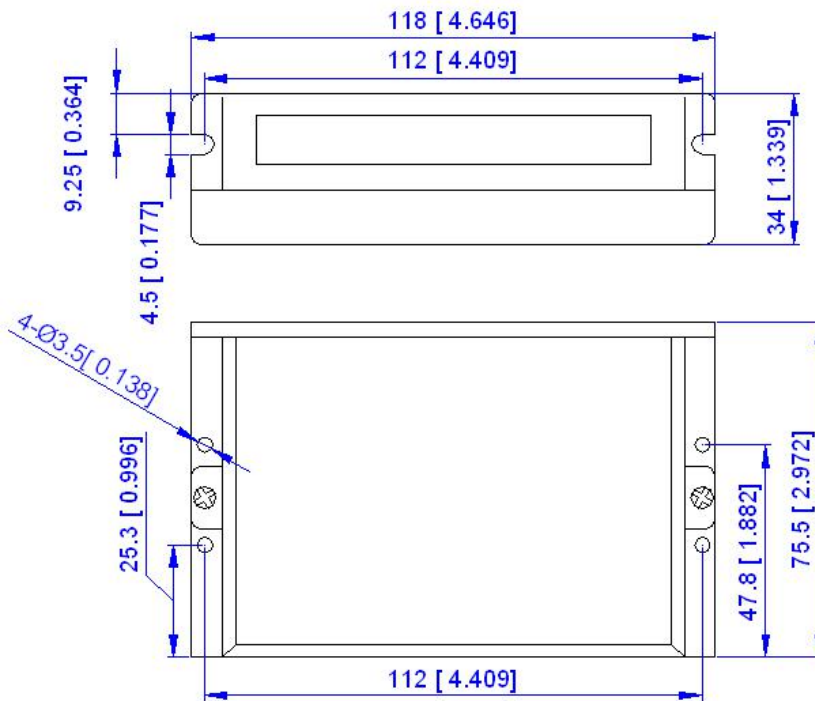


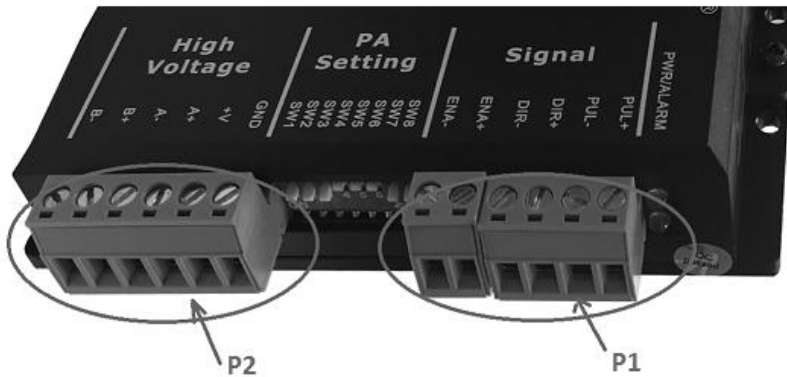
Figure 1: Mechanical specifications

**\* Side mounting recommended for better heat dissipation**

## 2.4 Elimination of Heat

- DM556E reliable working temperature should be < 60°C (140°F)
- It is recommended to use automatic idle-current mode to reduce motor heating. That means set the SW4 pin of DIP switch at “OFF” position.
- It is recommended to mount the drive vertically to maximize heat sink area. Use forced cooling method to cool if necessary.

### 3. Connection Pin Assignments and LED Indication



The DM556E has two connector blocks P1&P2 (see above picture). P1 is for control signals connections, and P2 is for power and motor connections. The following tables are brief descriptions of the two connectors. More detailed descriptions of the pins and related issues are presented in section 4, 5, 9.

#### 3.1 Connector P1 Configurations

Pin Function	Details
PUL+	<u>Pulse signal:</u> Pulse active at rising edge; 4-5V when PUL-HIGH, 0-0.5V when PUL-LOW. Minimal pulse width of 2.5 $\mu$ s. Add a resistor for current-limiting at +12V or +24V input logic voltage (1K for +12V, 2k for +24V). The same as DIR and ENA signals.
PUL-	
DIR+	<u>DIR signal:</u> This signal has low/high voltage levels to represent two directions of motor rotation.. Minimal direction setup time of 5 $\mu$ s. Also swapping the connection of two wires of a coil (e.g. A+ and A-) to the drive will reverse motor direction.
DIR-	
ENA+	<u>Enable signal:</u> This signal is used for enabling/disabling the drive. High level +5V (NPN control signal) for enabling the drive and low level for disabling the drive. PNP and Differential control signals are on the contrary, namely Low level for enabling. By default it is left <b>UNCONNECTED (ENABLED)</b> .
ENA-	



**Notes:** (1) shielding control signal wires is suggested; (2) To avoid interference, don't tie PUL/DIR control signal and motor wires together

#### 3.2 Connector P2 Configurations

Pin Function	Details
GND	Power supply ground connection.
+V	Power supply positive connection. Suggest 24-48VDC power supply voltage
A+, A-	Motor Phase A connections. Connect motor A+ wire to A+ Pin; motor A- wire to A-
B+, B-	Motor Phase B connections. Connect motor B+ wire to B+ Pin; motor B- wire to B-



**Warning:** Don't plug or unplug the P1 & P2 terminal block to avoid drive damage or injury when DM556E is powered on.

### 3.3 LED Light Indication

There are two LED lights for DM556E. The GREEN one is the power indicator which will be always on generally. The RED one is a protection indicator which will flash 1-2 times in a 3-second period, when protection enabled for a DM556E. Different number of flashes indicates different protection type (read section 11 for detail).

## 4. Control Signal Connector (P1) Interface

The DM556E can accept differential and single-ended inputs (including open-collector and PNP output). The DM556E has 3 optically isolated logic inputs which are located on connector P1 to accept line drive control signals. These inputs are isolated to minimize or eliminate electrical noises coupled with the drive control signals. Recommend using line drive control signals to increase noise immunity for the drive in interference environments. In the following figures, connections to open-collector and PNP signals are illustrated.

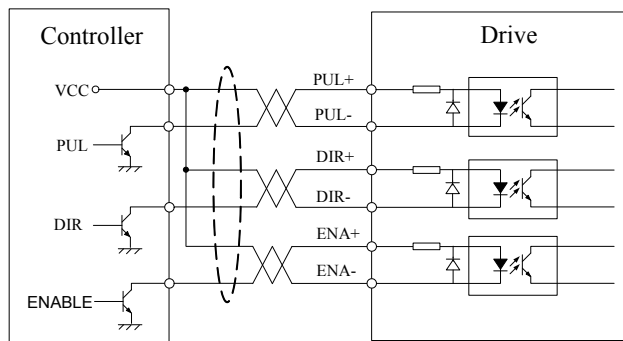


Figure 2: Connections to open-collector signal (common-anode)

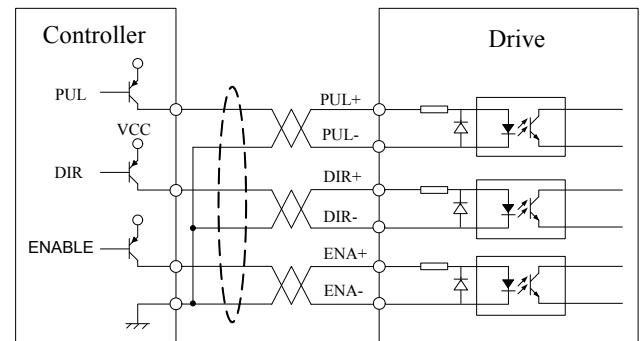


Figure 3: Connections to PNP signal (common-cathode)

## 5. Motor Connection

The DM556E can drive 2-phase and 4-phase bipolar hybrid stepper motors with 4, 6, or 8 wires.

### 5.1 Connections of 4-lead Motor

The 4 lead motors are the least flexible and easy to connect. And the Speed – torque of motor depends on winding inductance. The output current from drive that is multiply the specified phase current by 1.4 to determine the peak output current.

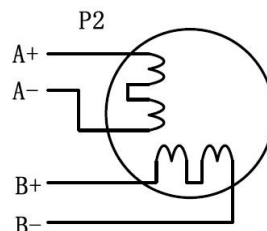


Figure 4: 4-lead Motor Connections

### 5.2 Connections of 6-lead Motor

Like 8 lead stepping motors, 6 lead motors have two configurations available for high speed or high torque operations. The higher speed configuration, or half coil, is described, because it uses one half of the motor's inductor windings. The higher torque configuration, or full coil, uses the full coil windings.



### 5.2.1 Half Coil Configuration

As previously stated, the half coil configuration uses 50% of the motor phase windings. This gives lower inductance, hence, lower torque output. Like the parallel connection of 8 lead motor, the torque output will be more stable at higher speeds. This configuration is also referred to as half chopper. In setting the drive output current multiply the specified per phase (or unipolar) current rating by 1.4 to determine the peak output current.

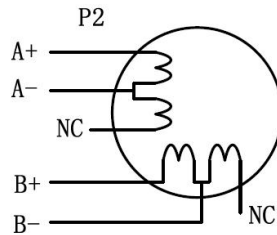


Figure 5: 6-lead motor half coil (higher speed) connections

### 5.2.2 Full Coil Configuration

The full coil configuration on a six lead motor should be used in applications where higher torque at lower speed is desired. This configuration is also referred to as full copper. In full coil mode, the motors should be run at only 70% of their rated current to prevent overheating.

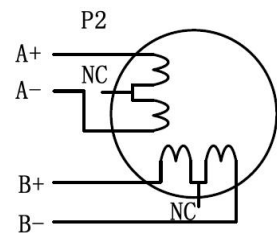


Figure 6: 6-lead motor full coil (higher torque) connections

## 5.3 Connections of 8-lead Motor

8 lead motors offer a high degree of flexibility to the system designer in that they may be connected in series or parallel, thus satisfying a wide range of applications.

### 5.3.1 Series Connection

A series motor configuration would typically be used in applications where a higher torque at lower speed is required. Because this configuration has the most inductance, the performance will start to degrade at higher speed. In series mode, the motors should also be run at only 70% of their rated current to prevent overheating.

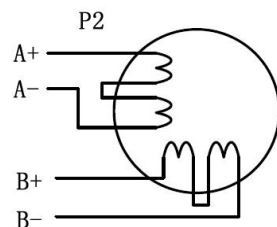


Figure 7: 8-lead motor series connections

### 5.3.2 Parallel Connection

An 8 lead motor in a parallel configuration offers a more stable, but lower torque at lower speeds. But because of the lower inductance, there will be higher torque at higher speeds. Multiply the phase (or unipolar) current rating by 1.96, or the bipolar current rating by 1.4, to determine the peak output current.

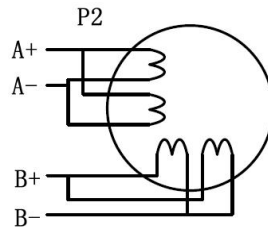


Figure 8: 8-lead motor parallel connections

## 6. Power Supply Selection

The DM556E can power medium and small size stepping motors (frame size from NEMA23 to 34) made by Leadshine or other motor manufacturers. To get good driving performances, it is important to select supply voltage and output current properly. Generally speaking, supply voltage determines the high speed performance of the motor, while output current determines the output torque of the driven motor (particularly at lower speed). Higher supply voltage will allow higher motor speed to be achieved, at the price of more noise and heating. If the motion speed requirement is low, it's better to use lower supply voltage to decrease noise, heating and improve reliability.

### 6.1 Regulated or Unregulated Power Supply

Both regulated and unregulated power supplies can be used to supply the drive. However, unregulated power supplies are preferred due to their ability to withstand current surge and fast response for current change. If you prefer to a regulated power supply, it is suggested to choose such a power supply specially designed for stepper/servo controls such as Leadshine RPS series (<http://www.leadshine.com/producttypes.aspx?producttype=regulated-switching>). Or, in the case when only normal switching power supplies are available, it is important to use “OVERSIZE” high current output rating power supplies (for example, using a 4A power supply for 3A stepper motor) to avoid problems such as current clamp. On the other hand, if unregulated supply is used, one may use a power supply of lower current rating than that of motor (typically 50%~70% of motor current). The reason is that the drive draws current from the power supply capacitor of the unregulated supply only during the ON duration of the PWM cycle, but not during the OFF duration. Therefore, the average current withdrawn from power supply is considerably less than motor current. For example, two 3A motors can be well supplied by one power supply of 4A rating.

### 6.2 Power Supply Sharing

Multiple DM556E drives can share one power supply to reduce cost, if that power supply has enough power capacity. To avoid cross interference, connect each stepper drive directly to the shared power supply separately. To avoid cross interference, DO NOT daisy-chain connect the power supply input pins of the Drivers. Instead connect them to power supply separately.

### 6.3 Selecting Supply Voltage

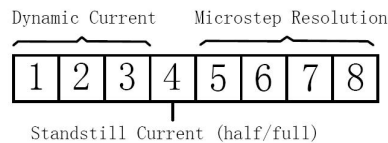
The DM556E is designed to operate within +20 - +50VDC voltage input. When selecting a power supply, besides

voltage from the power supply power line voltage fluctuation and back EMF voltage generated during motor deceleration needs also to be taken into account. Ideally it is suggested to use a power supply with the output range of +24 - +48 VDC, leaving room for power line voltage fluctuation and back-EMF.

Higher supply voltage can increase motor torque at higher speeds, thus helpful for avoiding losing steps. However, higher voltage may cause bigger motor vibration at lower speed, and it may also cause over-voltage protection or even drive damage. Therefore, it is suggested to choose only sufficiently high supply voltage for intended applications.

## 7. DIP Switch Configurations

This drive uses an 8-bit DIP switch to set microstep resolution, and motor operating current, as shown below:



### 7.1 Microstep Resolution Configurations

Microstep resolution is set by SW5, 6, 7, 8 of the DIP switches as shown in the following table:

Microstep	Steps/rev.(for 1.8°motor)	SW5	SW6	SW7	SW8
2	400	OFF	ON	ON	ON
4	800	ON	OFF	ON	ON
8	1600	OFF	OFF	ON	ON
16	3200	ON	ON	OFF	ON
32	6400	OFF	ON	OFF	ON
64	12800	ON	OFF	OFF	ON
128	25600	OFF	OFF	OFF	ON
5	1000	ON	ON	ON	OFF
10	2000	OFF	ON	ON	OFF
20	4000	ON	OFF	ON	OFF
25	5000	OFF	OFF	ON	OFF
40	8000	ON	ON	OFF	OFF
50	10000	OFF	ON	OFF	OFF
100	20000	ON	OFF	OFF	OFF
125	25000	OFF	OFF	OFF	OFF

### 7.2 Current Configurations

For a given motor, higher drive current will make the motor to output more torque, but at the same time causes more heating in the motor and drive. Therefore, output current is generally set to be such that the motor will not overheat for long time operation. Since parallel and serial connections of motor coils will significantly change resulting inductance and resistance, it is therefore important to set drive output current depending on motor phase current, motor leads and connection methods. Phase current rating supplied by motor manufacturer is important in selecting drive current,

however the selection also depends on leads and connections.

The first three bits (SW1, 2, 3) of the DIP switch are used to set the dynamic current. Select a setting closest to your motor's required current.

### 7.2.1 Dynamic Current Configurations

Peak Current	RMS Current	SW1	SW2	SW3
1.8A	1.3A	ON	ON	ON
2.1A	1.5A	OFF	ON	ON
2.7A	1.9A	ON	OFF	ON
3.2A	2.3A	OFF	OFF	ON
3.8A	2.7A	ON	ON	OFF
4.3A	3.1A	OFF	ON	OFF
4.9A	3.5A	ON	OFF	OFF
5.6A	4.0A	OFF	OFF	OFF

**Notes:** Due to motor inductance, the actual current in the coil may be smaller than the dynamic current setting, particularly under high speed condition.

### 7.2.2 Standstill Current Configuration

SW4 is used to set motor idle current percentage. At OFF position it means the standstill current is set to be 50% of the selected output current. At ON position it means standstill current is set to be the same as the selected dynamic current.

The current automatically reduced to 50% of the selected dynamic current 0.4 second after the last pulse.

### 7.3 Automatic Motor Matching & Self Configuration

When powered on a DM556E will automatically configure itself with the best settings to match the driven stepper motor for optimal performance. No action is needed.

## 8. Wiring Notes

- In order to improve anti-interference performance of the drive, it is recommended to use twisted pair shield cable.
- To prevent noise incurred in PUL/DIR signal, pulse/direction signal wires and motor wires should not be tied up together. It is better to separate them by at least 10 cm, otherwise the disturbing signals generated by motor will easily disturb pulse direction signals, causing motor position error, system instability and other failures.
- If only one power supply serves multiple DM556E drives, separately connecting the drives to the power supply is recommended instead of daisy-chaining.
- It is prohibited to pull and plug connector P2 while the drive is powered ON, because there is high current flowing through motor coils (even when motor is at standstill). Pulling or plugging connector P2 with power on will cause extremely high back-EMF voltage surge, which may damage the drive.

## 9. Typical Connection

A complete stepping system should include stepping motor, stepping drive, power supply and controller (pulse generator). A typical connection is shown as figure 9.

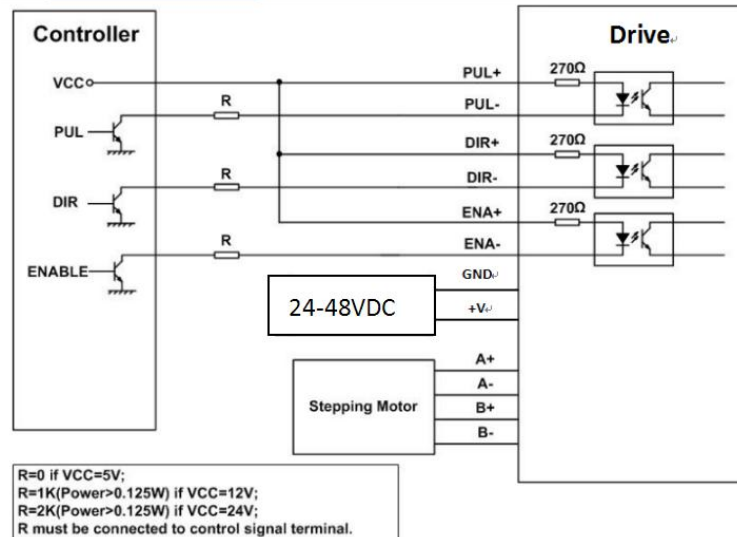


Figure 9: Typical connection

## 10. Sequence Chart of Control Signals

In order to avoid some fault operations and deviations, PUL, DIR and ENA should abide by some rules, shown as following diagram:

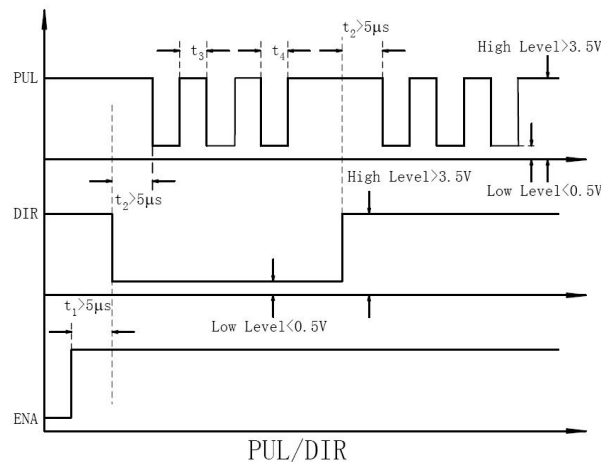




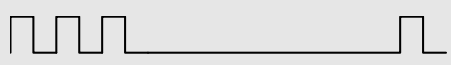
Figure 10: Sequence chart of control signals

### Remark:

- $t_1$ : ENA must be ahead of DIR by at least  $5\mu s$ . Usually, ENA+ and ENA- are NC (not connected). See “Connector P1 Configurations” for more information.
- $t_2$ : DIR must be ahead of PUL effective edge by  $5\mu s$  to ensure correct direction;
- $t_3$ : Pulse width not less than  $2.5\mu s$ ;
- $t_4$ : Low level width not less than  $2.5\mu s$ .

## 11. Protection Functions

To improve reliability, the drive incorporates some built-in protections features.

Priority	Time(s) of Blink	Sequence wave of red LED	Description
1st	1		Over-current protection activated when peak current exceeds the limit.
2nd	2		Over-voltage protection activated when drive working voltage is greater than 60VDC
3rd	3		Reserved.

When above protections are active, the motor shaft will be free or the red LED blinks. Reset the drive by repowering it to make it function properly after removing above problems.



## 12. Troubleshooting

In the event that your drive doesn't operate properly, the first step is to identify whether the problem is electrical or mechanical in nature. The next step is to isolate the system component that is causing the problem. As part of this process you may have to disconnect the individual components that make up your system and verify that they operate independently. It is important to document each step in the troubleshooting process. You may need this documentation to refer back to at a later date, and these details will greatly assist our Technical Support staff in determining the problem should you need assistance.

Many of the problems that affect motion control systems can be traced to electrical noise, controller software errors, or mistake in wiring.

### Problem Symptoms and Possible Causes

Symptoms	Possible Problems
<b>Motor is not rotating</b>	No power
	Microstep resolution setting is wrong
	DIP switch current setting is wrong
	Fault condition exists
	The drive is disabled
<b>Motor rotates in the wrong direction</b>	Motor phases may be connected in reverse
<b>The drive in fault</b>	DIP switch current setting is wrong
	Something wrong with motor coil
<b>Erratic motor motion</b>	Control signal is too weak
	Control signal is interfered
	Wrong motor connection
	Something wrong with motor coil
	Current setting is too small, losing steps
<b>Motor stalls during acceleration</b>	Current setting is too small
	Motor is undersized for the application
	Acceleration is set too high
	Power supply voltage too low
<b>Excessive motor and drive heating</b>	Inadequate heat sinking / cooling
	Automatic current reduction function not being utilized
	Current is set too high

## 13. Warranty

### Twelve Month Warranty

Leadshine Technology Co., Ltd. warrants its products against defects in materials and workmanship for a period of 12 months from shipment out of factory. During the warranty period, Leadshine will either, at its option, repair or replace products which proved to be defective.

### Exclusions

The above warranty does not extend to any product damaged by reasons of improper or inadequate handlings by customer, improper or inadequate customer wirings, unauthorized modification or misuse, or operation beyond the electrical specifications of the product and/or operation beyond environmental specifications for the product.

### Obtaining Warranty Service

To obtain warranty service, please contact your seller to obtain a returned material authorization number (RMA) before returning product for service.

### Shipping Failed Products

If your product fail during the warranty period, please contact your seller for how and where to ship the failed product for warranty or repair services first, you can also e-mail customer service at [tech@leadshine.com](mailto:tech@leadshine.com) to obtain a returned material authorization number (RMA) before returning product for service. Please include a written description of the problem along with contact name and address.

## 14. Contact Us

### China Headquarter

**Address:** Floor 11, Block A3, Nanshan iPark, Xueyuan Avenue 1001, Shenzhen, Guangdong, 518055, China

**Web:** <http://www.leadshine.com>

### Sales Hot Line:

**Tel:** 86-755-2643 4369 (for All)

86-755-2641-7674 (for Asia, Australia, Africa areas)

86-755-2640-9254 (for Europe, America areas)

**Fax:** 86-755-2640-2718

**Email:** [sales@leadshine.com](mailto:sales@leadshine.com).

### Technical Support:

**Tel:** 86 755-2641-8447 and 86-755-2647-1129

**Fax:** 86-755-2640-2718

**Email:** [tech@leadshine.com](mailto:tech@leadshine.com).

### Leadshine U.S.A

**Address:** 26050 Towne Centre Dr. Foothill Ranch, CA 926 USA

**Tel:** 1-949-608-7270

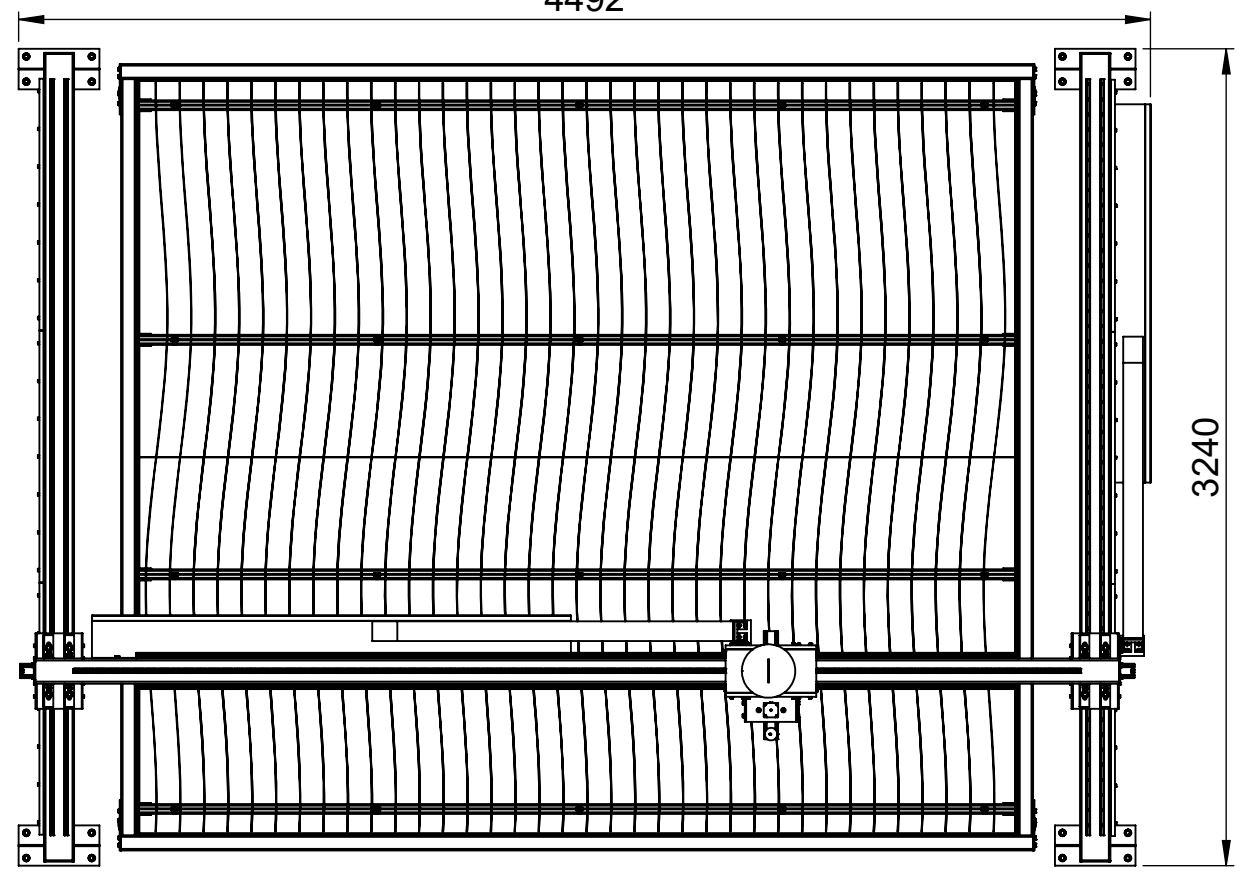
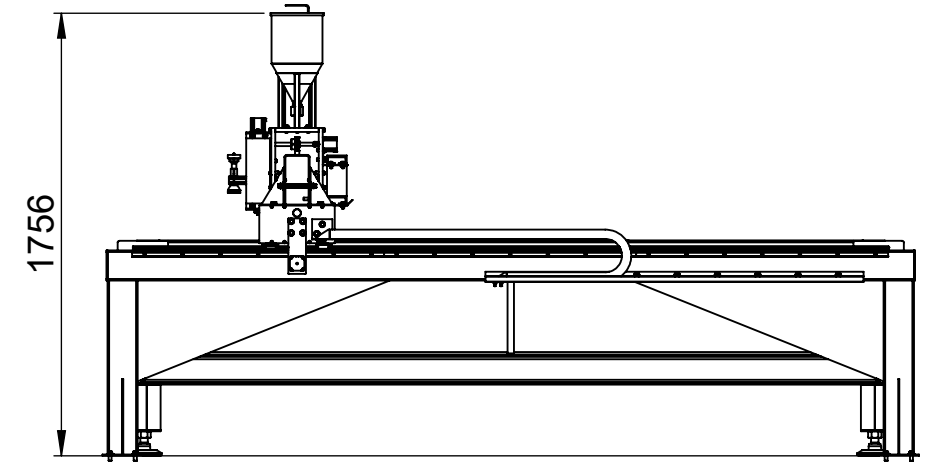
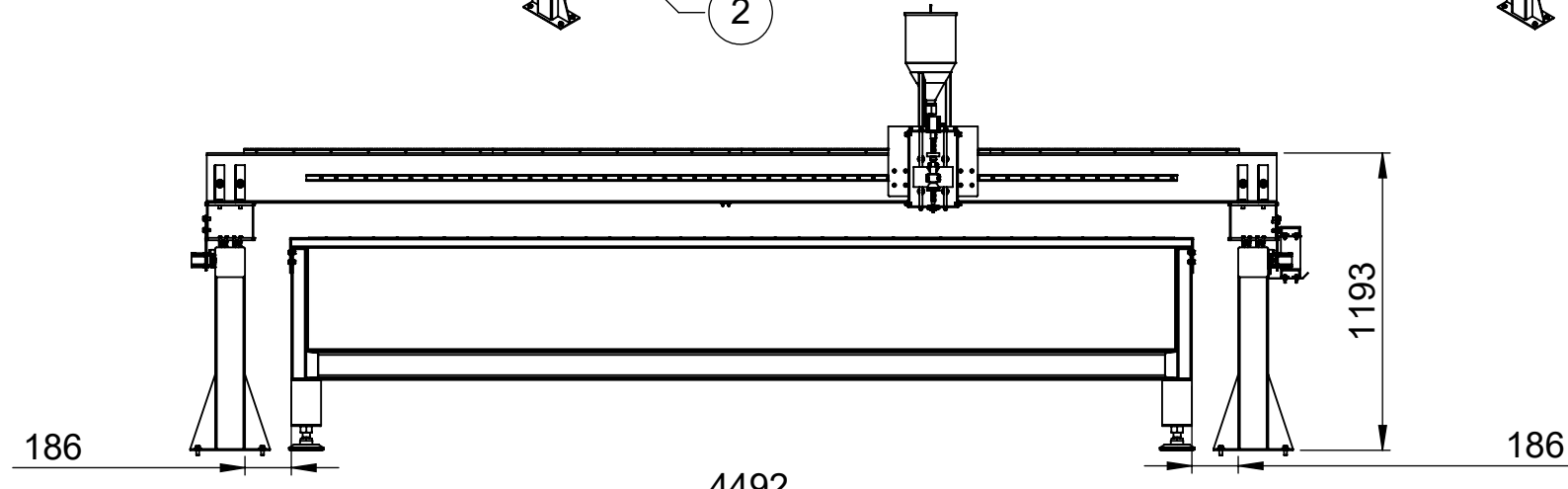
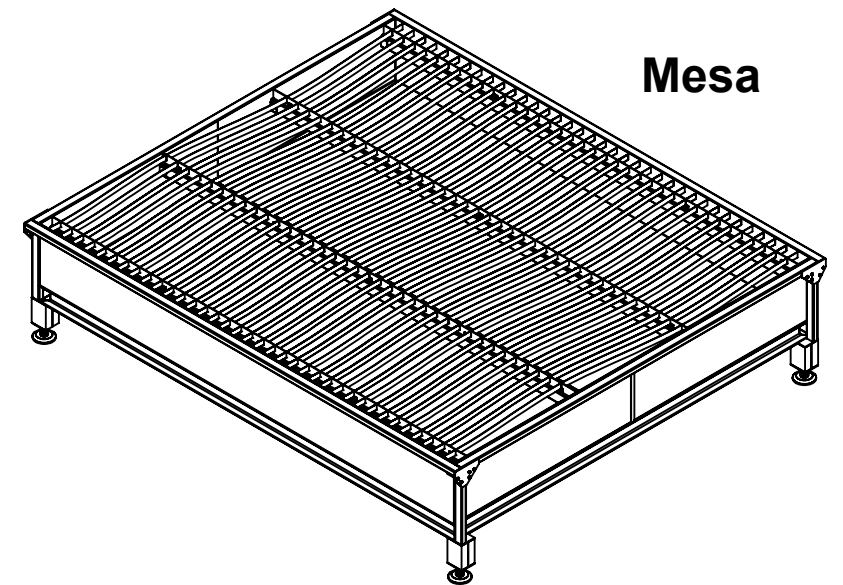
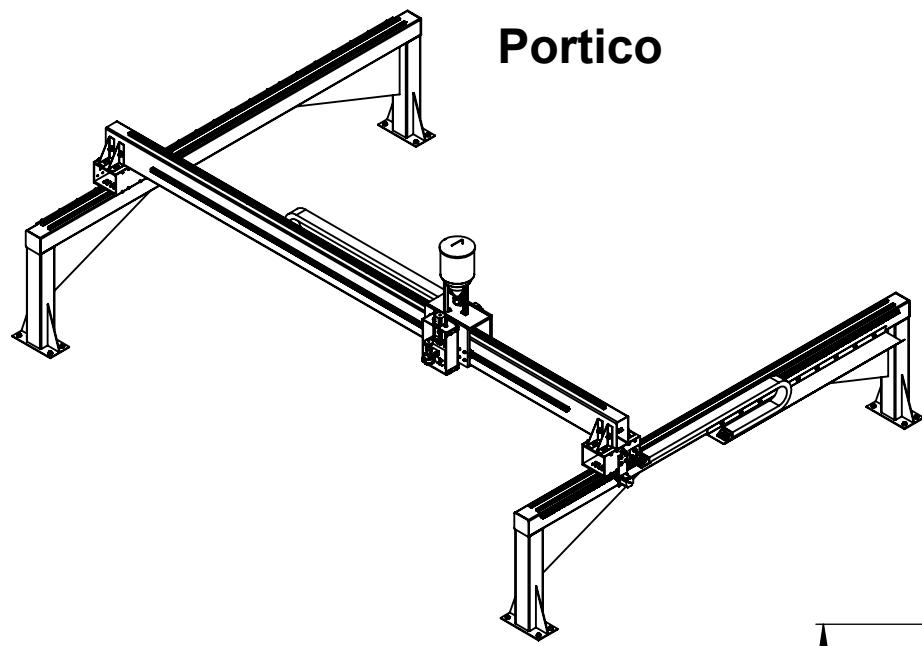
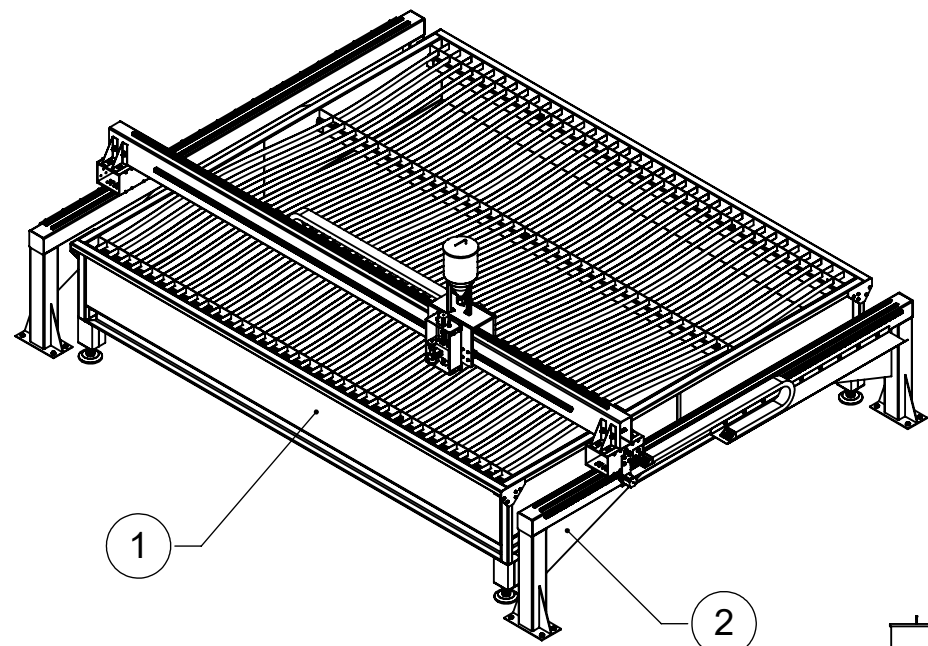
**Fax:** 1-949-608-7298

**Web:** <http://www.leadshineusa.com>

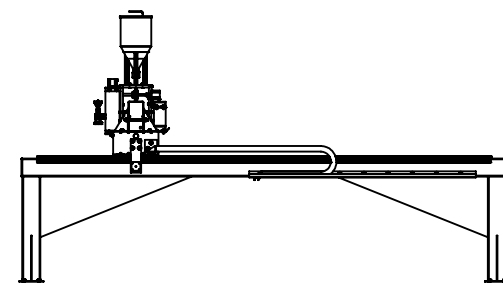
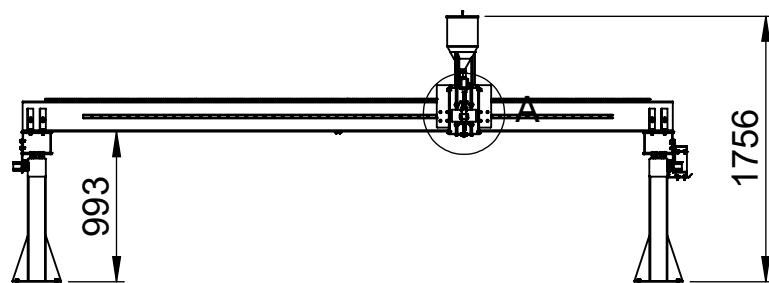
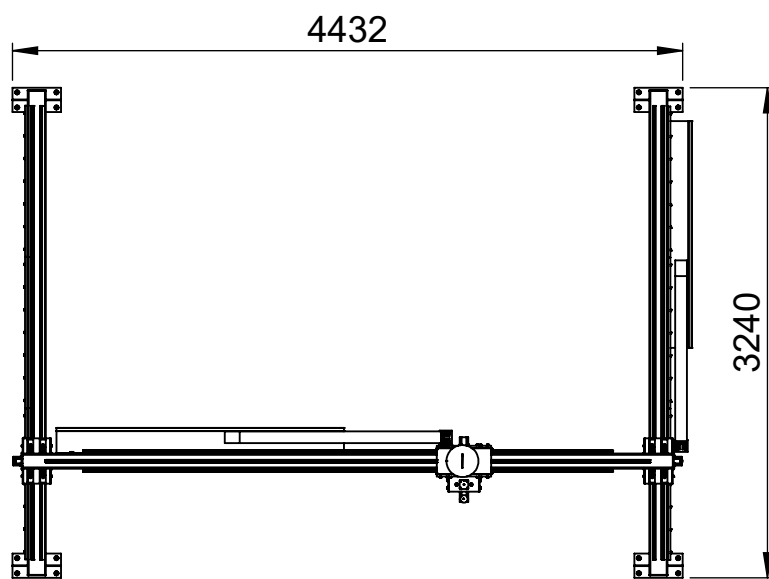
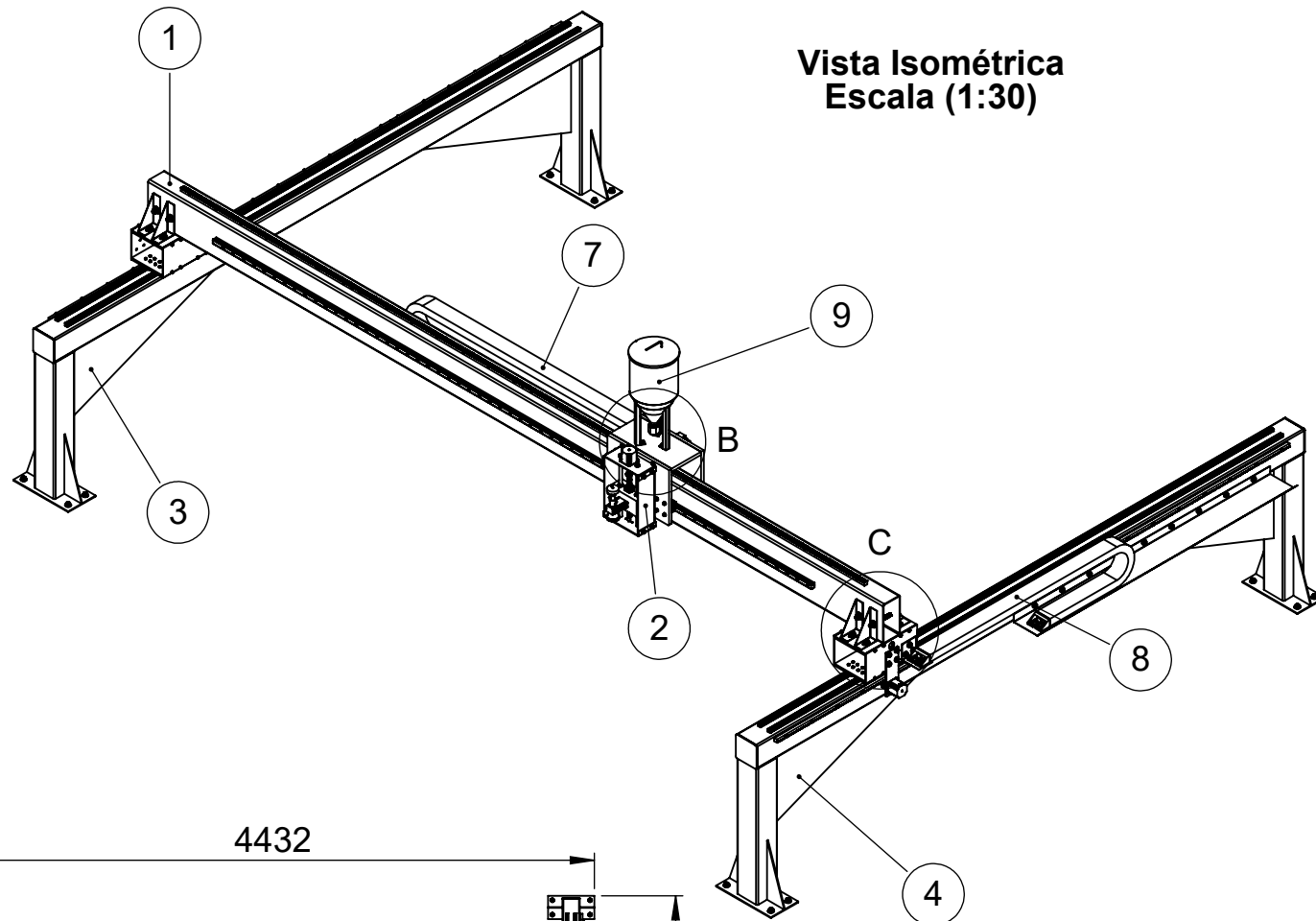
**Email:** [sales@leadshineusa.com](mailto:sales@leadshineusa.com) and [support@leadshineusa.com](mailto:support@leadshineusa.com).

# **ANEXO 5**

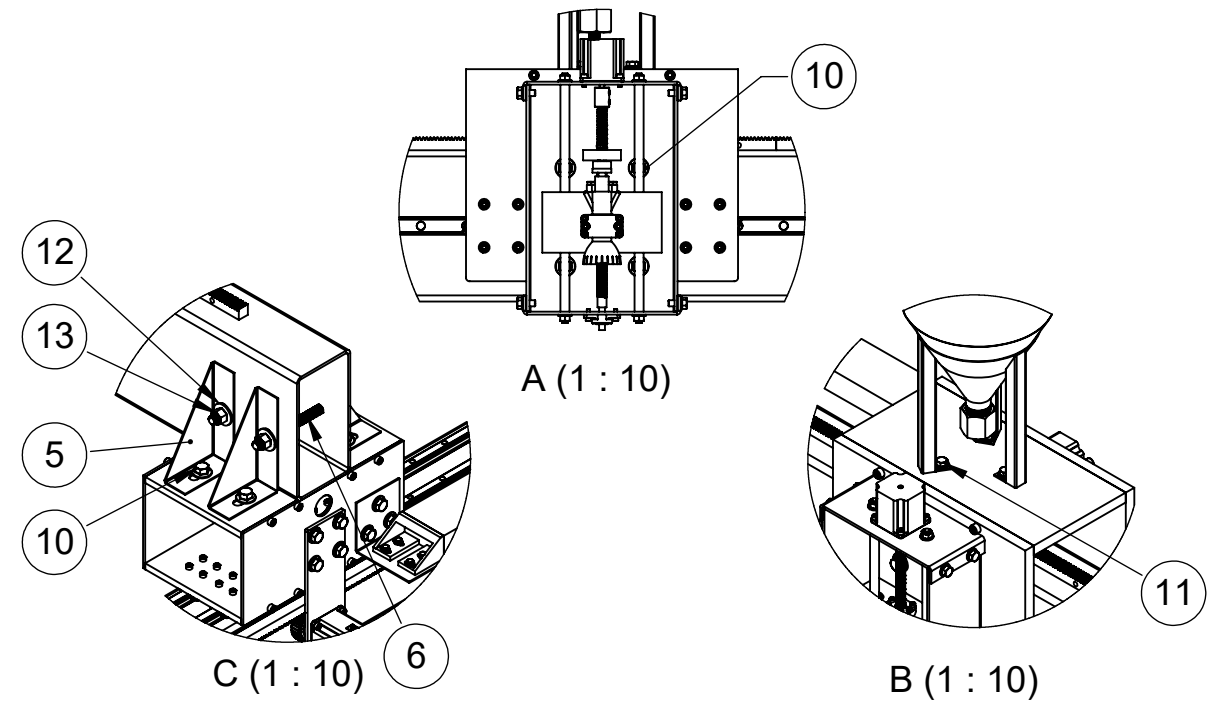
**“Planimetría”**



2	1	PORTICO	PH-PO-00-00		
1	1	MESA	PH-ME-00-00		
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó	07/2020	Carrere J	UTN FRSF	
	Dibujó	07/2020	Rosso M		
	Revisó				
	Aprobó				
Escala		<p style="text-align: center;"><b>PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE</b></p>			N° Plano cliente REVISION 2
1:30					
					N° plano PH-00-00-00
Formato A3					

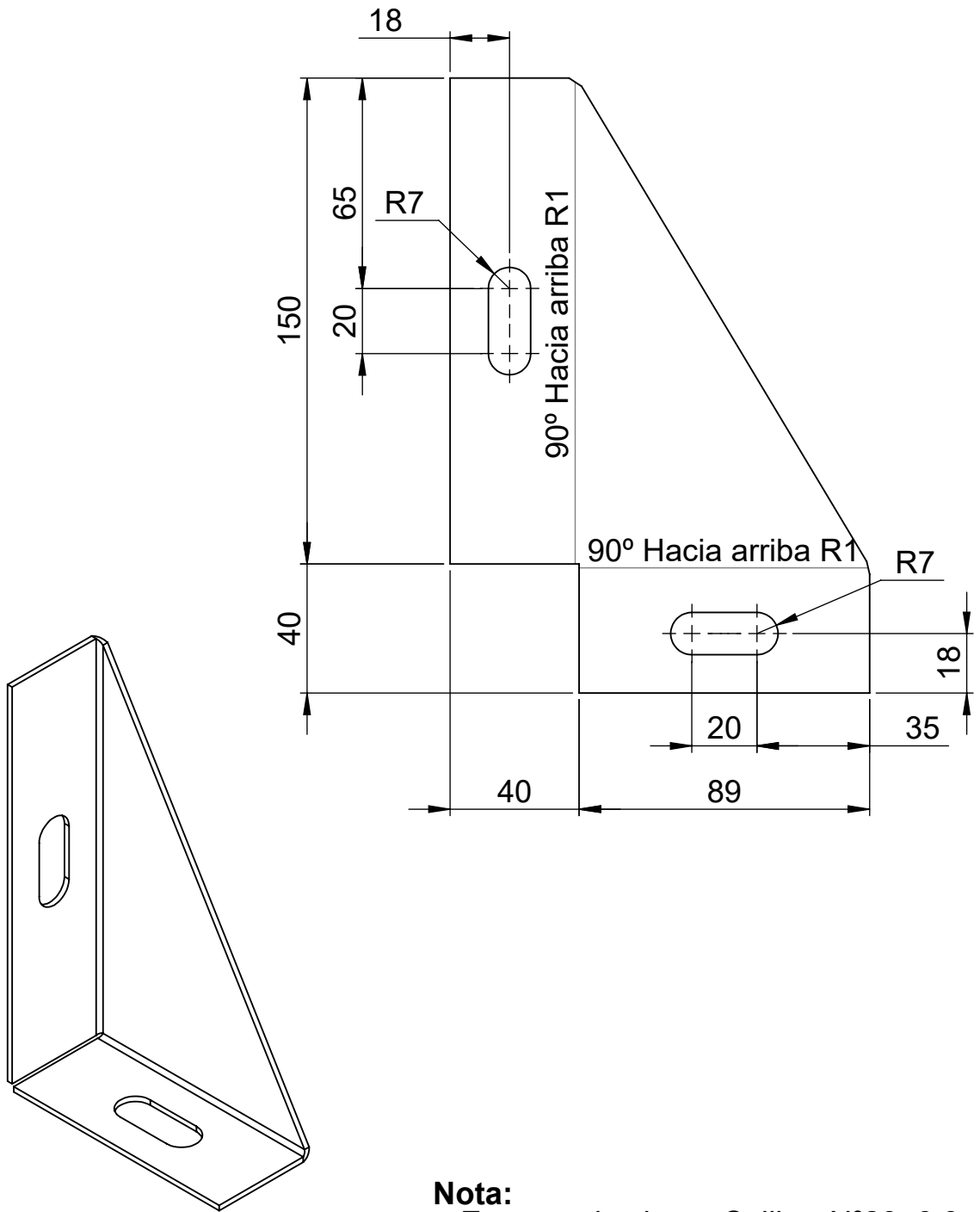


Vista Isométrica  
Escala (1:30)



13	8	Tuerca - M12	DIN 934	Zincada	
12	8	Arandela Plana 1/2"	ANSI 18.22	Zincada	
11	3	Tornillo Hex- M8 x 20	DIN 6921	Zincado	
10	12	Tornillo Hex- M12 x 25	DIN 6921	Zincado	
9	1	Tolva soldada	PH-PO-04-00	-	
8	1	Cable Cadena Eje X (std)	FESMA- L=1600 Cód:FB240.60.75	-	
7	1	Cable cadena Eje Y (std)	FESMA-L=1850 Cód:FB240.60.75	-	
6	4	Varilla roscada M12	-	Zincada	Largo= 150mm
5	8	Escuadra Soporte	PH-PO-00-01	SAE 1020	
4	1	EJE X - D	PH-PO-01-00	-	Derecho
3	1	EJE X - I	PH-PO-01-00	-	Izquierdo
2	1	EJE Z	PH-PO-03-00	-	
1	1	EJE Y	PH-PO-02-00	-	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones

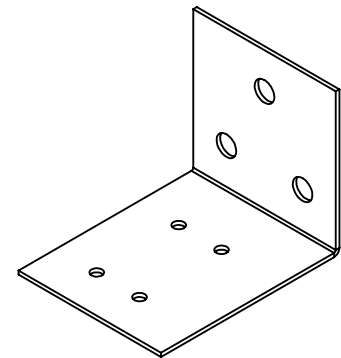
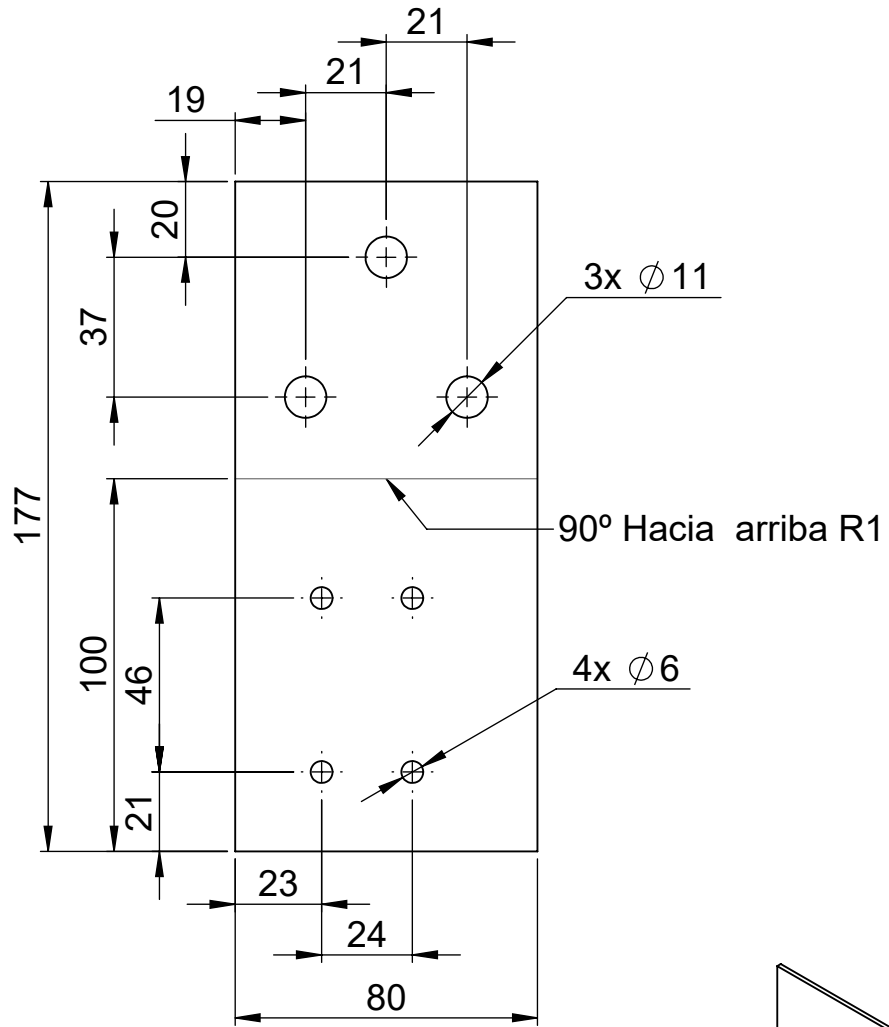
Tolerancias generales	Proyectó	07/2020	Carrere J	Cliente	Posición 02 en PH-00-00-00
	Dibujó	12/2020	Rosso M		
	Revisó				
	Aprobó				
Escala	1:50			PORTICO	PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
Formato	A3				N° Plano cliente
					N° plano PH-PO-00-00
					Pág. 1/1



**Nota:**

-Espesor de chapa Calibre N°20=0,9mm

5	8	Escuadra soporte	PH-PO-00-01	SAE 1010	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1010
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
	ISO 2768 mL	Escala 1:2	<b>ESCUADRA SOPORTE</b>		PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	N° Plano cliente				
Formato A4	N° plano PH-PO-00-01	Pág. 1/1			



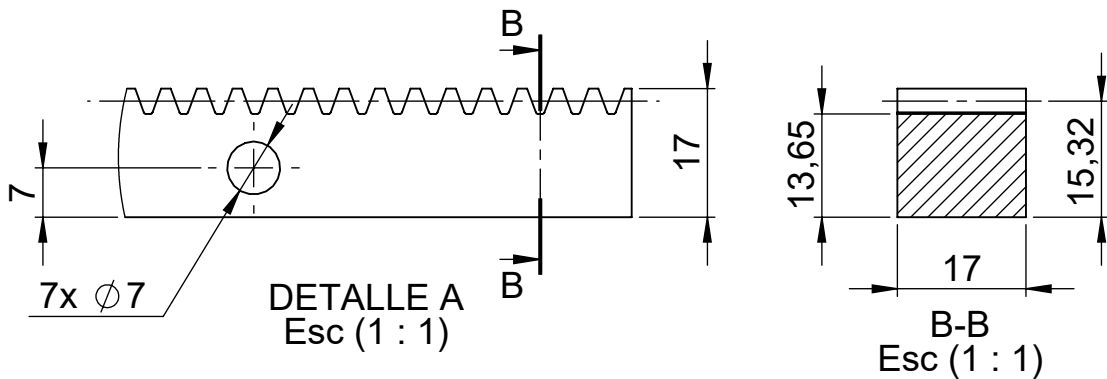
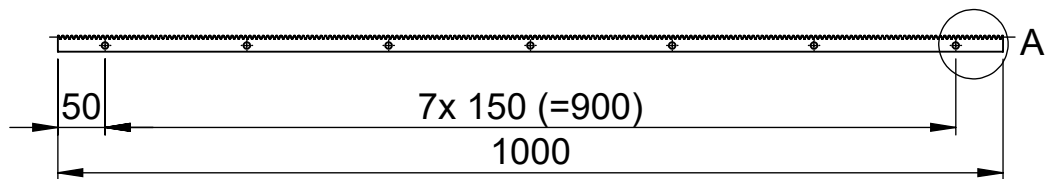
Vista Isométrica  
Esc (1:3)

**Notas:**

- Espesor de chapa: N°20=0,9mm
- Pieza utilizada en PH-PO-01-00: Posición 13
- Pieza utilizada en PH-PO-02-00: Posición 11

-	2	Soporte para portacable	PH-PO-ST-01	SAE 1010	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1010
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
ISO 2768 mL	Escala	SOPORTE PARA PORTACABLE			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	1:2				N° Plano cliente REVISION 2
					N° plano PH-PO-ST-01
	Formato A4				



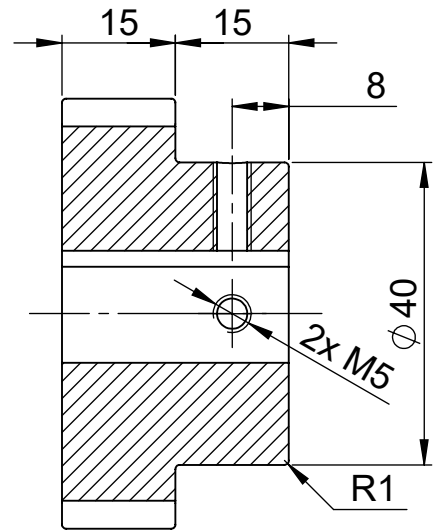
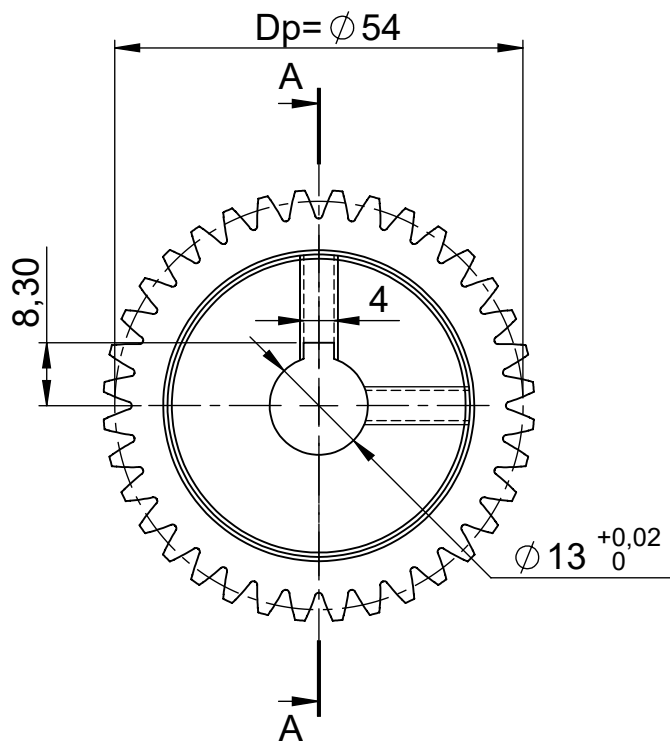


**Notas:**

- Pieza utilizada en PH-PO-01-00: Posición 09
- Pieza utilizada en PH-PO-02-00: Posición 13
- Este piñon es una pieza standar. El plano se utilizará para su fabricacion, solo en el caso que el proveedor no posea stock

Datos Cremallera		
Módulo	m	1,5
Nº de dientes	Z	-
Angulo de presión	$\alpha$	20°
Diámetro Primitivo	Dp	-
Diámetro Exterior	De	-
Altura del diente	h	3,37
Paso	P	4,71

Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
-	7	Cremallera X (std)	PH-PO-ST-02	SAE 1045	Fabricante: INGIA
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1045
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				Obs:
	Aprobó				
	Escala	CREMALLERA X (STD)			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	1:8				Nº Plano cliente
	Formato				Nº plano PH-PO-ST-02
A4				Pág. 1/1	

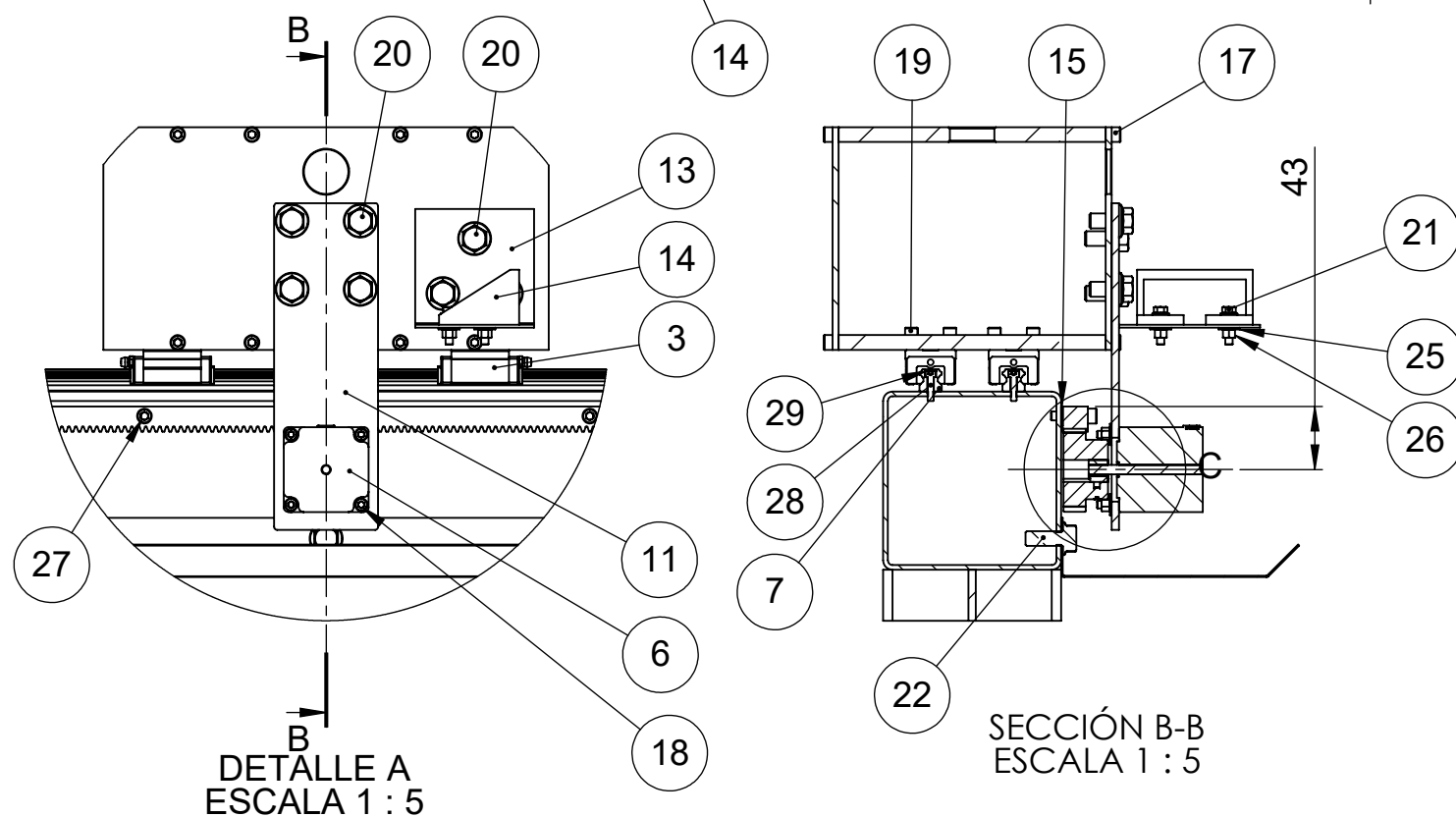
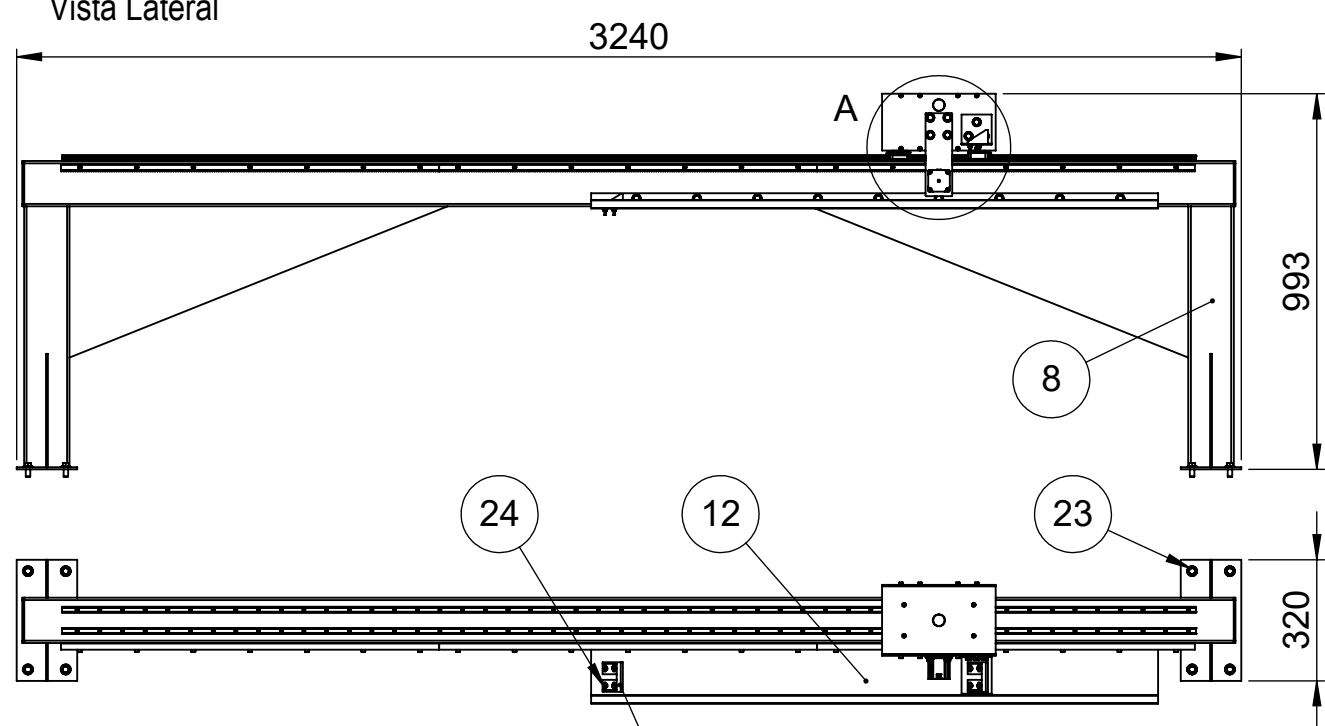
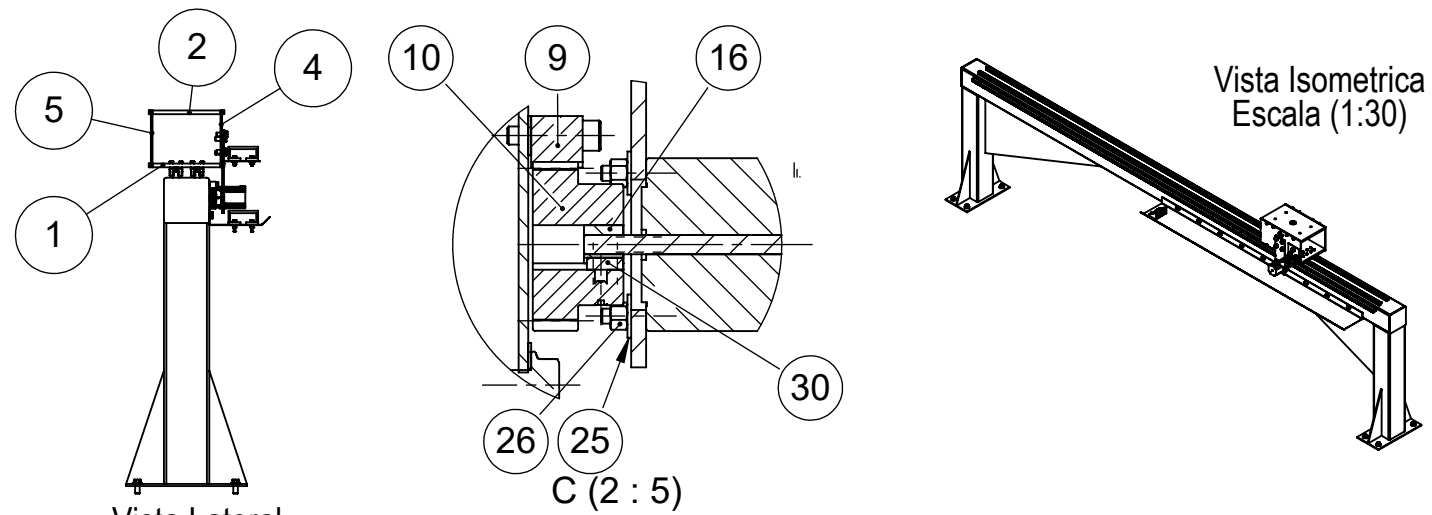


SECCIÓN A-A

**Notas:**

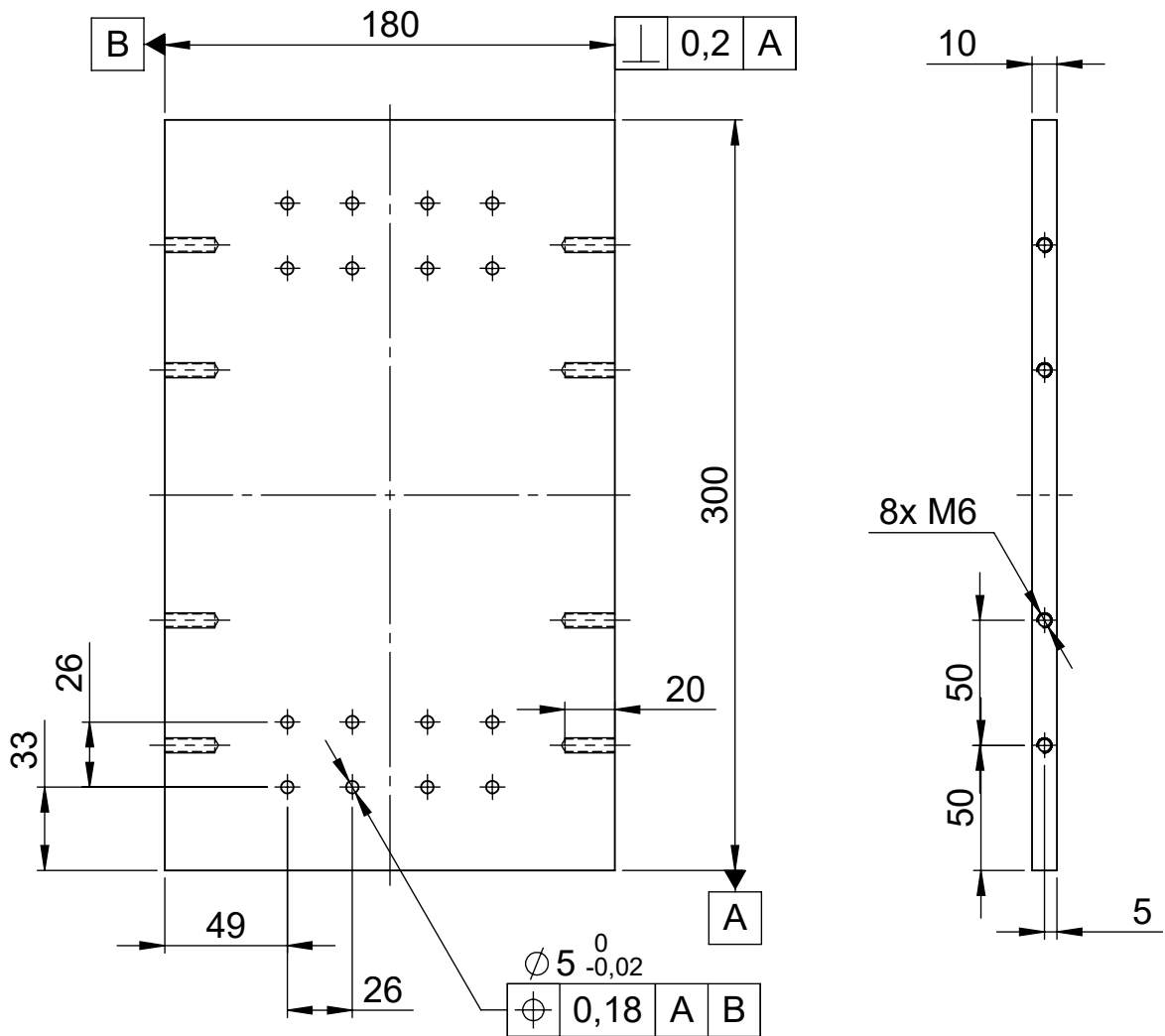
- Pieza utilizada en PH-PO-01-00: Posición 10
- Pieza utilizada en PH-PO-02-00: Posición 14
- Este piñon es una pieza standar. El plano se utilizará para su fabricacion, solo en el caso que el proveedor no posea stock

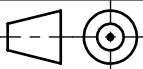
Datos Engranaje					
Módulo	m	1,5			
Nº de dientes	Z	36			
Ángulo de presión	$\alpha$	20°			
Diámetro Primitivo	Dp	54			
Diámetro Exterior	De	57			
Altura del diente	h	3,38			
Paso	P	4,71			
-	2	Piñon X (std)	PH-PO-ST-03	SAE 1045	Proveedor: INGIA
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1045
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				Obs:
	Aprobó				
ISO 2768 mL	Escala	PIÑON X (STD)			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	1:1				Nº Plano cliente
					Nº plano PH-PO-ST-03
	Formato A4				Pág. 1/1

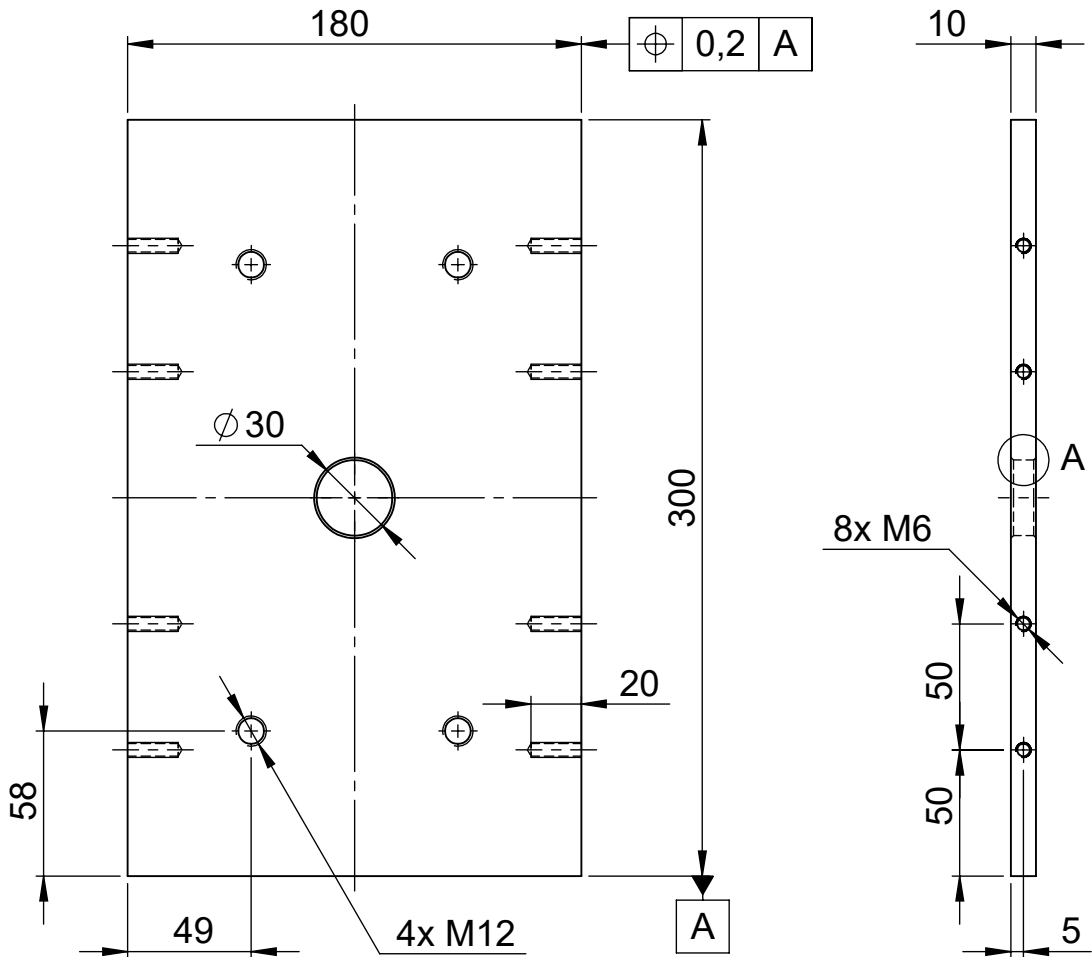


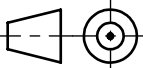
30	1	Chaveta 4 x 4 x 12	DIN 6885 - A	SAE 1045	
29	100	Tapon guia lineal X (std)	Marca: HIWIN		incluidos con las guias
28	100	Tornillo Allen M4 x 16	DIN 912	Zincado	
27	21	Tornillo Allen - M6 x 25	DIN 912	Zincado	
26	12	Tuerca - M5	Din 934	Zincada	
25	12	Arandela plana - 1/2"	ANSI 18.22	Zincado	
24	4	Tornillo Hex - M5 x 25	DIN 9621	Zincado	
23	8	Tornillo Hex - M12 x 25	DIN 9621	Zincado	
22	9	Tornillo Hex - M10 x 25	DIN 9621	Zincado	
21	4	Tornillo Hex - M5 x 20	DIN 9621	Zincado	
20	7	Tornillo Hex -M10 x 20	DIN 9621	Zincado	
19	16	Tornillo Allen M5 x 16	DIN 912	ISO 898-1 Clase 12.9	
18	4	Tornillo Allen M5 x 20	DIN 912	ISO 898-1 Clase 12.9	
17	16	Tornillo Allen M6 x 16	DIN 912	ISO 898-1 Clase 12.9	
16	1	Acople eje X	PH-PO-01-09	SAE 1045	
15	3	Separador cremallera	PH-PO-01-08	SAE 1010	
14	2	Final cablecadena (std)	FESMA TF240.60.46	Galvanizado	Solo Eje X Derecho
13	1	Soporte para portacable	PH-PO-ST-01	SAE 1010	Solo Eje X Derecho
12	1	Chapa portacables X	PH-PO-01-07	SAE 1010	Solo Eje X Derecho
11	1	Soporte motor	PH-PO-01-06	SAE 1020	
10	1	Piñon X (std)	PH-PO-ST-03	SAE 1045	
9	3	Cremallera X (std)	PH-PO-ST-02	SAE 1045	
8	1	Patas	PH-PO-01-05	SAE 1020	
7	2	Guia eje X (Std)	-	-	HIWIN - mod: HGR15R3000
6	1	Motor PaP N23 (Std)	-	-	
5	1	Chapa lateral Dos	PH-PO-01-04	SAE 1020	
4	1	Chapa lateral Uno	PH-PO-01-03	SAE 1020	
3	4	Patin Lineal X (Std)	-	-	HIWIN - mod: HGH15CA
2	1	Chapa Superior	PH-PO-01-02	SAE 1020	
1	1	Chapa Inferior	PH-PO-01-01	SAE 1020	

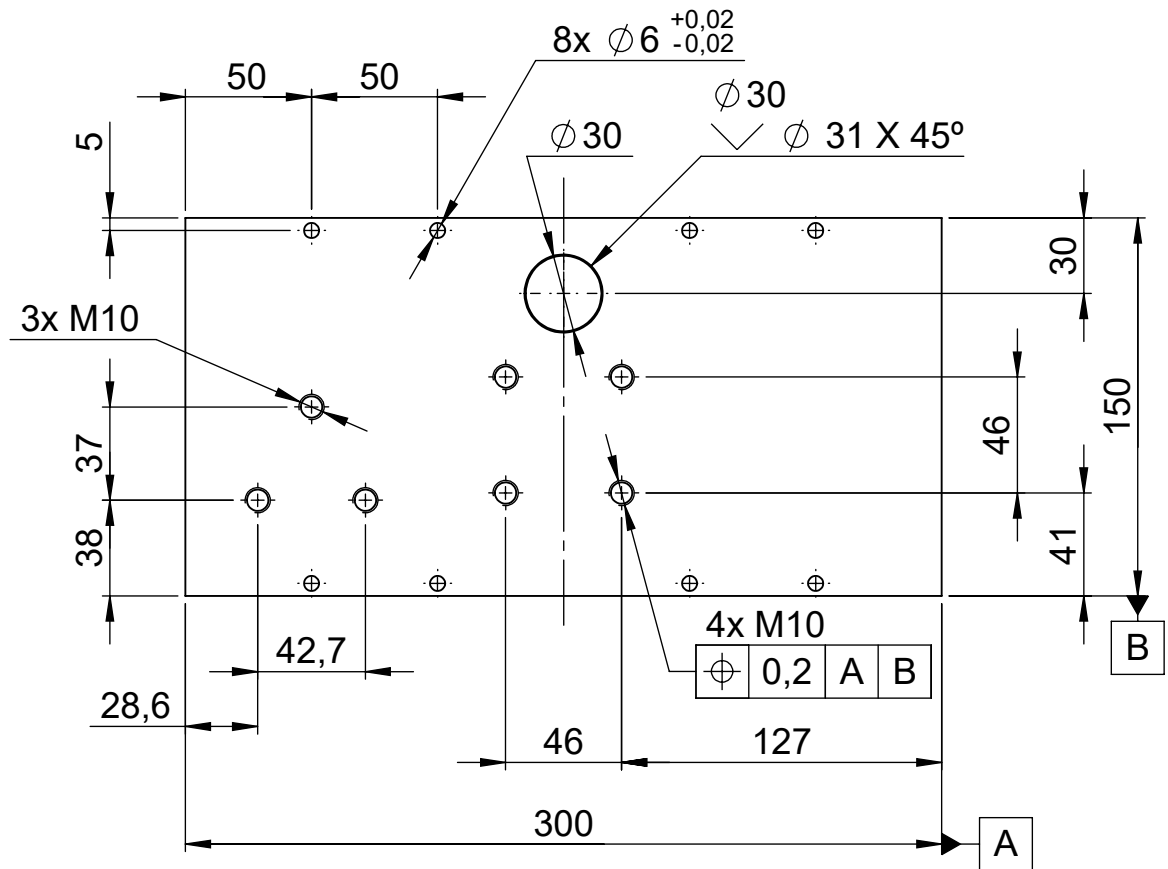
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales		Proyectó 07/2020 Carrere J	UTN FRSF	Obs: Solo el subconjunto derecho se le instala la "chapa portacables" Posición 03 y 04 en PH-PO-00-00	
		Dibujó 12/2020 Rosso M			
		Revisó			
		Aprobó			
Escala 1:20		EJEX		PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
Formato A3				N° Plano cliente REVISION 2	
				N° plano PH-PO-01-00	Pág. 1/1



1	1	Chapa Inferior	PH-PO-01-01	SAE 1020	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1020
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
ISO 2768 mL	Escala	CHAPA INFERIOR			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	1:3				N° Plano cliente
					N° plano PH-PO-01-01
	Formato A4				Pág. 1/1

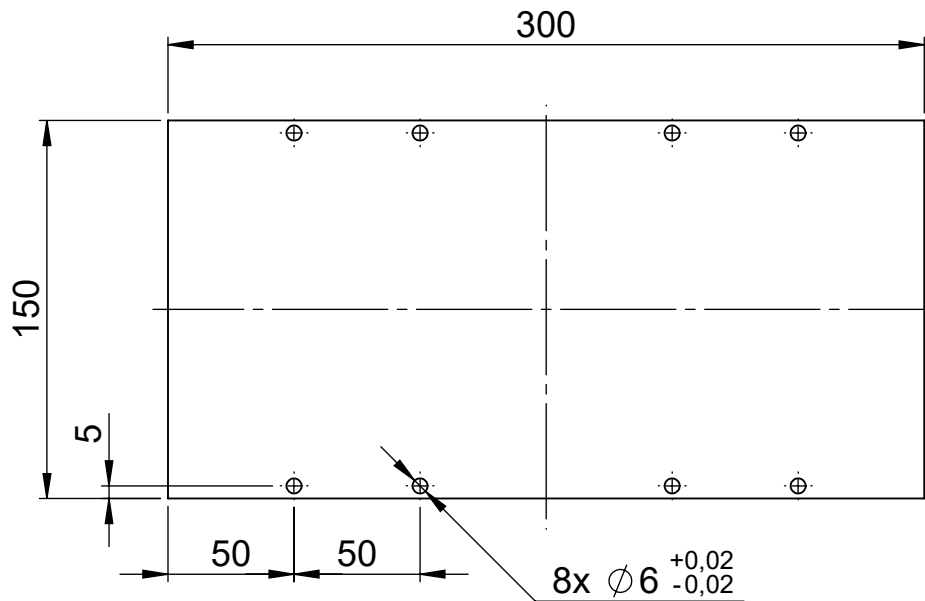


2	1	Chapa Superior	PH-PO-01-02	SAE 1020	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1020
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
ISO 2768 mL	Escala	CHAPA SUPERIOR			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	1:3				N° Plano cliente
					N° plano PH-PO-01-02
	Formato A4				Pág. 1/1

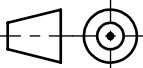


**Nota:**  
 Espesor de la chapa: 3/16"

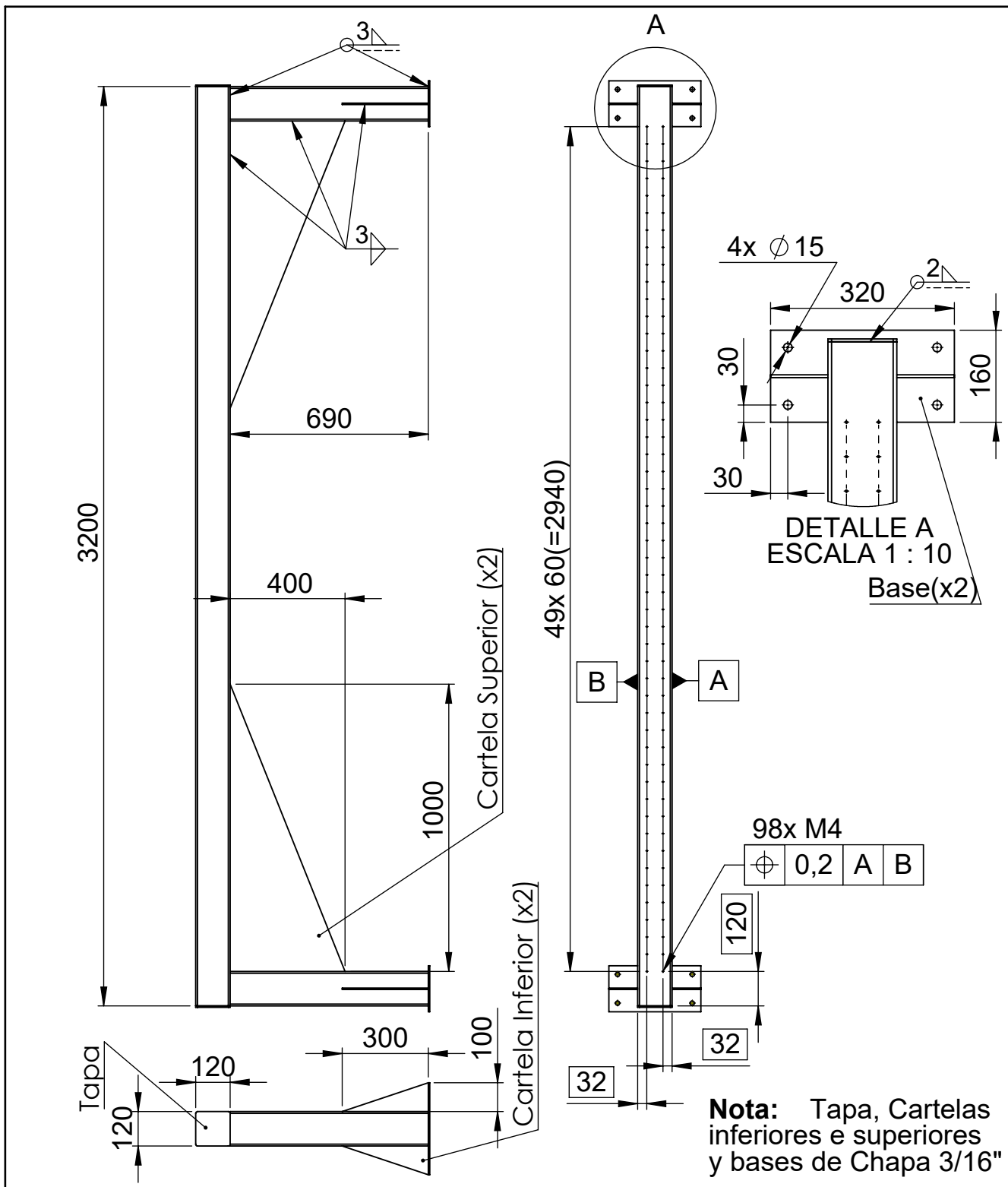
4	1	Chapa Lateral Uno	PH-PO-01-03	SAE 1020	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1020
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
	ISO 2768 mL	Escala 1:3	<b>CHAPA LATERAL UNO</b>		
	Formato A4	N° Plano cliente REVISION 2			
		N° plano PH-PO-01-03			



**Nota:**  
 Espeso de la chapa: 3/16"

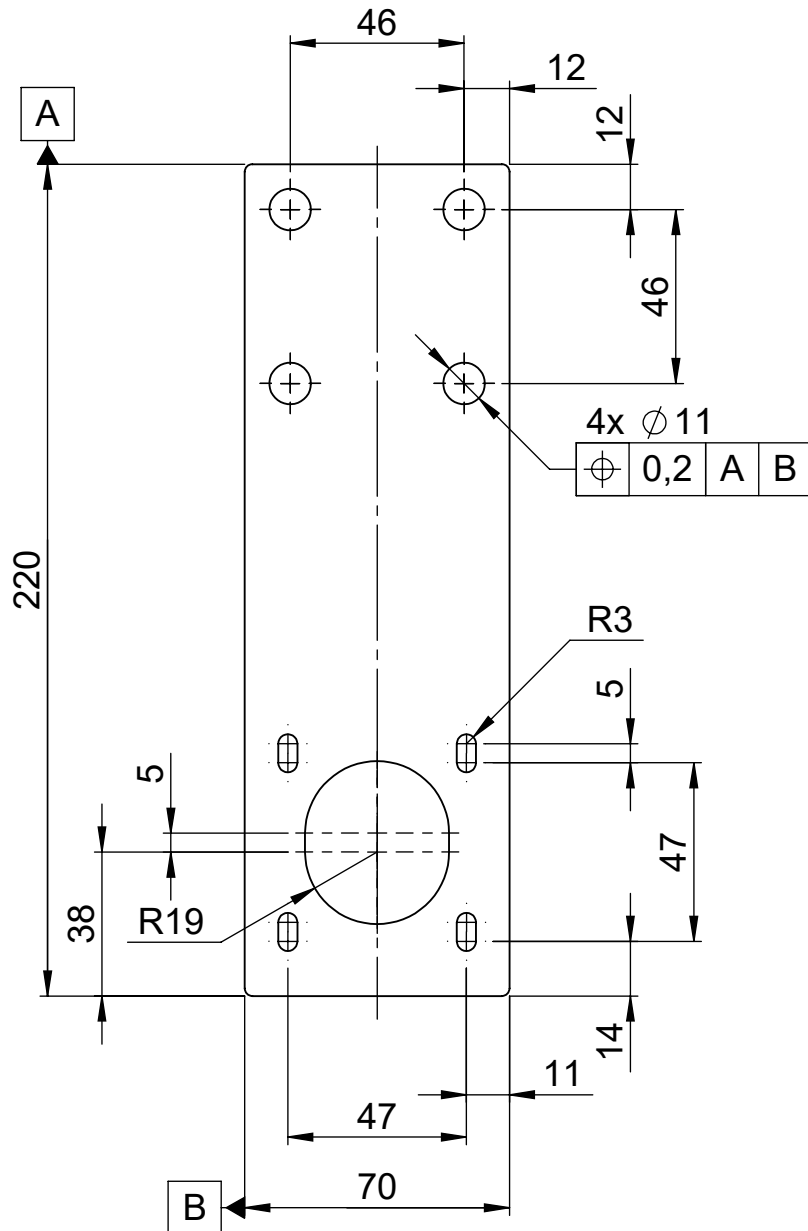
5	1	Chapa lateral Dos	PH-PO-01-04		
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1020
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
	ISO 2768 mL	Escala 1:3	<b>CHAPA LATERAL DOS</b>		PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
		N° Plano cliente			
Formato A4		N° plano PH-PO-01-04			Pág. 1/1





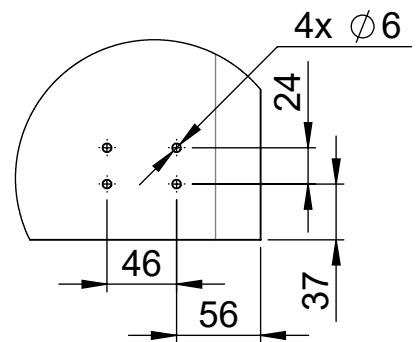
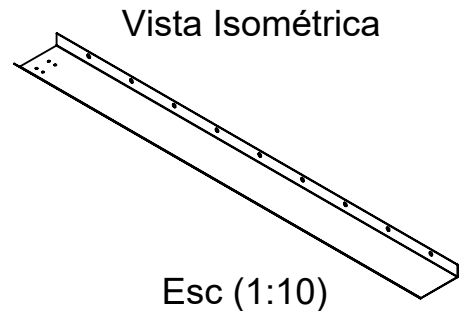
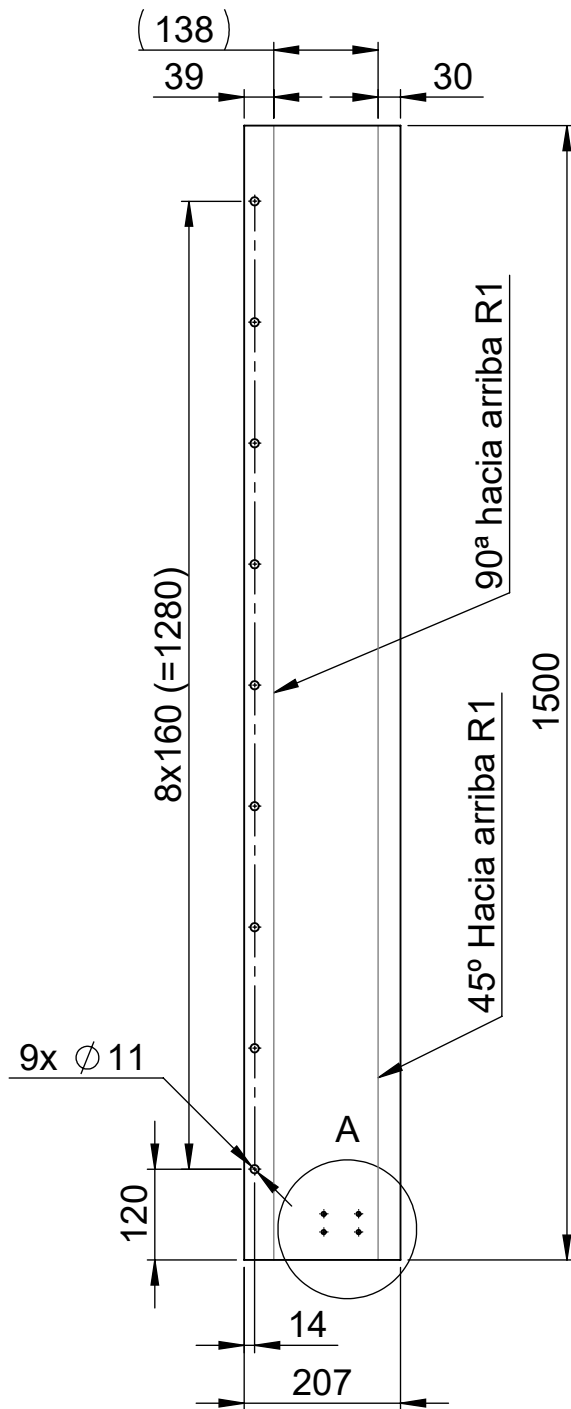
**Nota:** Tapa, Cartelas inferiores e superiores y bases de Chapa 3/16"

Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones	
1	1	Patas	PH-PO-01-05	SAE 1010		
Tolerancias generales		Proyectó	Carrere J.	Cliente <b>UTN FRSF</b>	Material: SAE 1020	
		Dibujó	Rosso M.			
		Revisó				
		Aprobó				
ISO 2768 mL		Escala	<b>PATAS</b>		PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
		1:20			N° Plano cliente	
					N° plano PH-PO-01-05	Pág. 1/1
		Formato A4				

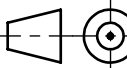


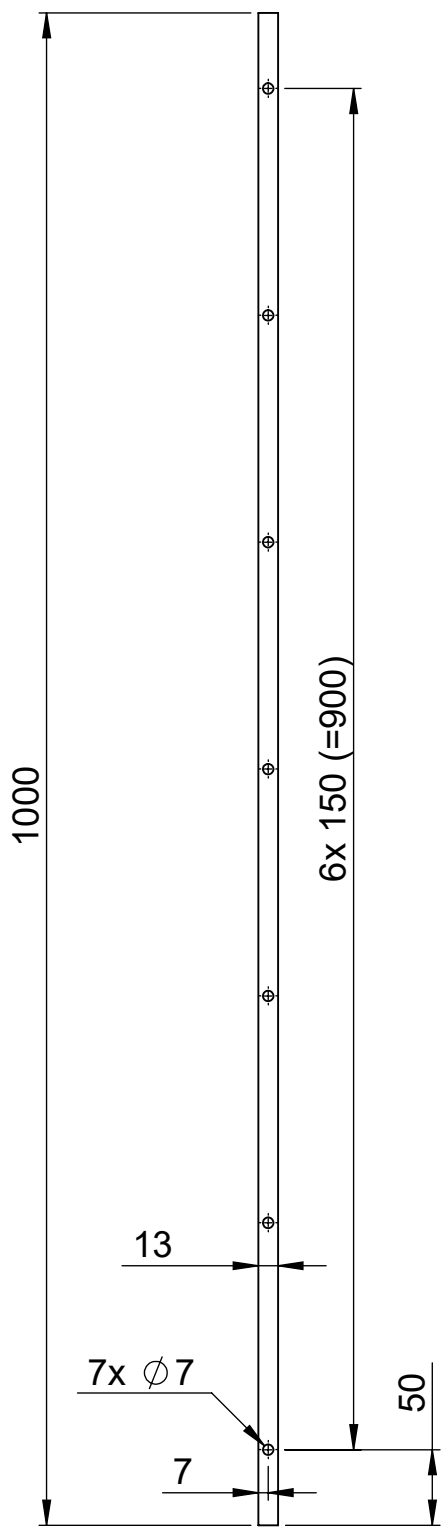
**Nota:**  
Espesor de chapa: 3/16"

11	1	Soporte motor	PH-PO-01-06	SAE 1020	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó	Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1020	
	Dibujó	Rosso M.			
	Revisó				
	Aprobó				
	ISO 2768 mL	Escala 1:2	<b>SOPORTE MOTOR</b>		PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	Formato A4	N° Plano cliente			
		N° plano PH-PO-01-06			Pág. 1/1



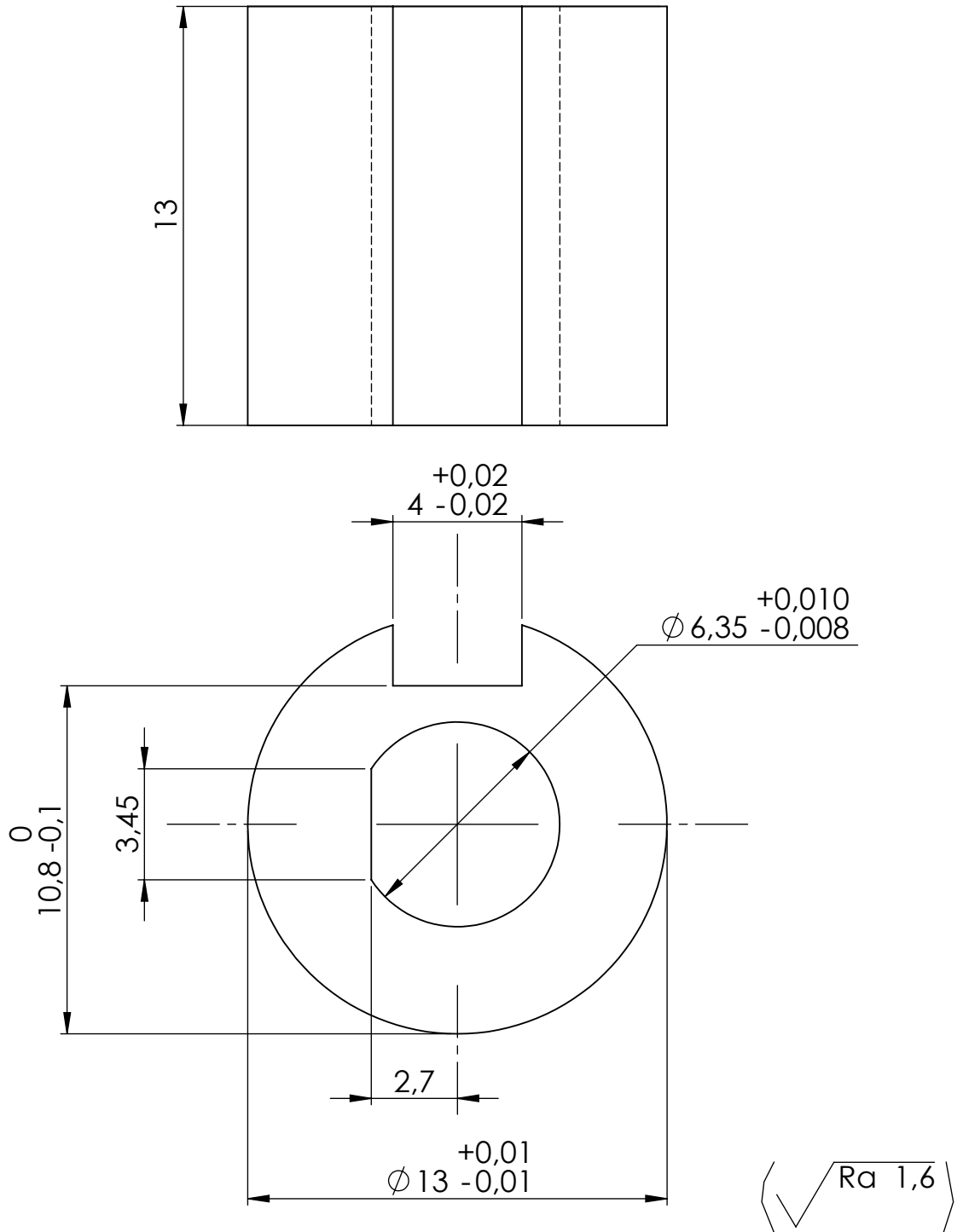
**Nota:**  
-Espesor de chapa Calibre N°20=0,9mm

12	1	Chapa portacables X	PH-PO-01-07	SAE 1010	Solo Eje X Derecho
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1020
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
ISO 2768 mL	Escala	CHAPA PORTACABLES X			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	1:10				N° Plano cliente REVISION 2
					N° plano PH-PO-01-07
	Formato A4				

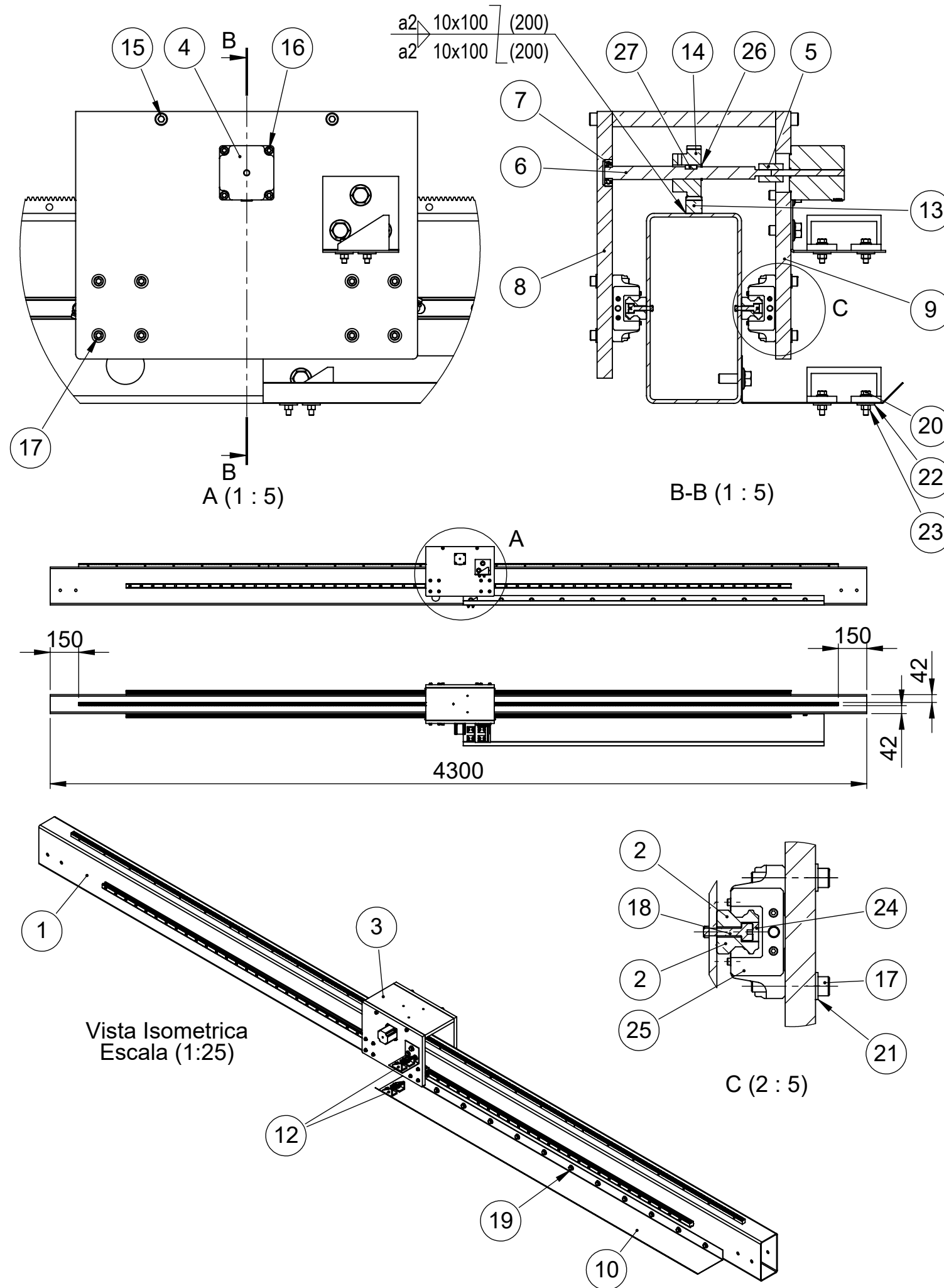


**Nota:**  
 Espeso del fleje:  
 Chapa N° 20=0,9mm

15	3	Separador cremallera	PH-PO-01-08	SAE 1020	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1020
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
	ISO 2768 mL	Escala 1:5	<b>SEPARADOR CREMALLERA</b>		
		N° Plano cliente REVISION 2			
Formato A4		N° plano PH-PO-01-08			

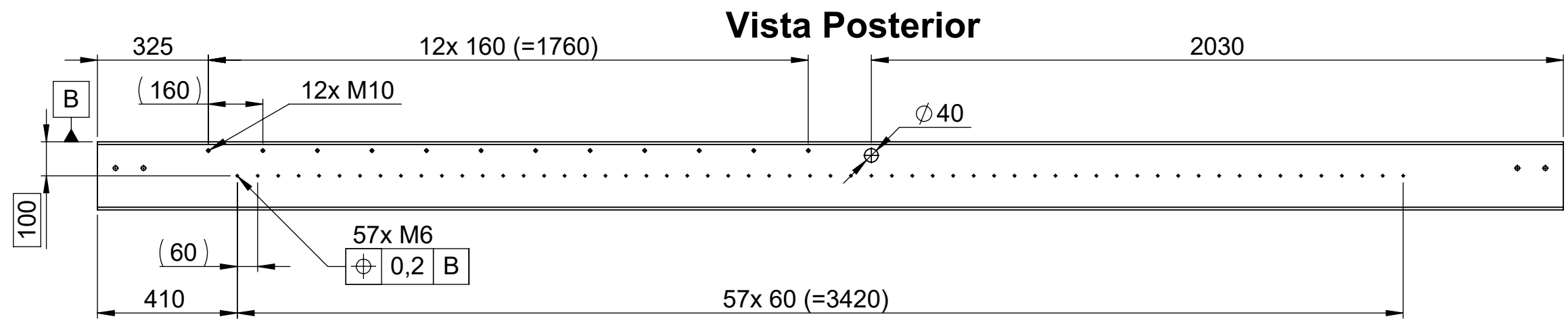


1	1	Acople eje X	PH-PO-01-09	SAE 1045	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó	Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1045	
	Dibujó	Rosso M.			
	Revisó				
	Aprobó				
	ISO 2768 mL	Escala 5:1	ACOPLE EJE X		PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
		N° Plano cliente			
Formato A4		N° plano PH-PO-01-09			Pág. 1/1

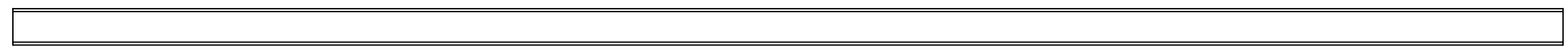


27	1	Chaveta 4x4x12	DIN 6885	SAE 1045	DIN 6885
26	1	Seeger 13mm	DIN 471	Zincado	DIN 471
25	4	Patin lineal Y (Std)	HIWIN - Mod: HGW25CA		Marca: HIWIN
24	116	Tapon guia lineal Y (std)	-		Incluidos con las guias (posicion 02)
23	8	Tuerca M5	DIN 934	Zincada	
22	8	Arandela Plana - 1/4"	ANSI 18.22	Zincada	
21	16	Arandela plana - 3/16"	ANSI 18.22	Zincada	
20	8	Tornillo Hex - M5 x 20	DIN 6921	Zincado	
19	15	Tornillo Hex - M10 x 25	DIN 6921	Zincado	
18	116	Tornillo Allen M6 x 20	DIN 912	ISO 898-1 Clase 12.9	
17	16	Tornillo Allen M6 x 35	DIN 912	ISO 898-1 Clase 12.9	
16	4	Tornillo Allen M5 x 12	DIN 912	ISO 898-1 Clase 12.9	
15	4	Tornillo Allen M8 x 35	DIN 912	ISO 898-1 Clase 12.9	
14	1	Piñon Y (std)	PH-PO-ST-03	SAE 1045	Proveedor: INGIA
13	4	Cremallera Y (std)	PH-PO-ST-02	SAE 1045	Proveedor: INGIA
12	2	Final cablecadena (std)	-	-	
11	1	Soporte para portacable	PH-PO-ST-01	SAE 1010	
10	1	Chapa Portacables Y	PH-PO-02-06	SAE 1010	
9	1	Chapa Trasera	PH-PO-02-05	SAE 1020	
8	1	Chapa Frontal	PH-PO-02-04	SAE 1020	
7	1	Rodamiento diam 12 (std)	W 6001 - 2RS1	SKF	
6	1	Eje Transmision Y	PH-PO-02-03	SAE 1020	
5	1	Acople Flexible (Std)	-	Aluminio	6.35x6.36x25 [mm]
4	1	Motor PaP N23 (Std)	Leadshine - Mod: 57CM06	-	Marca: Leadshine
3	1	Chapa superior	PH-PO-02-02	SAE 1020	
2	2	Guia Lineal (std)	HIWIN - mod: HGR25R3500		Marca: HIWIN
1	1	Perfil 200x100	PH-PO-02-01	SAE 1010	

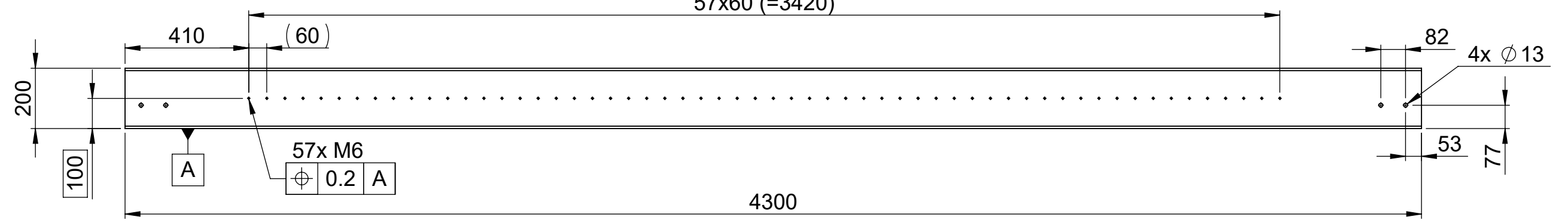
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales		Proyectó	07/2020 Carrere J	Cliente	
		Dibujó	12/2020 Rosso M	UTN FRSF	
		Revisó			
		Aprobó			
		Escala	1:25	<b>EJEY</b> Posición 01 en PH-PO-00-00 PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE N° Plano cliente REVISION 2 N° plano PH-PO-02-00	
		Formato	A3		
					Pág. 1/1



**Vista Superior**



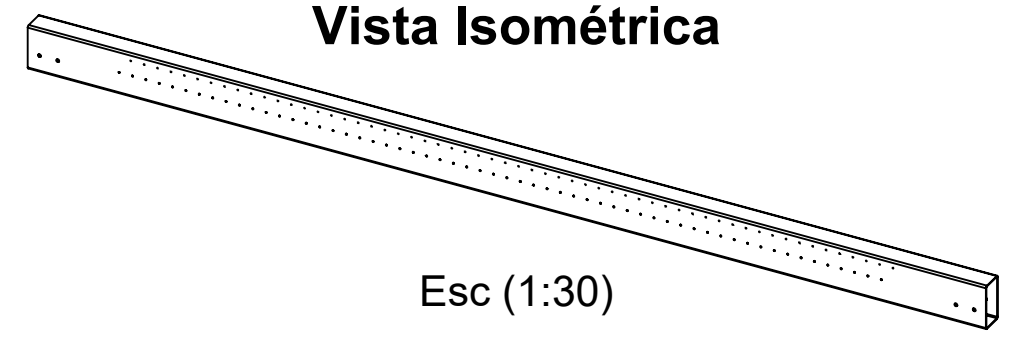
**Vista Frontal**

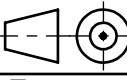


**Vista Inferior**

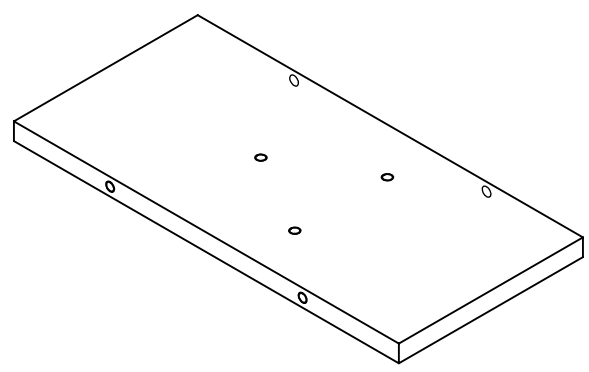
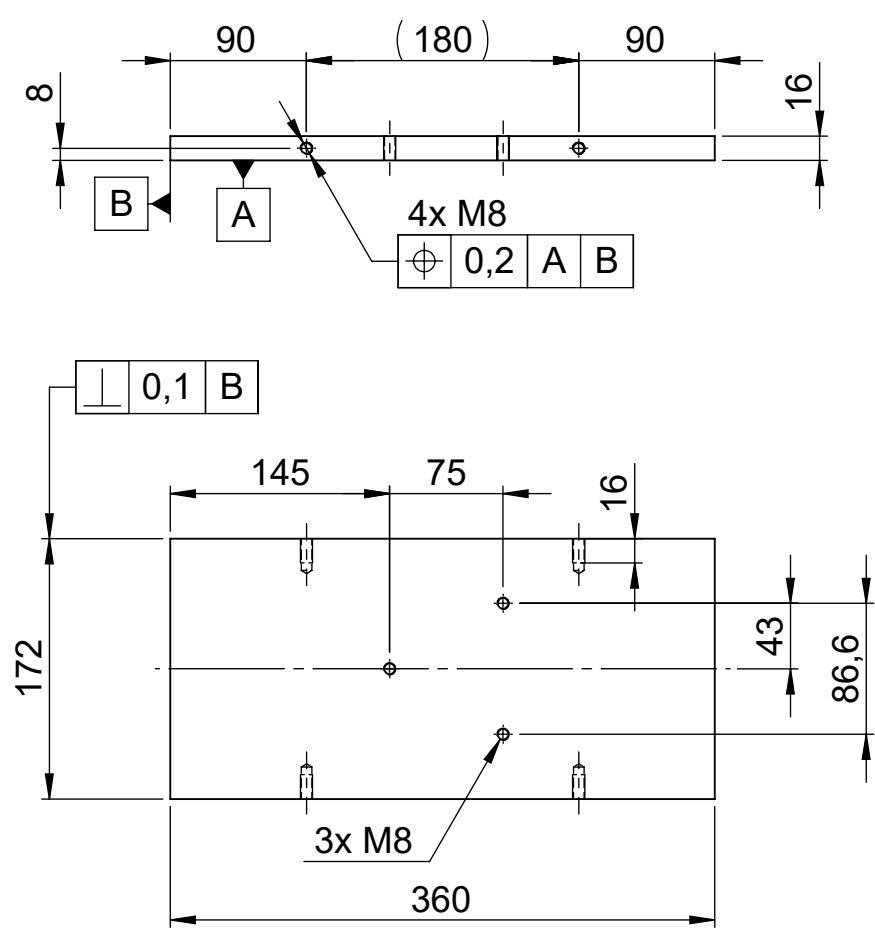


**Vista Isométrica**

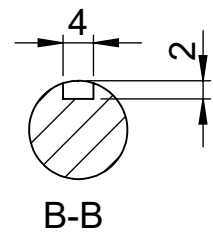
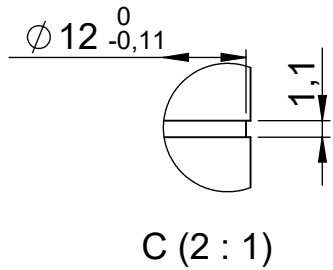
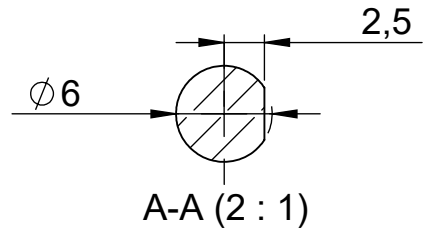
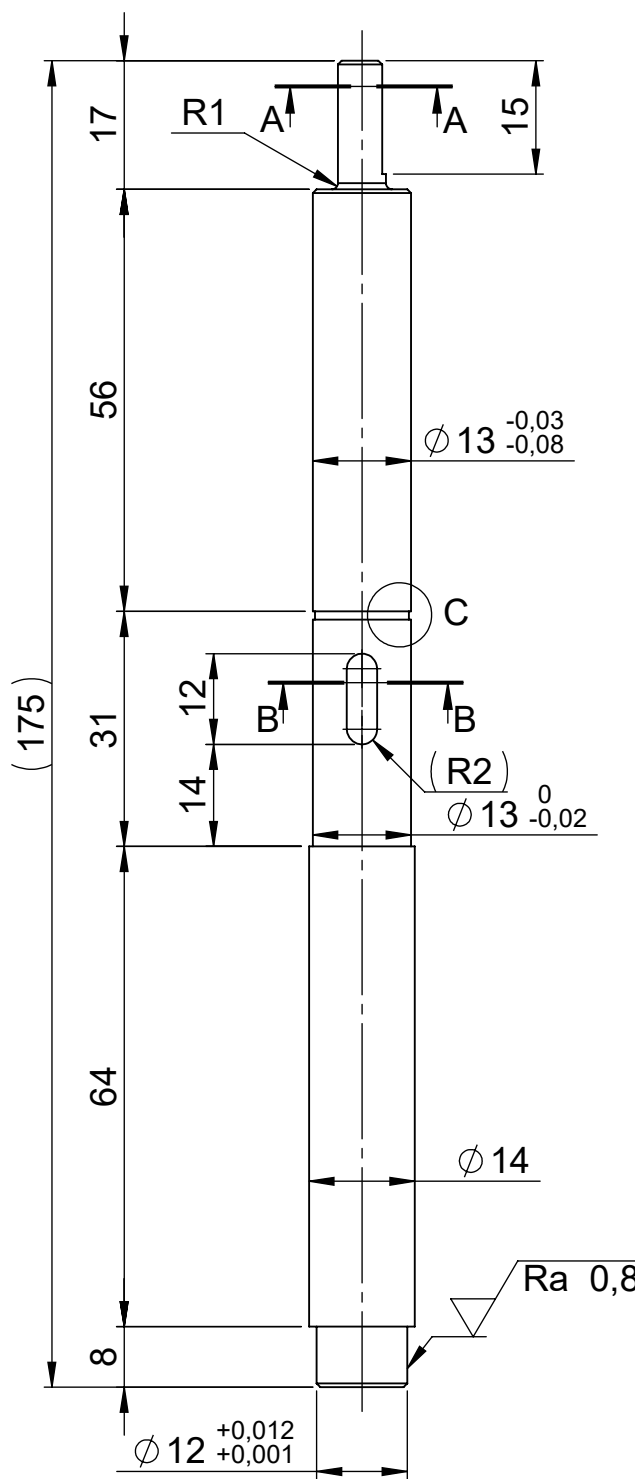


Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
1	1	Perfil 200x100x4	PO-PO-02-01	SAE 1010	
Tolerancias generales	Proyectó	Carrere J	Cliente UTN FRSF	Material: Tubo 200x400x4 - SAE 1010	
	Dibujó	Rosso M			
	Revisó				
	Aprobó				
ISO 2768 mL	Escala	PERFIL 200X100X4		PNTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	1:15			N° Plano cliente	
				N° plano PH-PO-02-01	Pág. 1/1
	Formato A3				





3	1	Chapa superior	PH-PO-02-02	SAE 1020	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1020
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
	ISO 2768 mL	Escala 1:5	<b>CHAPA SUPERIOR</b>		PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	N° Plano cliente				
Formato A4	N° plano PH-PO-02-02	Pág. 1/1			

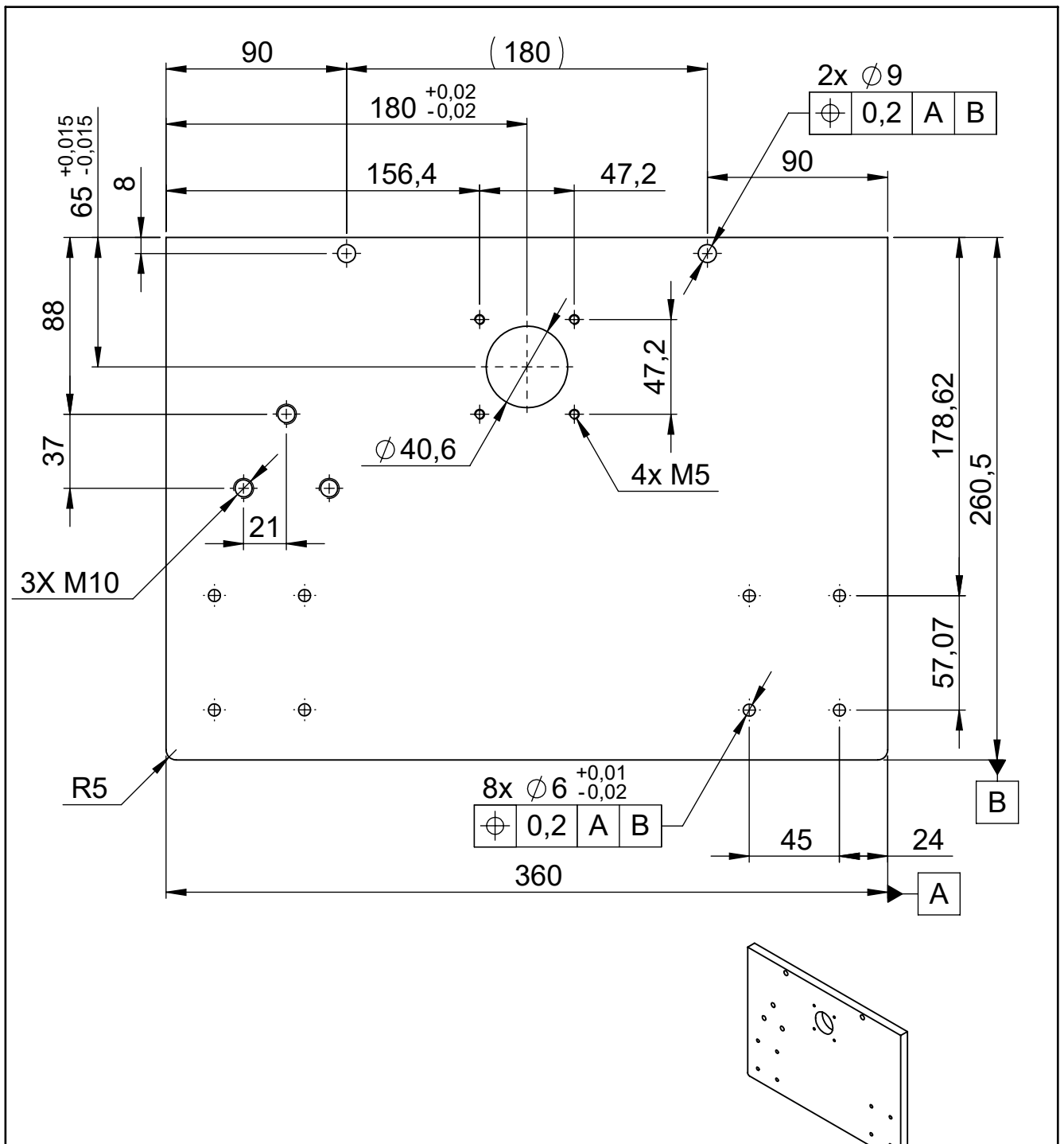


**Nota:**  
-Todos los chaflanes serán de 1x45°

$\sqrt{Ra\ 1,6}$  ( $\sqrt{Ra\ 0,8}$ )

6	1	Eje Transmision Y	PH-PO-02-03	SAE 1020	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: Macizo Laminado en caliente 5/8" - SAE 1020
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
ISO 2768 mL	Escala	EJE TRANSMISION Y			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	1:2				N° Plano cliente REVISION 2
					N° plano PH-PO-02-03
	Formato A4				

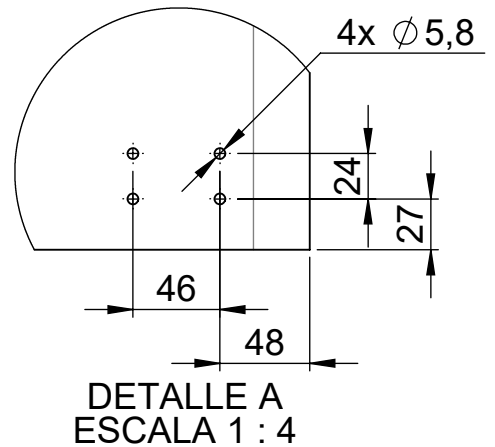
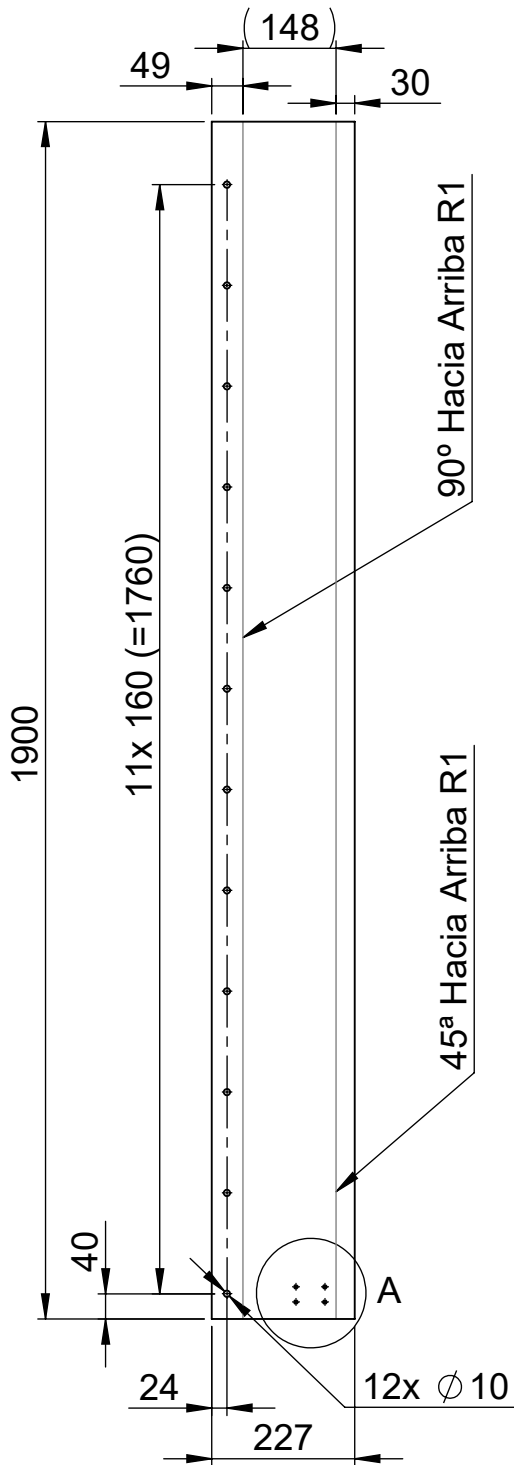




**Nota:**  
-Espesor de la chapa= 16mm

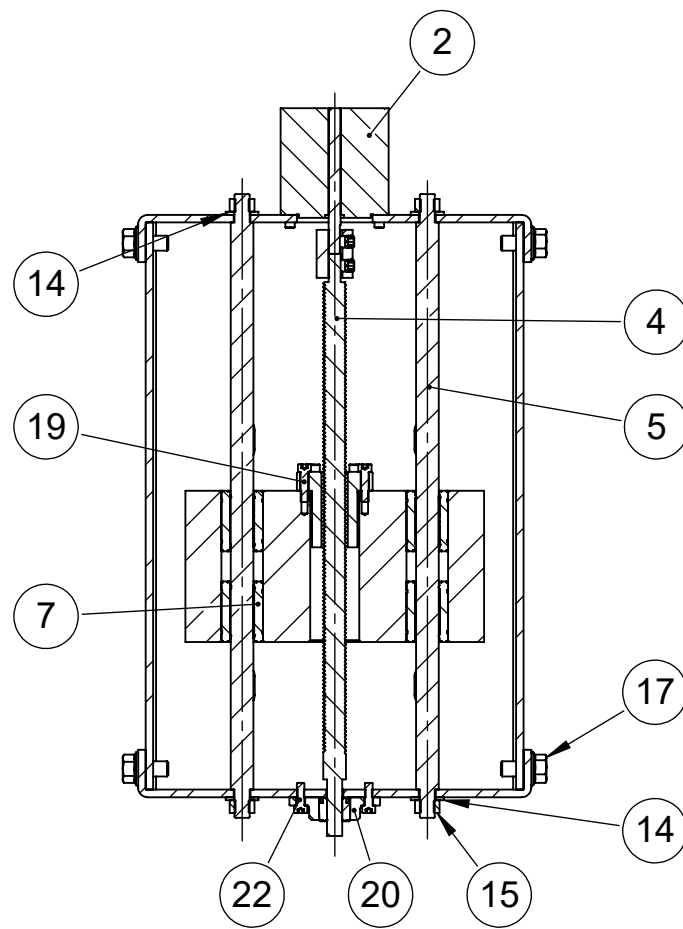
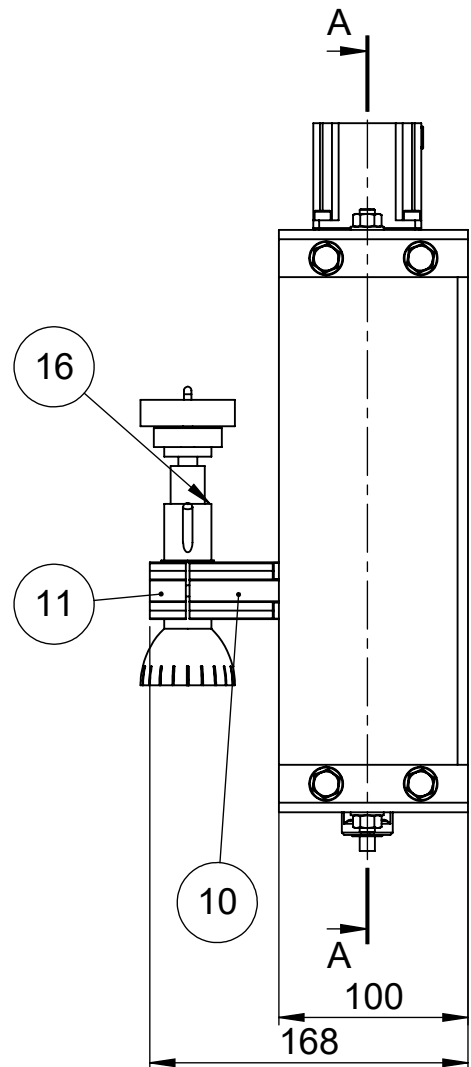
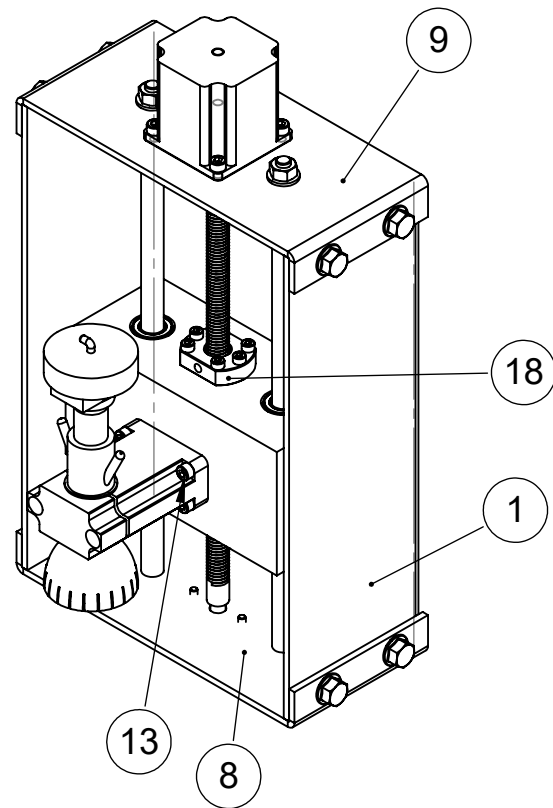
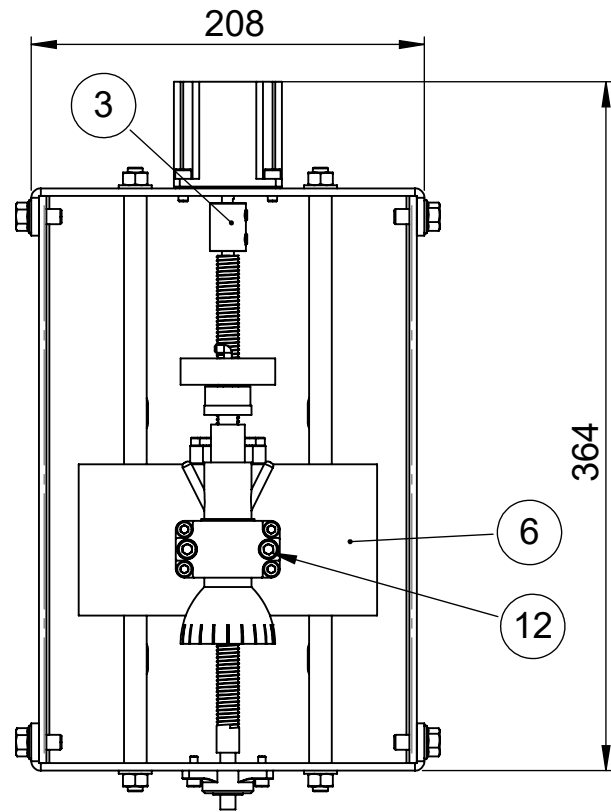
Vista Isométria  
Esc (1:10)

9	1	Chapa trasera	PH-PO-02-05	SAE 1020	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1020
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
ISO 2768 mL	Escala	<b>CHAPA TRASERA</b>			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	1:3				N° Plano cliente REVISION 2
					N° plano PH-PO-02-05
	Formato A4				



Nota:  
- Espesor de la chapa: N°20= 0.9mm

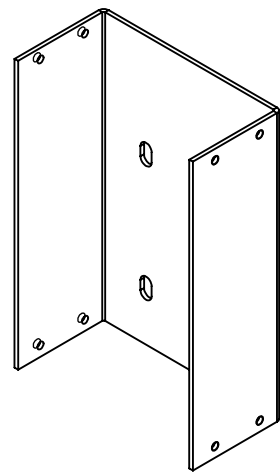
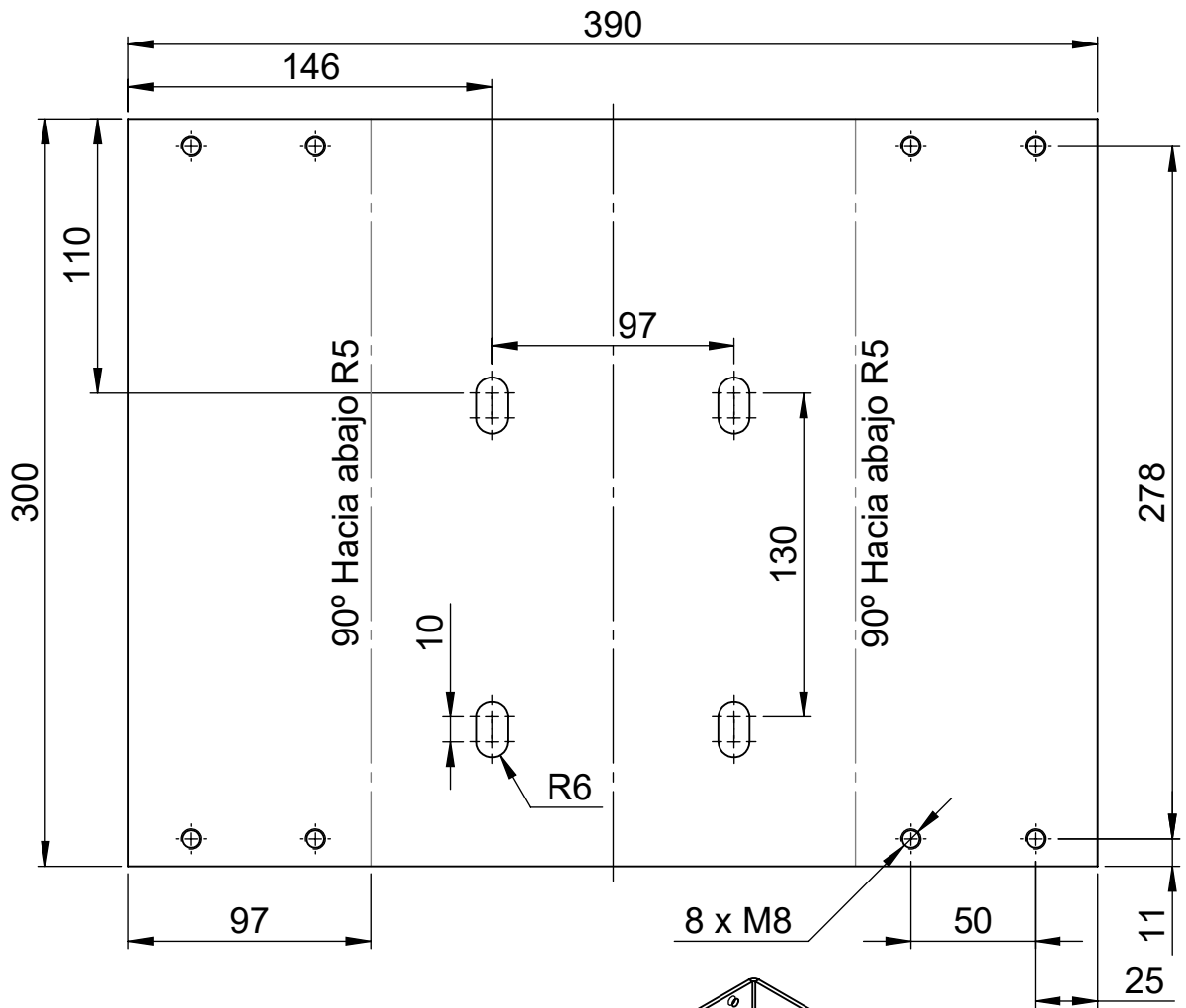
10	1	Chapa Portacables Y	PH-PO-02-06	SAE 1010	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1010
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
	ISO 2768 mL	Escala 1:12	CHAPA PORTACABLES Y		
		N° Plano cliente			
Formato A4		N° plano PH-PO-02-06			



SECCIÓN A-A (1 : 4)

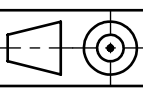
22	2	Tornillo Allen M4 x 12	-	ISO 898-1 Clase 12.9	DIN 912
21	4	Tornillo Allen M5 x 12	-	ISO 898-1 Clase 12.9	DIN 912
20	1	Rodamiento KFL08	-	Mecatronix	KFL08
19	6	Tornillo Allen M4 x 16	-	ISO 898-1 Clase 12.9	DIN 912
18	1	Tuerca de bolas recirculantes (std)	-	Mecatronix	Mecatronix - mod: SFUR 1204-3
17	8	Tornillo Hex M8 x 16	-	Zincada	DIN 6921
16	1	Inyector (std)	-	Fabricante: Flow	Paser 4 - 046145-5
15	4	Tuerca M8	-	Zincada	DIN 934
14	4	Arandela Plana 3/4"	-	Zincada	ANSI 18.22
13	4	Tornillo Allen M5 x 16	-	ISO 898-1 Clase 12.9	DIN 912
12	2	Tornillo Allen M6 x 12	-	ISO 898-1 Clase 12.9	DIN 912
11	1	Abrazadera - Parte B	PH-PO-03-08	SAE 1020	
10	1	Abrazadera - Parte A	PH-PO-03-07	SAE 1020	
9	1	Chapa de cierre sup	PH-PO-03-06	SAE 1010	
8	1	Chapa de cierre inf	PH-PO-03-05	SAE 1010	
7	4	Rodamiento Lineal (std)	-	Mecatronix	Mecatronix - Mod: LME12UU
6	1	Cubo Movil Eje Z	PH-PO-03-04	SAE 1020	
5	2	Guia circular eje z (std)	PH-PO-03-03	Acero Inox.	Rectificada
4	1	Tornillo de bolas (std)	PH-PO-03-02	Mecatronix	Mecatronix - Mod: SFU 1204
3	1	Acople Flexible (Std)	-	Aluminio	6.35x6.35x25[mm]
2	1	Motor PaP N23 (Std)	-	-	Leadshine- Mod: 57CM06
1	1	Caja de chapa	PH-PO-03-01	SAE 1010	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones

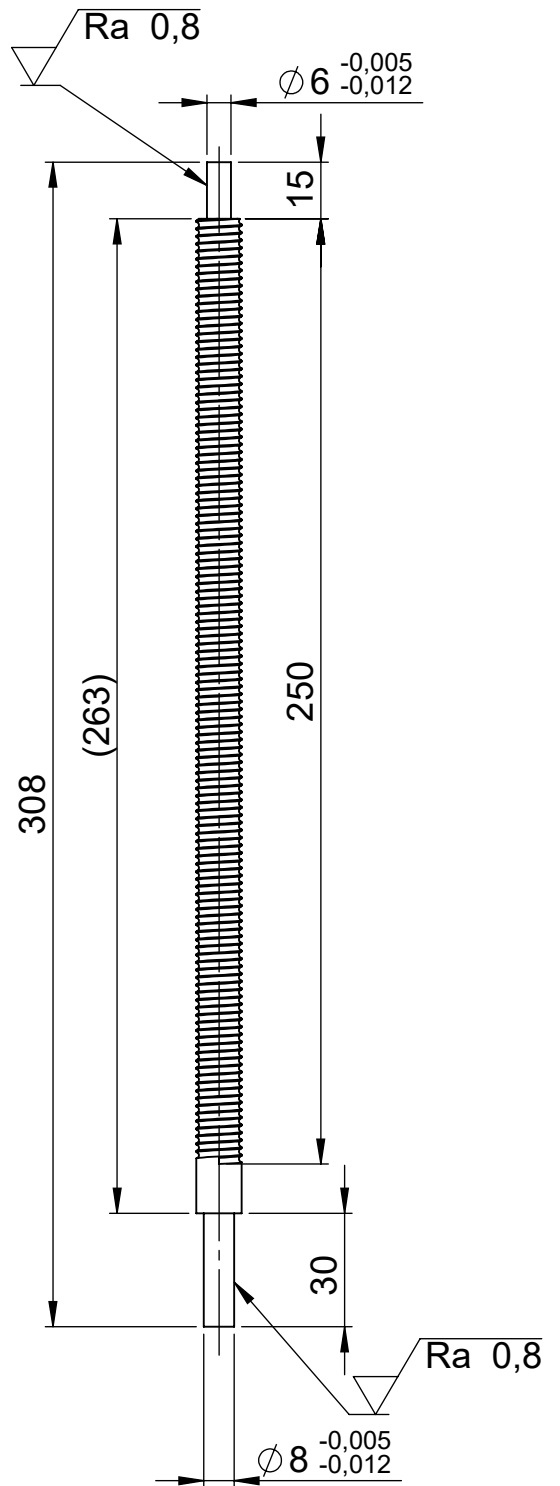
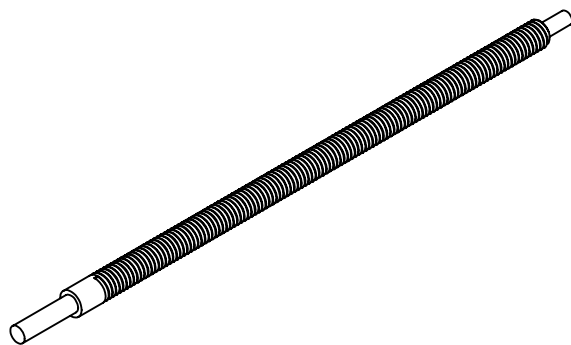
Tolerancias generales	Proyectó	07/2020	Carrere J	Cliente	Posición en "PORTICO": 02	
	Dibujó	12/2020	Rosso M			UTN FRSF
	Revisó					
	Aprobó					
	Escala	1:4				EJE Z
Formato	A3			N° Plano cliente		
				N° plano PH-PO-03-00	Pág. 1/1	



Nota:  
Espesor de la chapa= 1/8"

Vista Isométrica  
Esc (1:6)

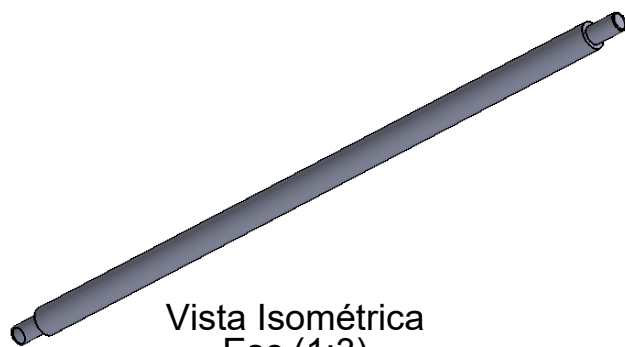
1	1	Caja de chapa	PH-PO-03-01	SAE 1020	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1020
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
ISO-2768 mL	Escala	CAJA DE CHAPA			PNTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	1:3				N° Plano cliente
					N° plano PH-PO-03-01
Formato A4				Pág. 1/1	



Nota:  
Se parte del modelo de tornillo "SFU 1204", luego se mecanizan los extremos

Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
4	1	Tornillo de bolas (std)	PH-PO-03-02	Acero	Mecatronica - SFU 1204
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: Acero (segun Mecatronix)
	Dibujó		Rosso M.		Modelo de tornillo: SFU 1204
	Revisó				
	Aprobó				
	ISO 2768 mL	Escala 1:5	Tornillo de bolas (Std)		
	Formato A4	N° Plano cliente			
		N° plano PH-PO-03-02			

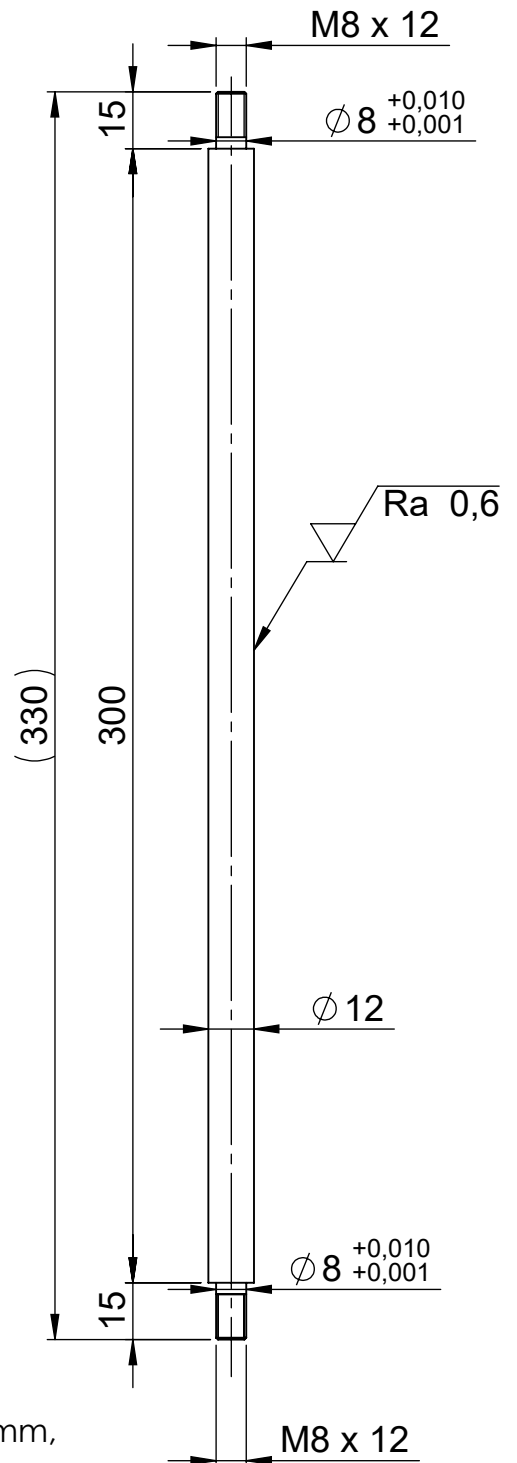




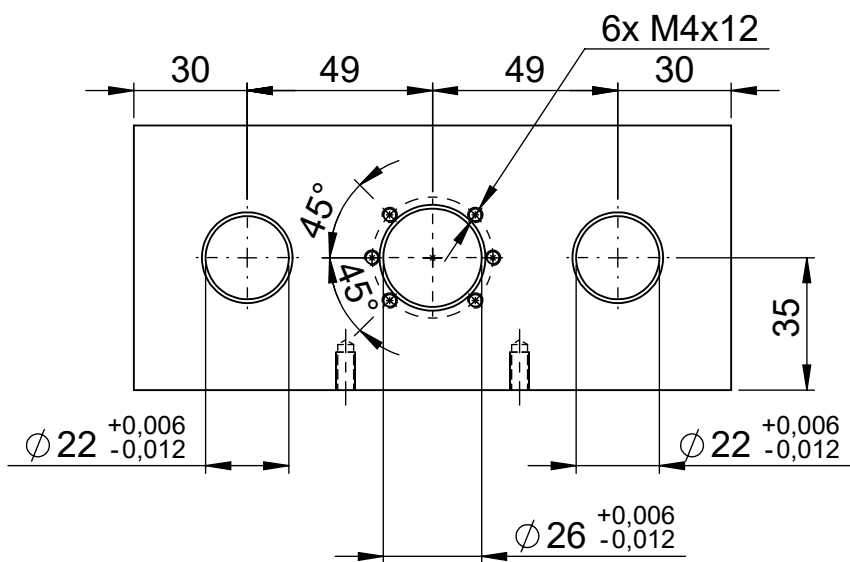
Vista Isométrica  
Esc (1:3)

Nota:

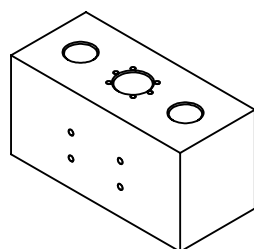
Se parte de una guía circular de diam=12 mm,  
luego se mecanizan los extremos



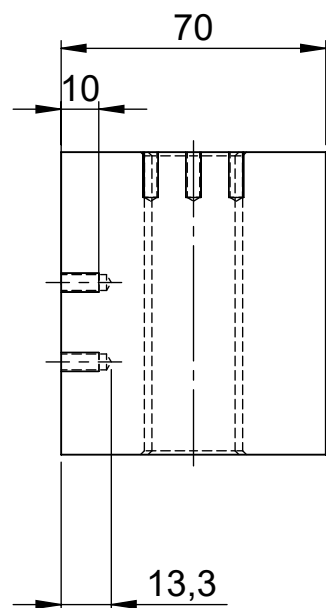
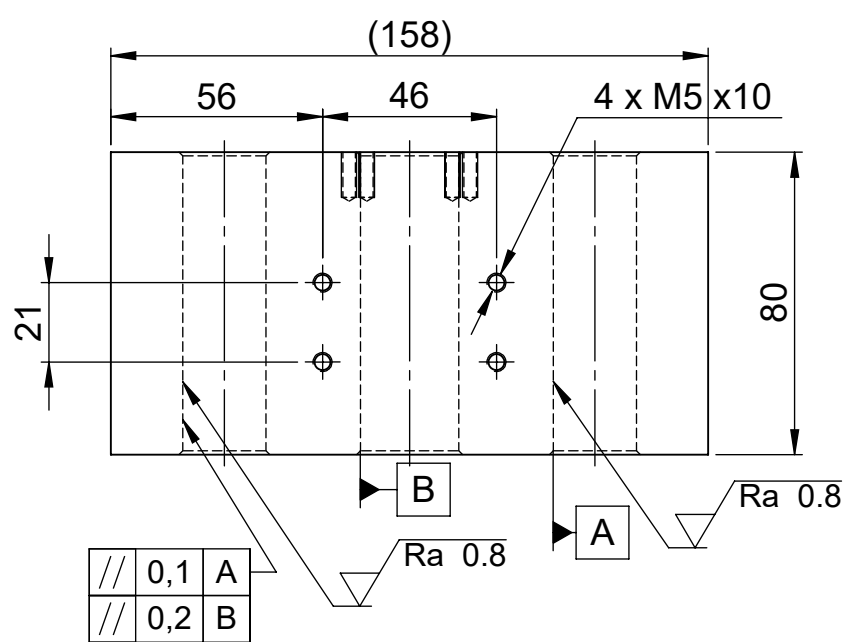
5	2	Guia circular eje z (std)	PH-PO-03-03	Acero Inox.	Rectificada
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
ISO 2768 mL	Escala	Guia circular eje Z (STD)			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	1:5				N° Plano cliente
					N° plano PH-PO-03-03
	Formato A4				



Vista isométrica



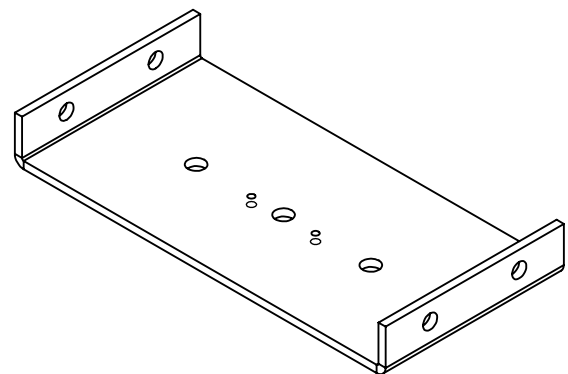
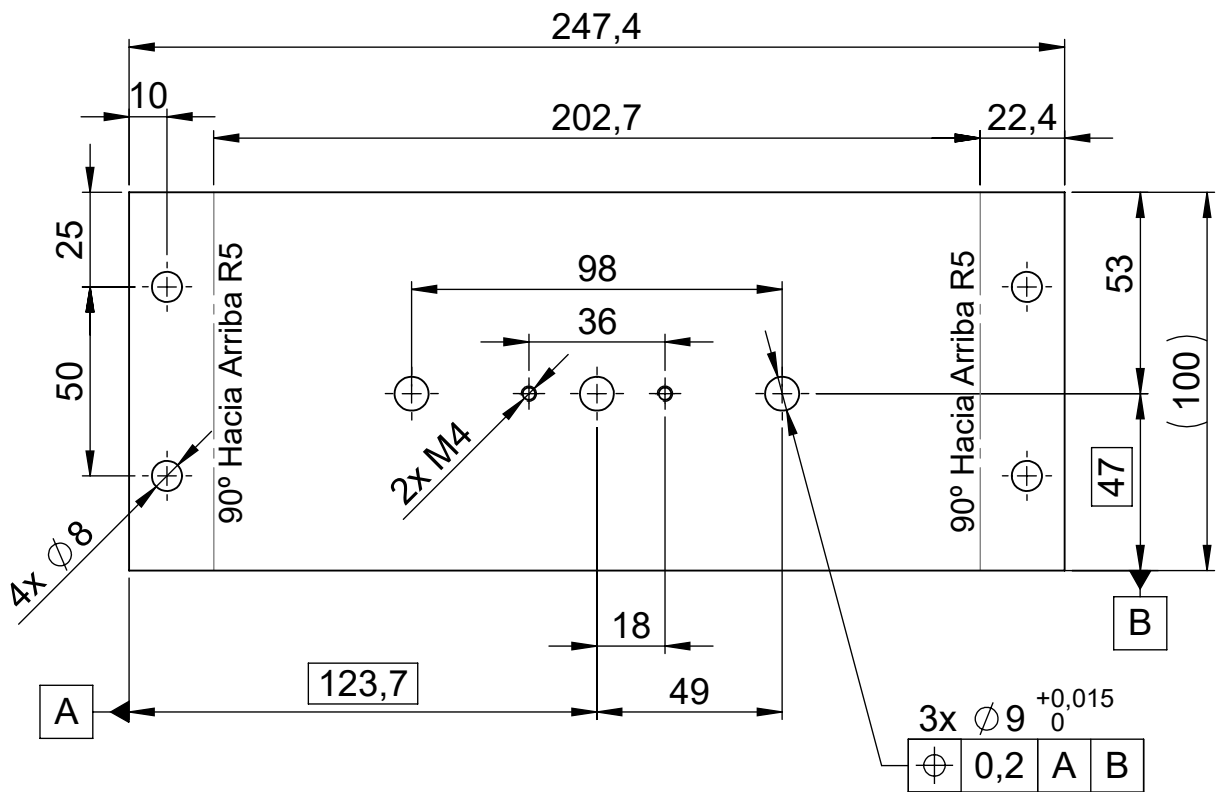
Esc (1:5)



Nota:  
Todos los chaflanes de 1x45°

√ Ra 1,6 ( √ Ra 0.8 )

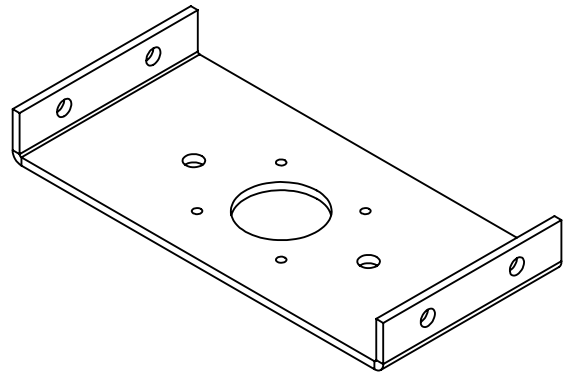
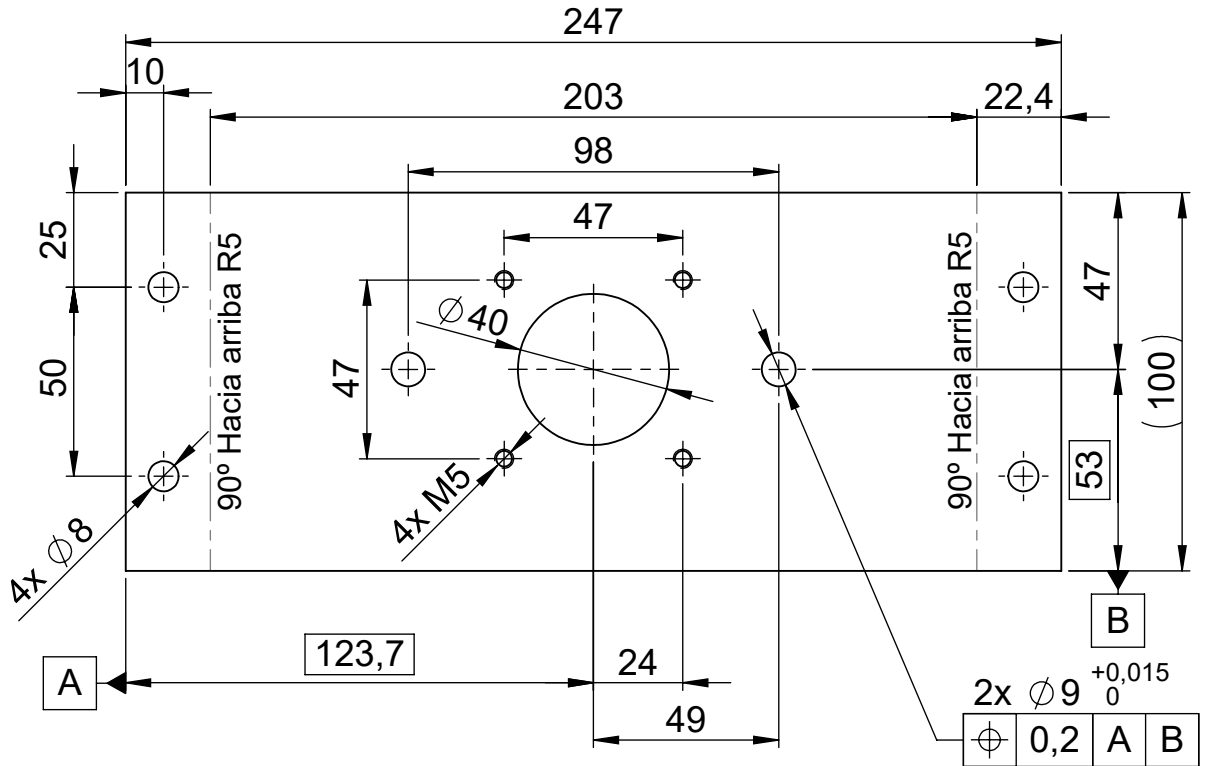
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
6	1	Cubo Movil Eje Z	PH-PO-03-04	SAE 1020	
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material SAE 1020
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
ISO 2768 mL	Escala	CUBO MOVIL EJE Z			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	1:2				
Formato	A4	N° Plano cliente	N° plano PH-PO-03-04	Pág. 1/1	



Vista Isométrica  
Esc (1:3)

**Nota:**  
**Espeor de chapa= 1/8"**

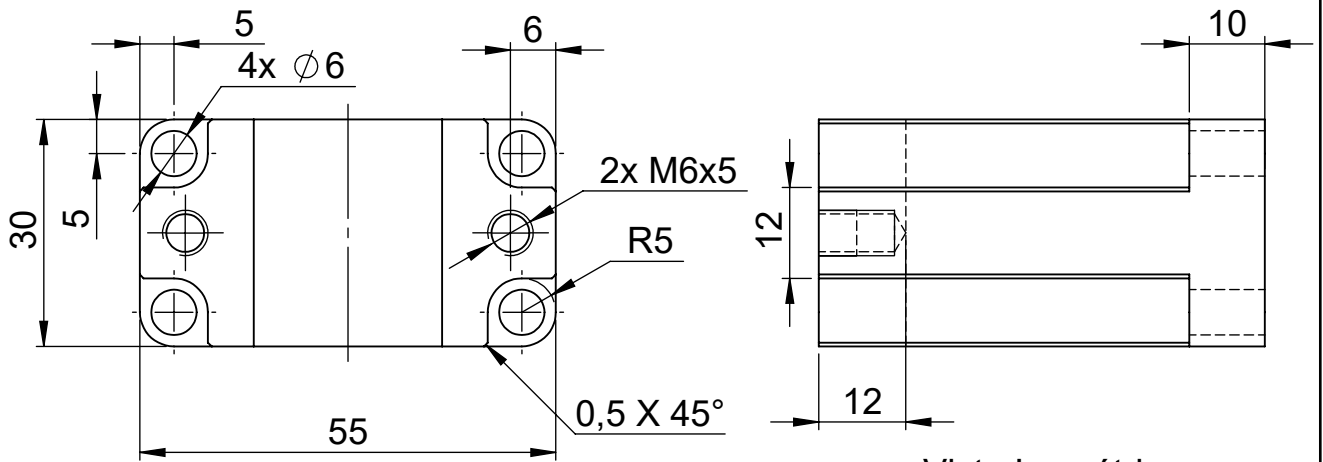
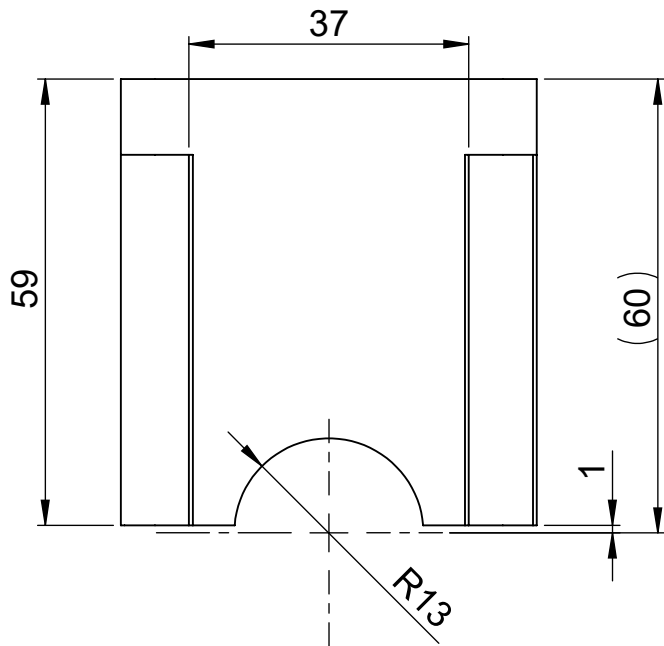
8	1	Chapa de cierre inf	PH-PO-03-05	SAE 1010	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1010
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
	ISO 2768 mL	Escala 1:5	<b>CHAPA DE CIERRE INF</b>		
		N° Plano cliente			
Formato A4		N° plano PH-PO-03-05			



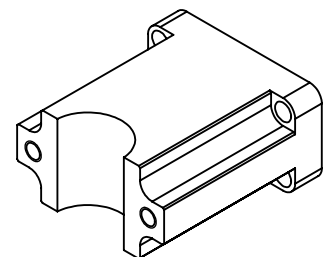
Nota:  
- Espesor de chapa= 1/8"

Vista Isométrica  
Esc (1:3)

9	1	Chapa de cierre Sup	PH-PO-03-06	SAE 1010	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
	ISO 2768 mL	Escala 1:5	<b>CHAPA DE CIERRE SUP</b>		PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	N° Plano cliente				
Formato A4	N° plano PH-PO-03-06	Pág. 1/1			

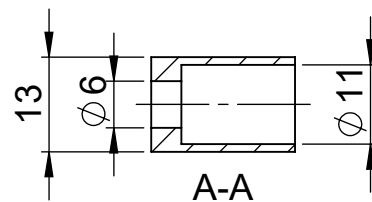
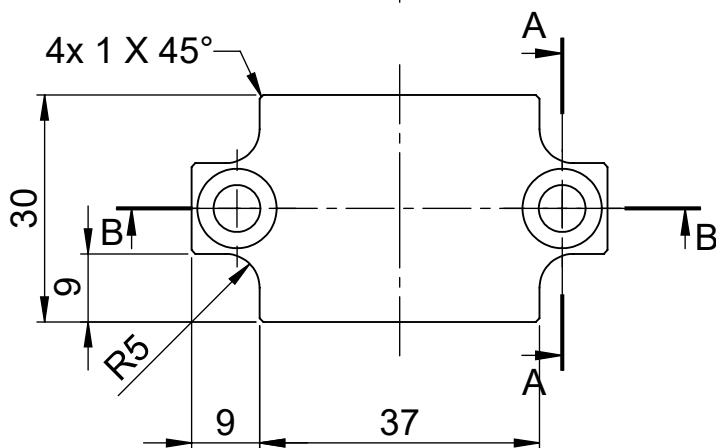
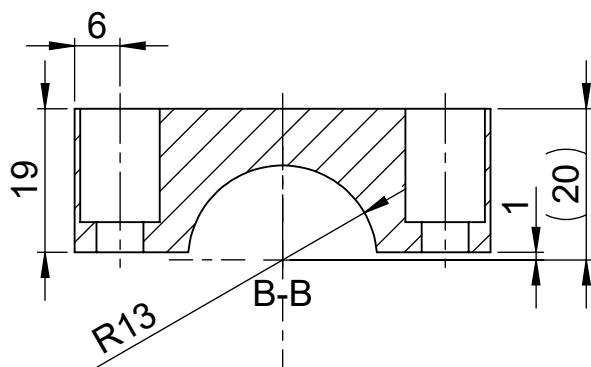


Vista Isométrica

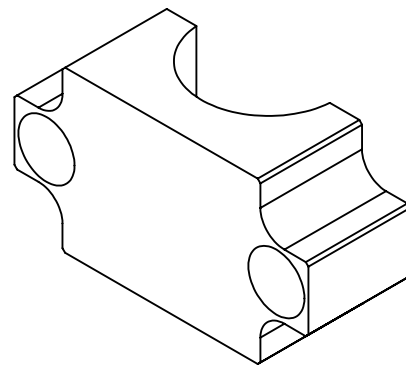


Esc (1:2)

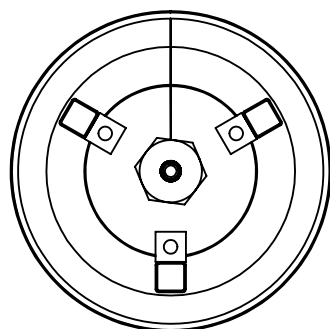
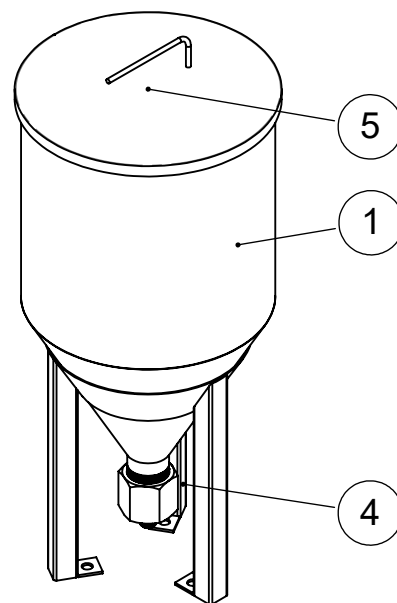
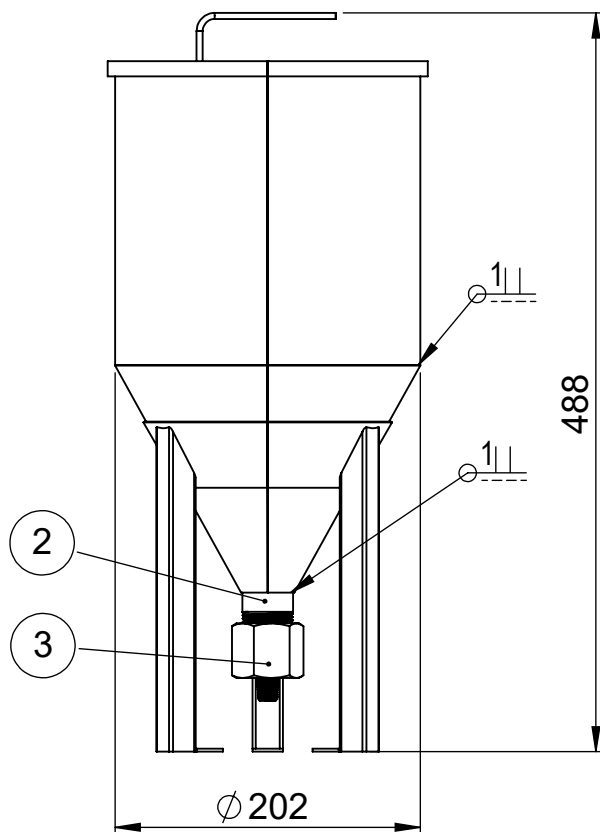
10	1	Abrazadera - Parte A	PH-PO-03-07	SAE 1020	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1020
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
	ISO 2768 mL	Escala 1:1	<b>ABRAZADERA PARTE A</b>		
	Formato A4	N° Plano cliente			
		N° plano PH-PO-03-07			



Vista Isométrica



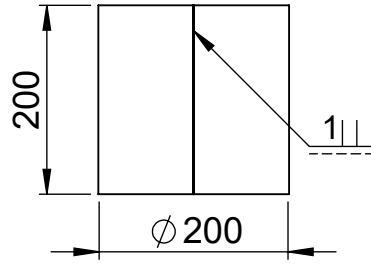
11	1	Abrazadera - Parte B	PH-PO-03-08	SAE 1020	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1020
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
ISO 2768 mL	Escala	ABRAZADERA PARTE B			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	1:1				N° Plano cliente
					N° plano PH-PO-03-08
	Formato A4				Pág. 1/1



5	1	Tapa Tolva	PH-PO-04-03	SAE 1010	
4	1	Soporte tolva	PH-PO-04-02	SAE 1010	
3	1	Reduccion 1" a 1/4"	-	Galvanizada	
2	1	Niple 1"	-	Galvanizada	Soldado al "cono"
1	1	Cono - Cilindro	PH-PO-04-01	SAE 1010	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones

Tolerancias generales	Proyectó	07/2020	Carrere J.	Cliente <b>UTN FRSF</b>	Posición en "PORTICO": 09
	Dibujó	12/2020	Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
	Escala	1:5			
				N° Plano cliente	
Formato	A4			N° plano PH-PO-04-00	
					Pág. 1/1

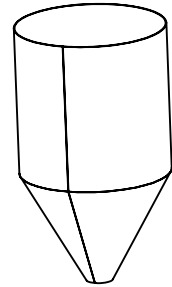
### Construccion del cilindro



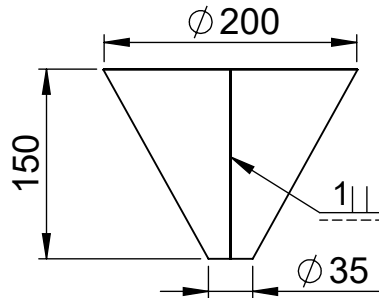
Chapa desplegada - calibre N°20



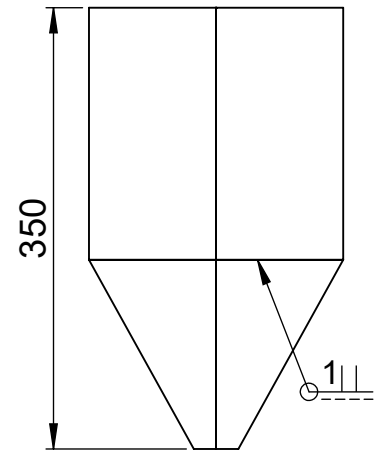
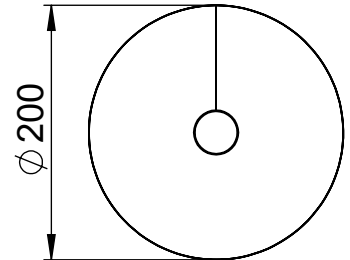
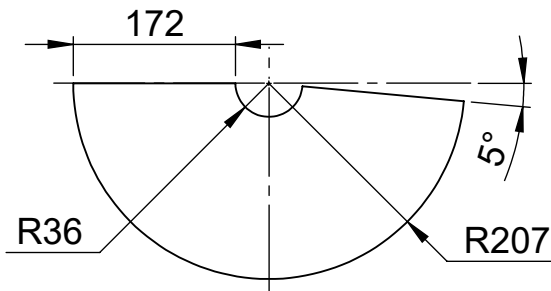
Vista Isometrica  
Esc (1:10)



### Construccion del cilindro

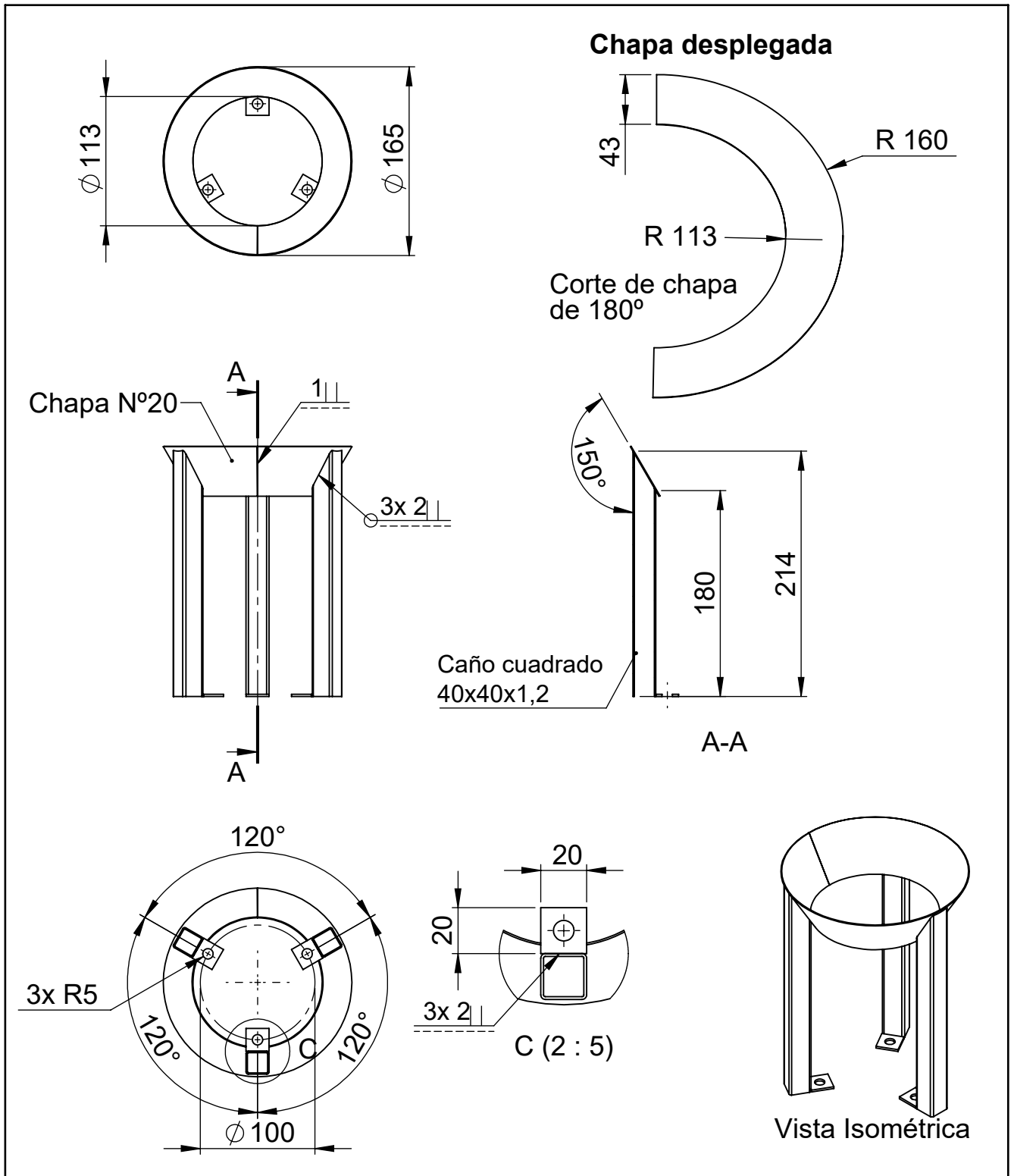


Chapa desplegada - Calibre N°20

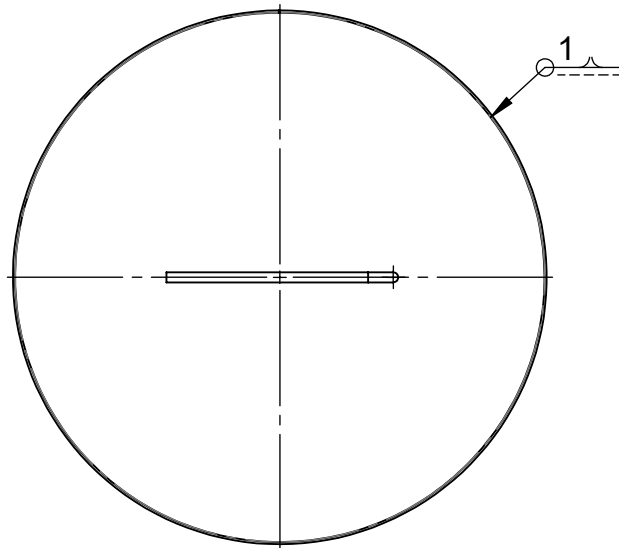


1	1	Cono - Cilindro		PH-PO-04-01	SAE 1010	
Pos.	Cant.	Denominación		Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1010	
	Dibujó		Rosso M.			
	Revisó					
	Aprobó					
	ISO 2768 mL	Escala 1:6	<b>CONO - CILINDRO</b>			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	Formato A4	N° Plano cliente				
		N° plano PH-PO-04-01				Pág. 1/1

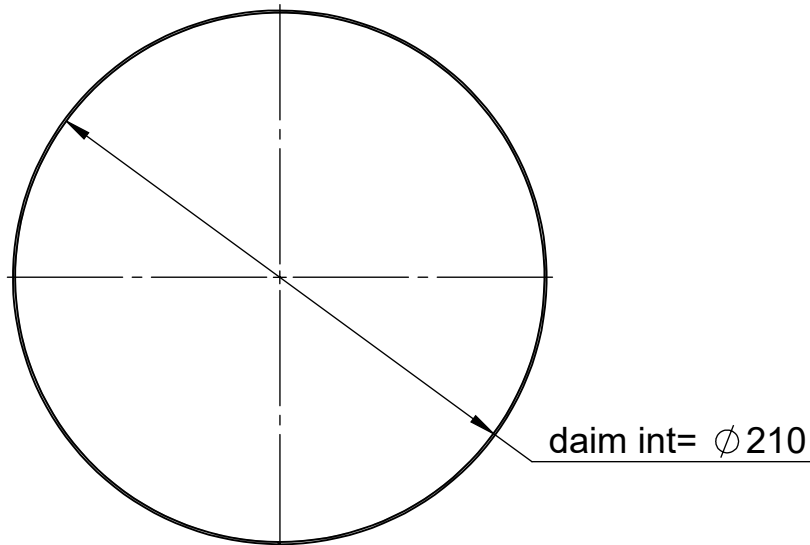
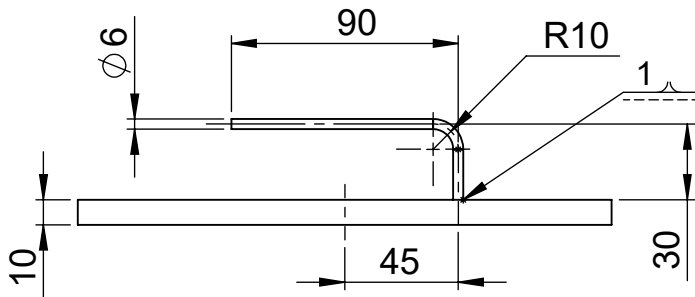
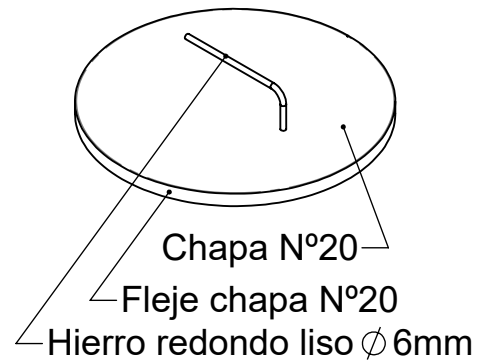


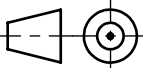


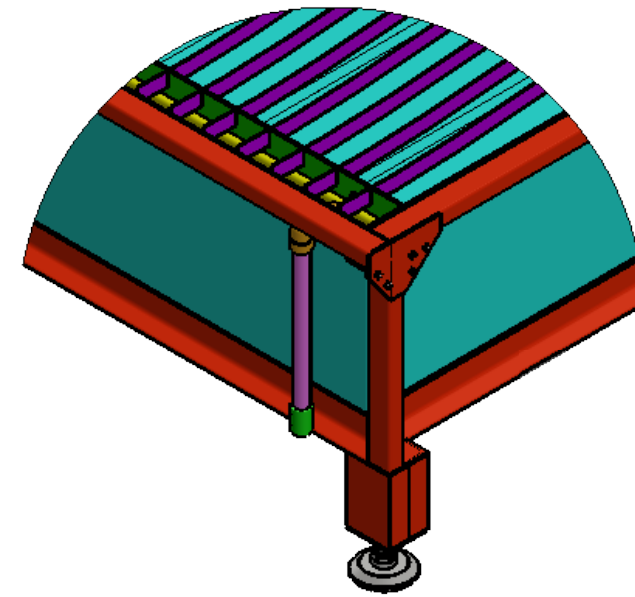
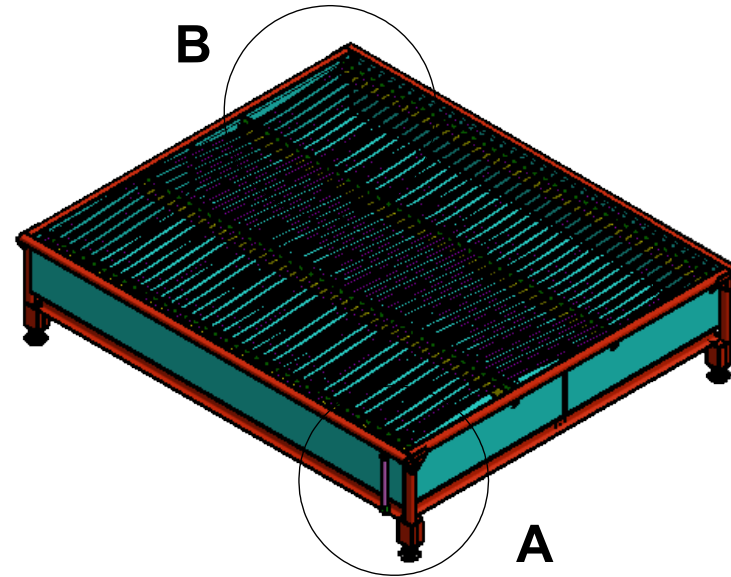
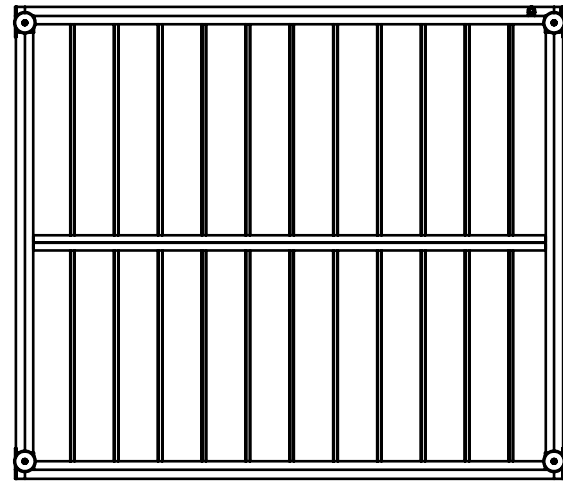
1	1	Soporte tolva	PH-PO-04-02	SAE 1010	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1010
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
	ISO 2768 mL	Escala 1:5	<b>SOPORTE TOLVA</b>		
	Formato A4	N° Plano cliente			
		N° plano PH-PO-04-02			



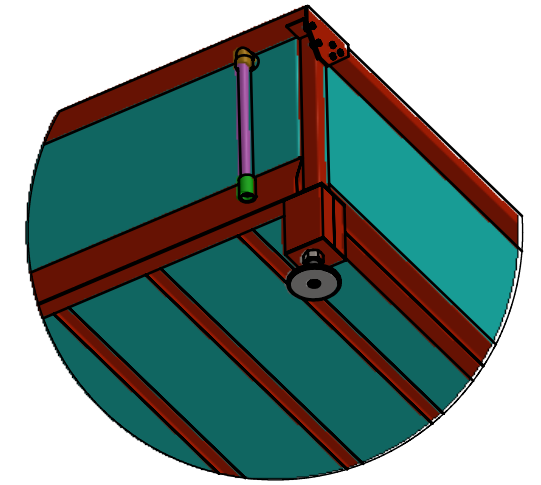
**Vista Isométrica  
Esc (1:5)**



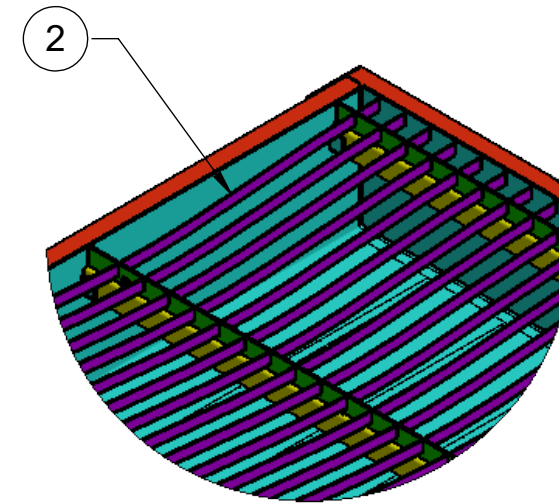
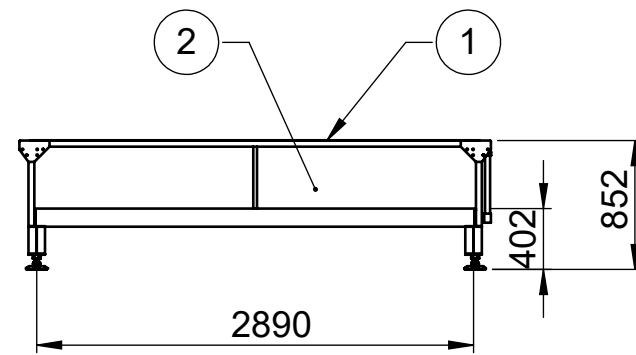
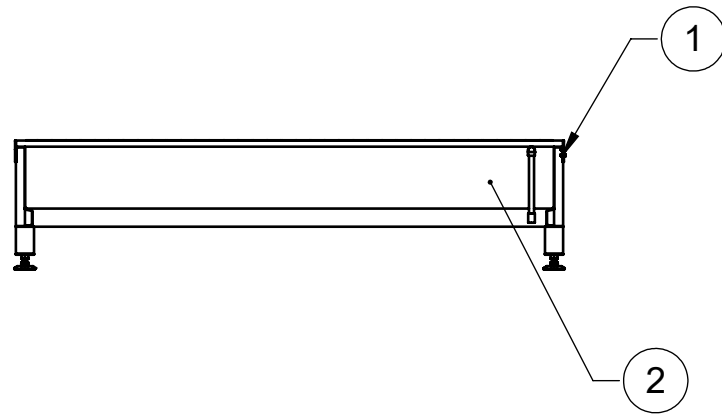
5	1	Tapa Tolva	PH-PO-04-03	SAE 1010	
Pos.	Cant.	Denominación	Plano	Material	Observaciones
Tolerancias generales	Proyectó		Carrere J.	Cliente UTN FRSF	Material: SAE 1020
	Dibujó		Rosso M.		
	Revisó				
	Aprobó				
ISO 2768 mL	Escala	<b>TAPA - TOLVA</b>			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
	1:3				N° Plano cliente
					N° plano PH-PO-04-03
	Formato A4				Pág. 1/1



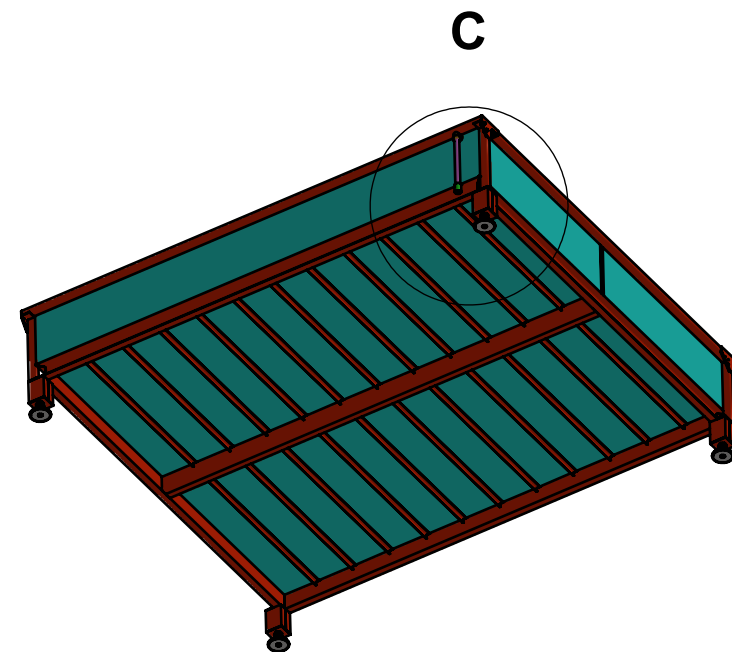
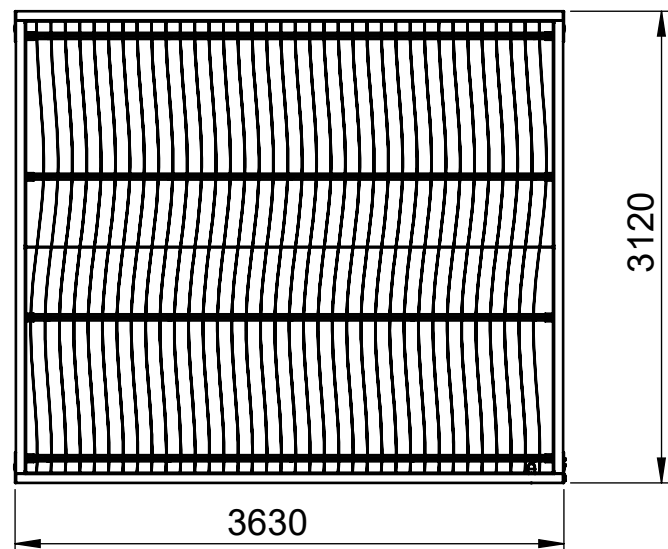
A (1 : 15)



C (1 : 20)



B (1 : 20)

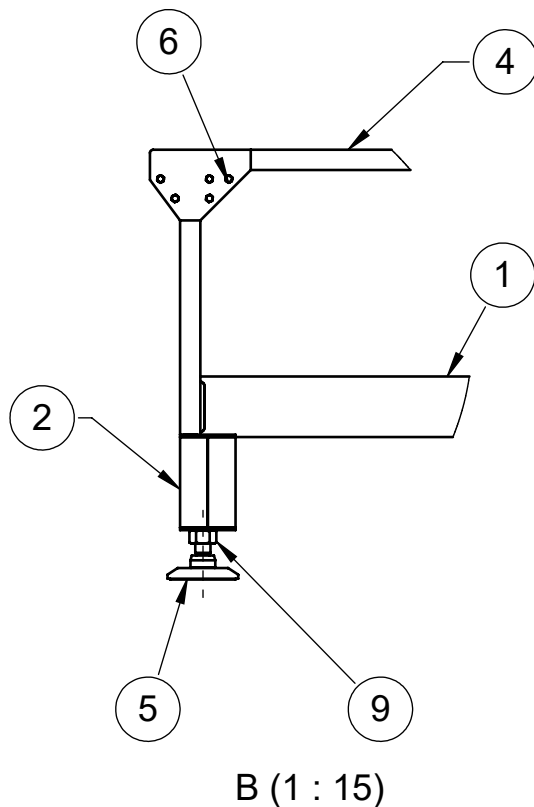
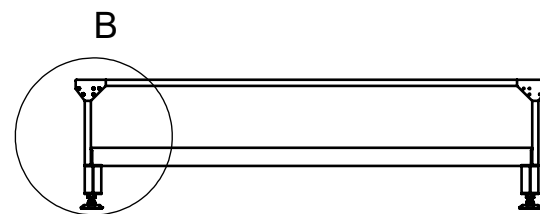
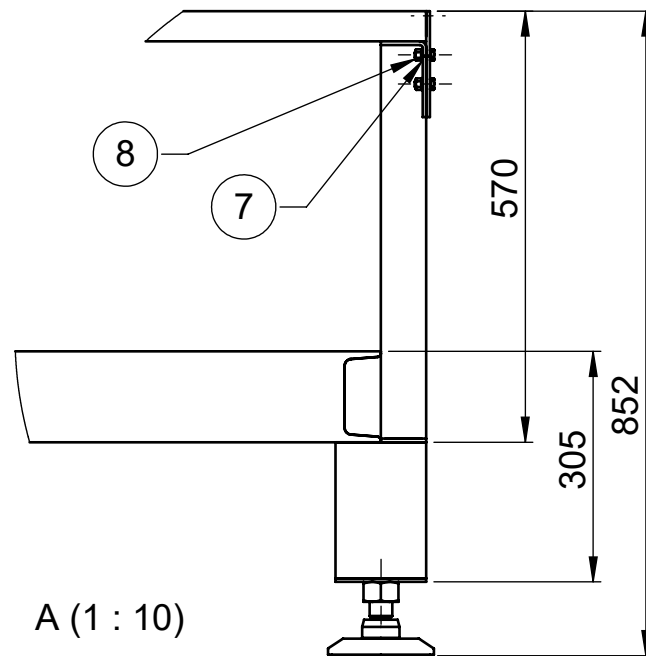
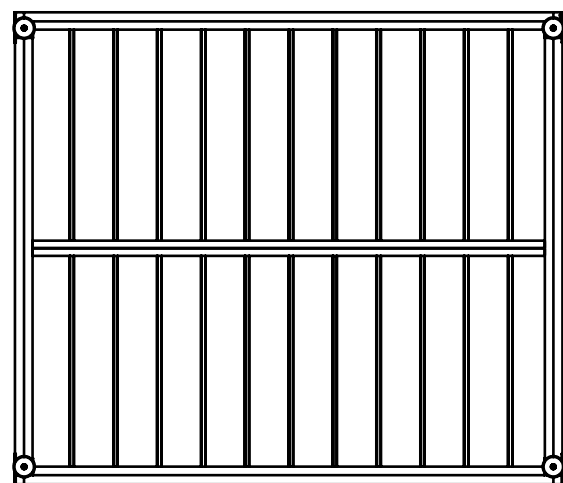
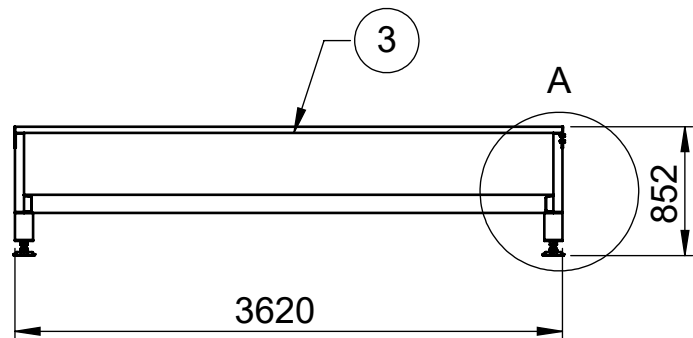
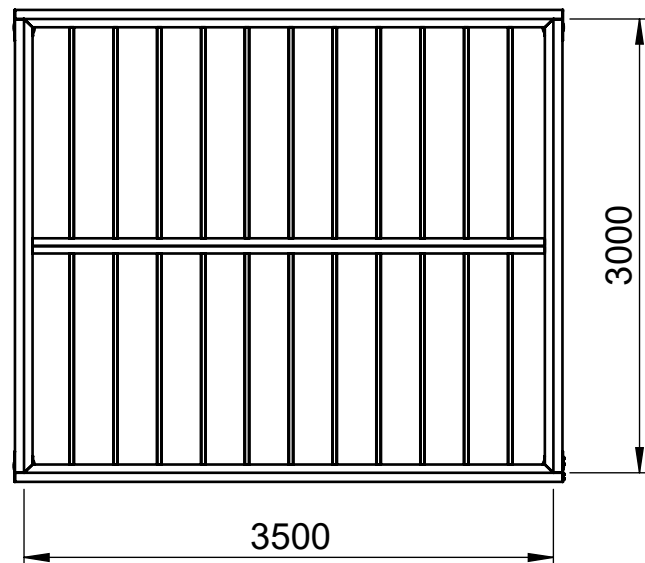


Pos.	Cant.	Descripción	Plano	Material	Observaciones
2	1	BATEA	PH-ME-02-00	-	
1	1	BASTIDOR	PH-ME-01-00	-	

Tolerancias generales	Proyectó	22/3/2021	M. ROSSO	Cliente	MONTAJE	
	Dibujó	22/3/2021	M. ROSSO			UTN FRSF
	Revisó					
	Aprobó					
Escala		1:50			PANTOGRAFO POR HIDROCORTE	
Formato		A3			N° Plano cliente REVISION 3	
					N° plano PH-ME-00-00	
					Pág. 1/1	

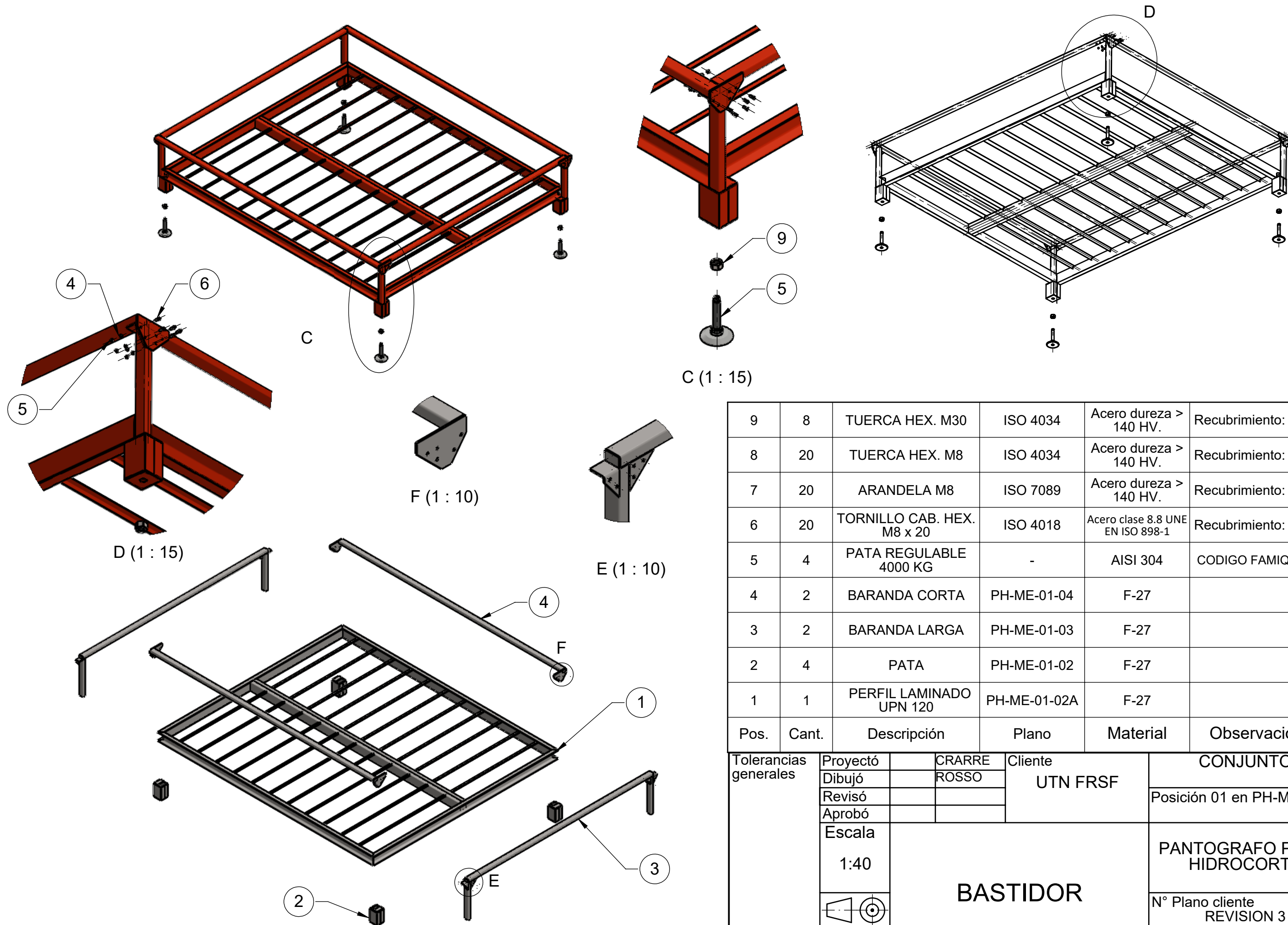
MESA BATEA



Pos.	Cant.	Descripción	Plano	Material	Observaciones
9	8	TUERCA HEX. M30	ISO 4034	Acero dureza > 140 HV.	Recubrimiento: cincado
8	20	TUERCA HEX. M8	ISO 4034	Acero dureza > 140 HV.	Recubrimiento: cincado
7	20	ARANDELA M8	ISO 7089	Acero dureza > 140 HV.	Recubrimiento: cincado
6	20	TORNILLO CAB. HEX. M8 x 20	ISO 4018	Acero clase 8.8 UNE EN ISO 898-1	Recubrimiento: cincado
5	4	PATA REGULABLE 4000 KG	-	AISI 304	CODIGO FAMIQ 330964
4	2	BARANDA CORTA	PH-ME-01-04	F-27	
3	2	BARANDA LARGA	PH-ME-01-03	F-27	
2	4	PATA	PH-ME-01-02	F-27	
1	1	PERFIL LAMINADO UPN 120	PH-ME-01-02A	F-27	

Tolerancias generales	Proyectó	CARRERE	Cliente UTN FRSF	CONJUNTO	
	Dibujó	ROSSO			
	Revisó		Posición 01 en PH-ME-00-00		
	Aprobó				
Escala	1:50		PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE		
Formato A3		N° Plano cliente REVISION 3			
					N° plano PH-ME-01-00

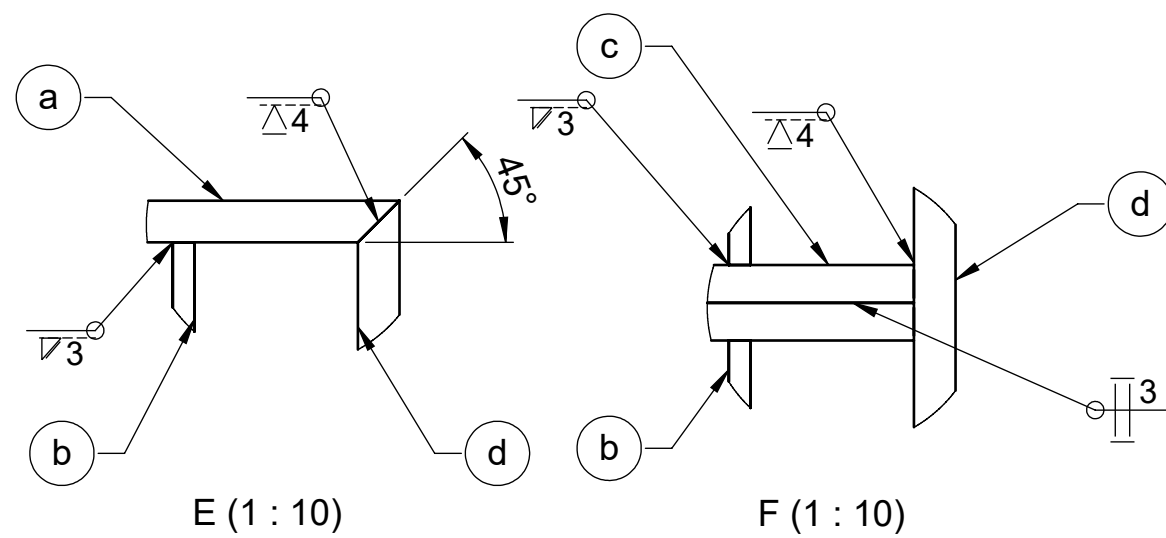
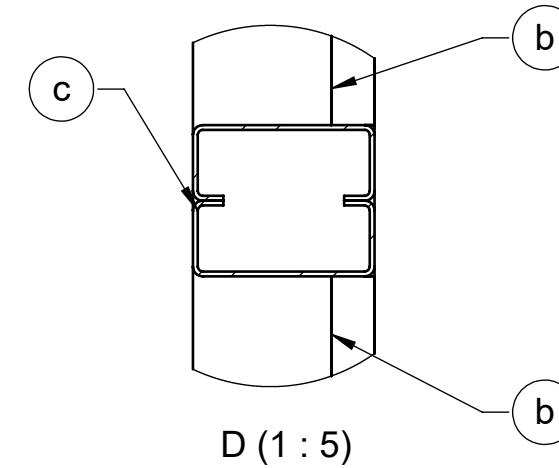
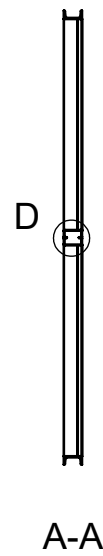
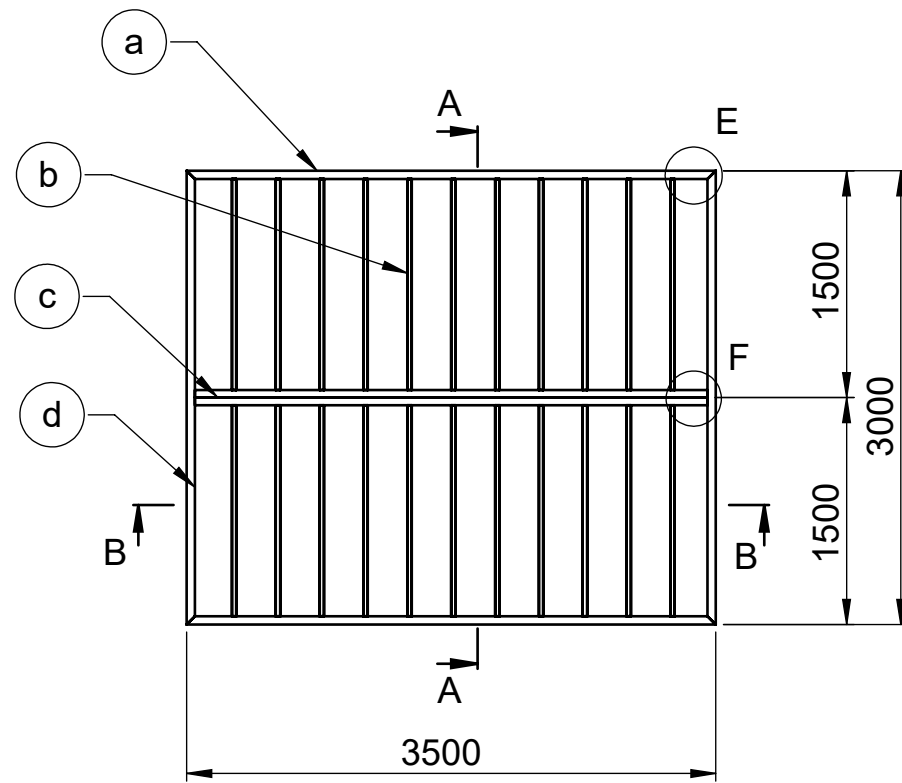
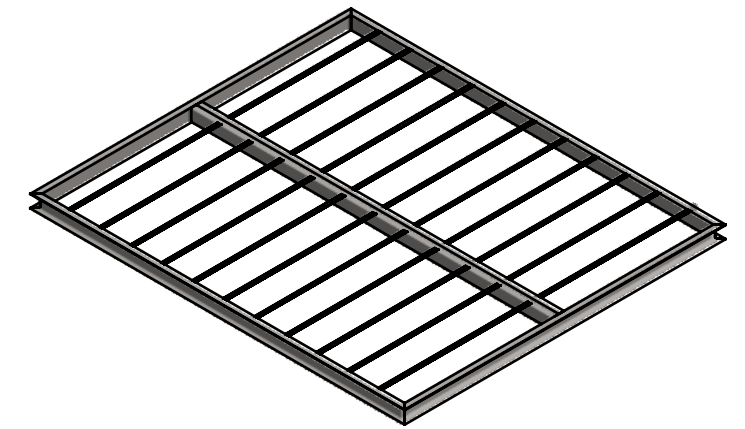
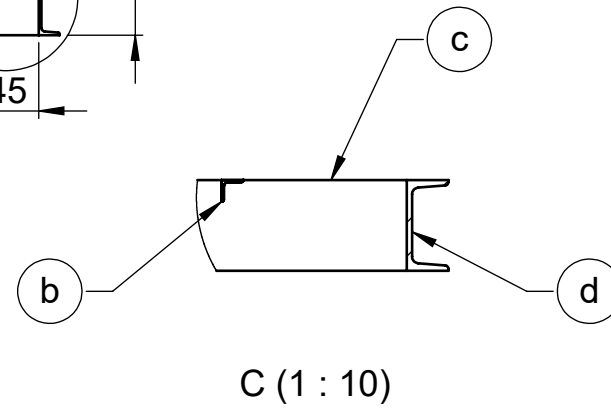
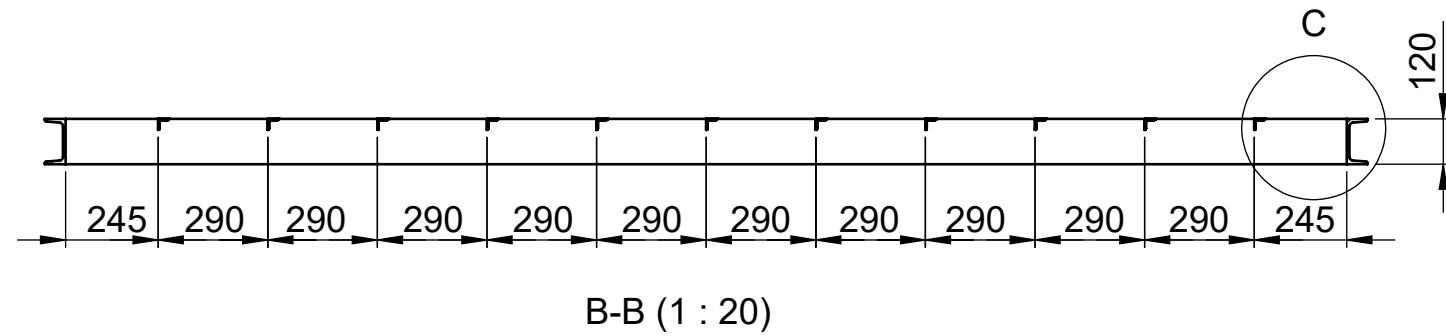
**BASTIDOR**



9	8	TUERCA HEX. M30	ISO 4034	Acero dureza > 140 HV.	Recubrimiento: cincado
8	20	TUERCA HEX. M8	ISO 4034	Acero dureza > 140 HV.	Recubrimiento: cincado
7	20	ARANDELA M8	ISO 7089	Acero dureza > 140 HV.	Recubrimiento: cincado
6	20	TORNILLO CAB. HEX. M8 x 20	ISO 4018	Acero clase 8.8 UNE EN ISO 898-1	Recubrimiento: cincado
5	4	PATA REGULABLE 4000 KG	-	AISI 304	CODIGO FAMIQ 330964
4	2	BARANDA CORTA	PH-ME-01-04	F-27	
3	2	BARANDA LARGA	PH-ME-01-03	F-27	
2	4	PATA	PH-ME-01-02	F-27	
1	1	PERFIL LAMINADO UPN 120	PH-ME-01-02A	F-27	
Pos.	Cant.	Descripción	Plano	Material	Observaciones

Tolerancias generales	Proyectó	CRARRE	Cliente	CONJUNTO	
	Dibujó	ROSSO			
	Revisó		Posición 01 en PH-ME-00-00		
	Aprobó				
Escala	1:40	<b>BASTIDOR</b>		PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
Formato	A3			N° Plano cliente REVISION 3	
				N° plano PH-ME-01-00	Pág. 2/2

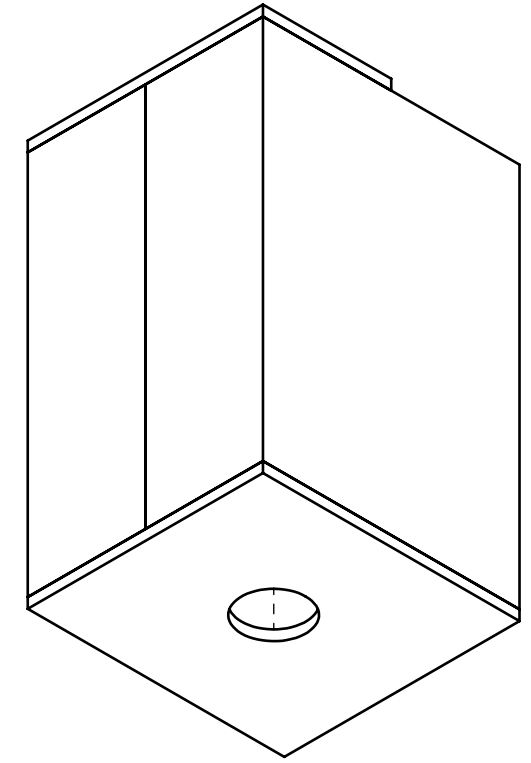
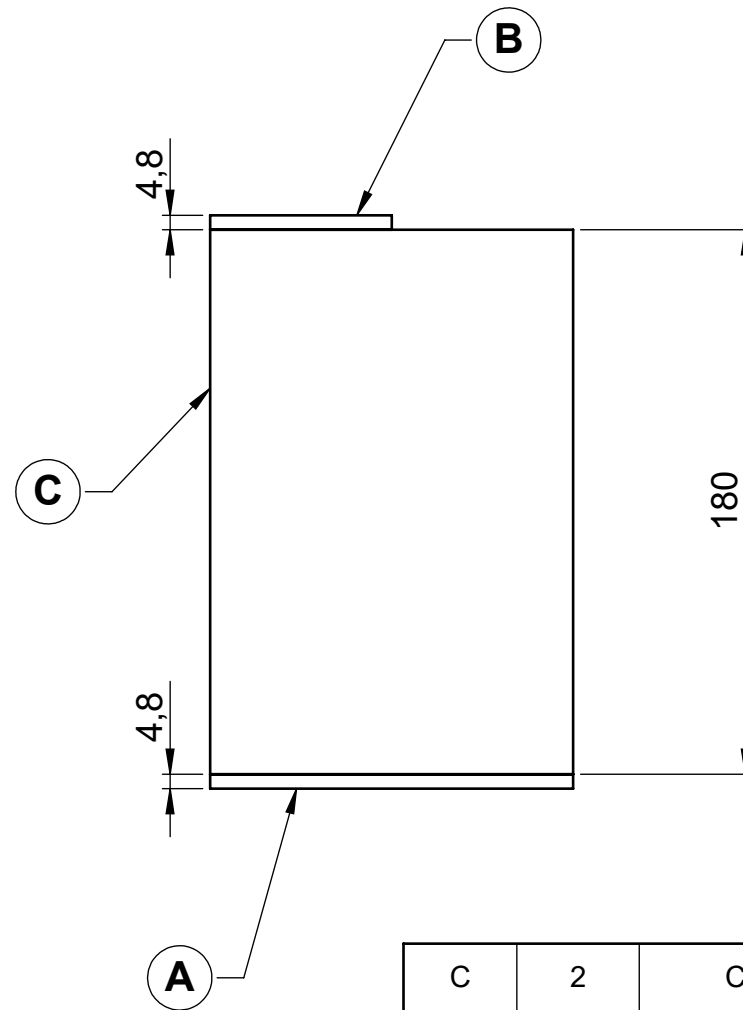
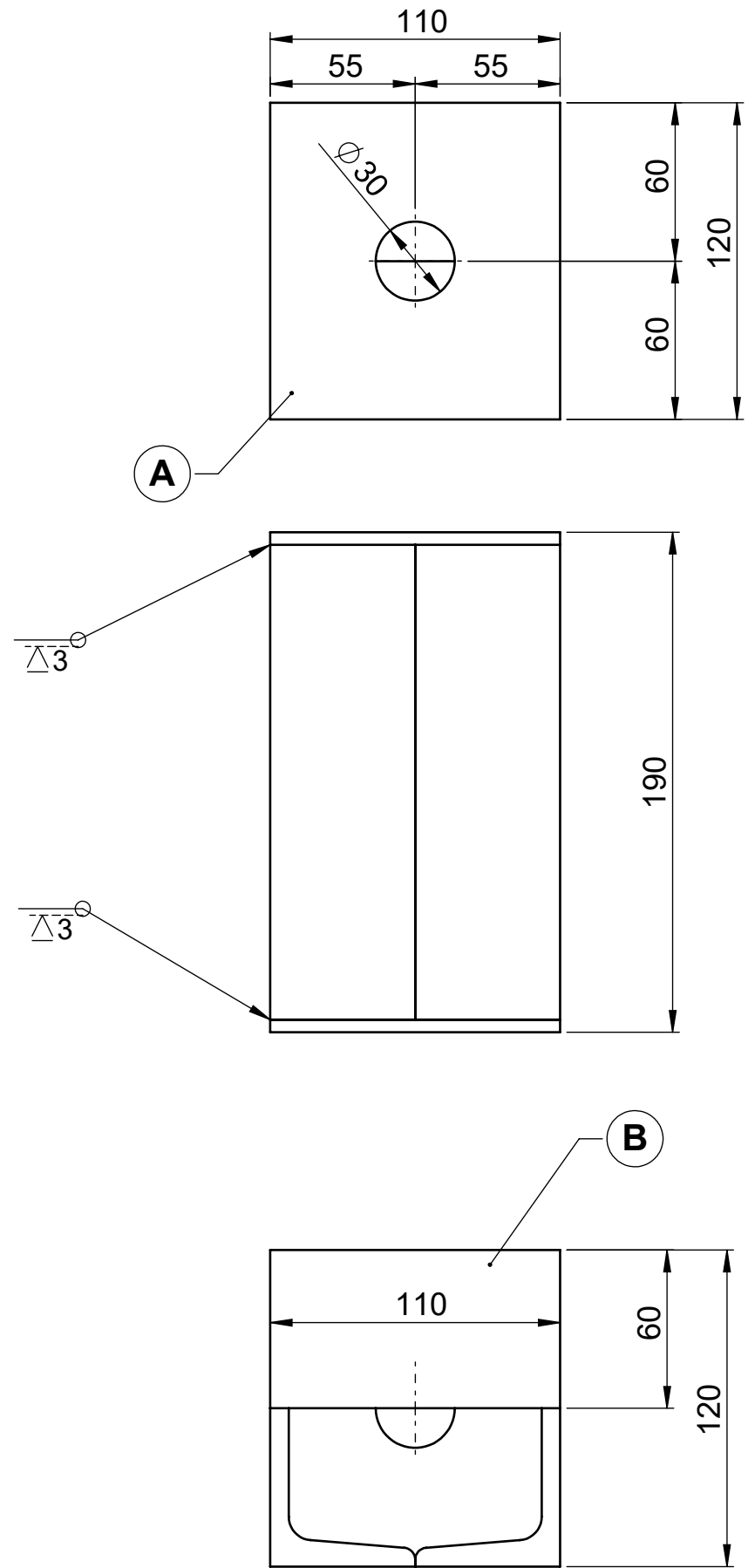




d	2	PERFIL LAMINADO UPN 120	IRAM-IAS U 500-509-2	AISI 1020	3000
c	2	PERFIL C PLEGADO 120 x 50 x 15 x 3	IRAM - IAS - U500 - 205 - 3	AISI 1020	3390
b	44	PERFIL L 32x32x3,2 NORMALIZADO	IRAM-IAS U 500-558	AISI 1020	1395
a	2	PERFIL LAMINADO UPN 120	IRAM-IAS U 500-509-2	AISI 1020	3500
Pos.	Cant.	Descripción	Norma	Material	Long.

**LISTA DE CORTES PARA PIEZAS SOLDADAS**

Tolerancias generales ISO-IRAM 2687-mH	Proyectó		Cliente UTN -FRSF	PIEZA SOLDADA	
	Dibujó	ROSSO		Posición 01 en PH-ME-01-00	
	Revisó		<b>BASE BASTIDOR</b> N° Plano cliente REVISION 3 N° plano PH-ME-01-01	PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	Aprobó			Pág. 1/1	
Escala	1:50				
Formato A3					



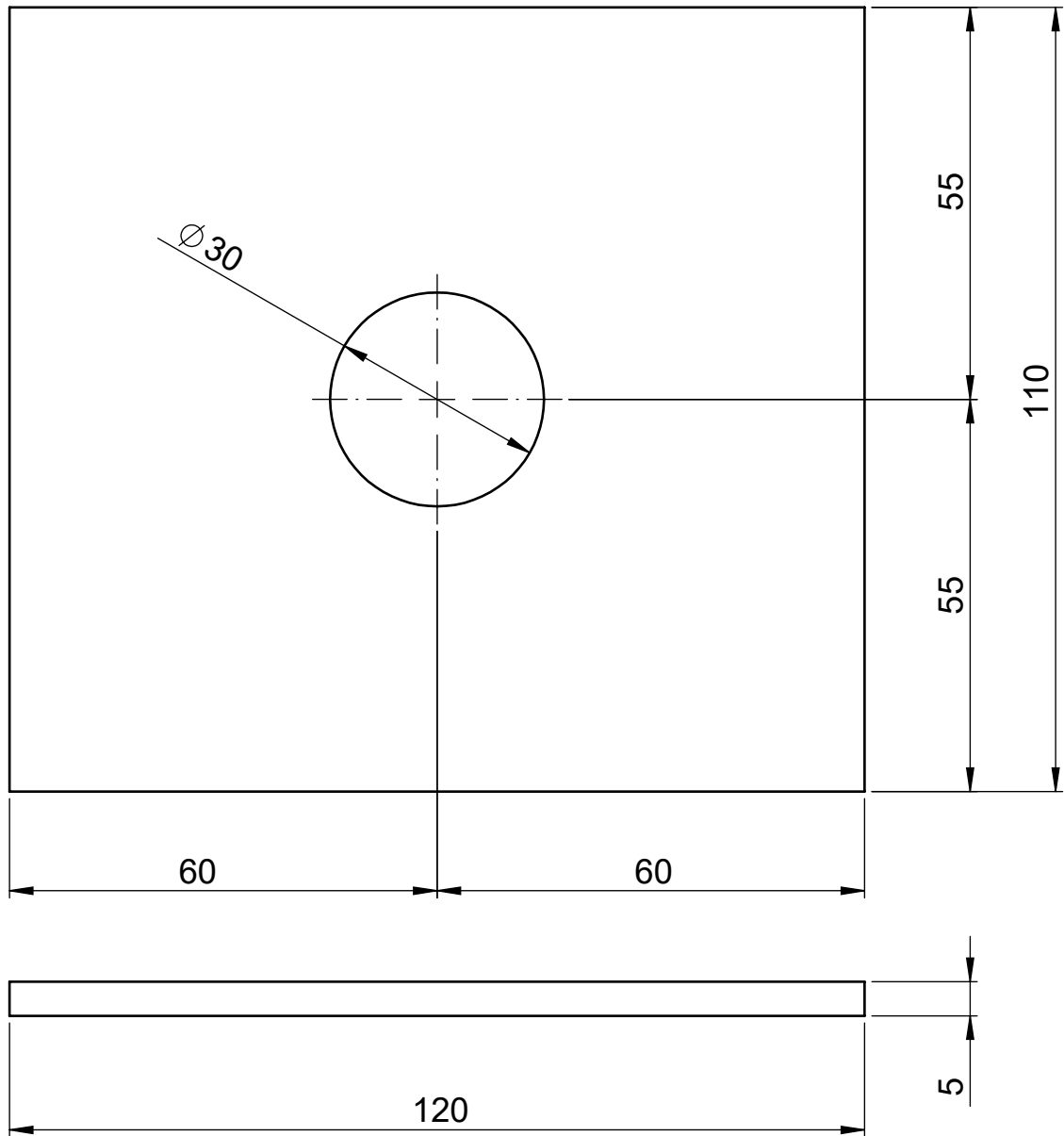
**NOTA:**

- CANTIDAD: 4
- ELIMINAR ACEITES Y SUCIEDADES.
- SOLDADURAS Y REBABAS ELIMINAR CON FLAP #120

Pos.	Cant.	Descripción	Plano	Material	Observaciones
C	2	COLUMNA	Long. 180	UPN120 - F-27	IRAM IAS U 500-509-2
B	1	TAPA BASE	PH-ME-01-02B	CHAPA 3/16" AISI 1010	IRAM IAS U 500-42
A	1	BASE PATA	PH-ME-01-02A	CHAPA 3/16" AISI 1010	IRAM IAS U 500-42

Tolerancias generales ISO-IRAM 2687 -mH	Proyectó		Cliente UTN FRSF	PIEZA SOLDADA	
	Dibujó	ROSSO		Posición 02 en PH-ME-01-00	
	Revisó			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	Aprobó				
Escala		PATA		N° Plano cliente REVISION 3	
1:2.5				N° plano PH-ME-01-02	
				Pág. 1/1	
Formato A3					

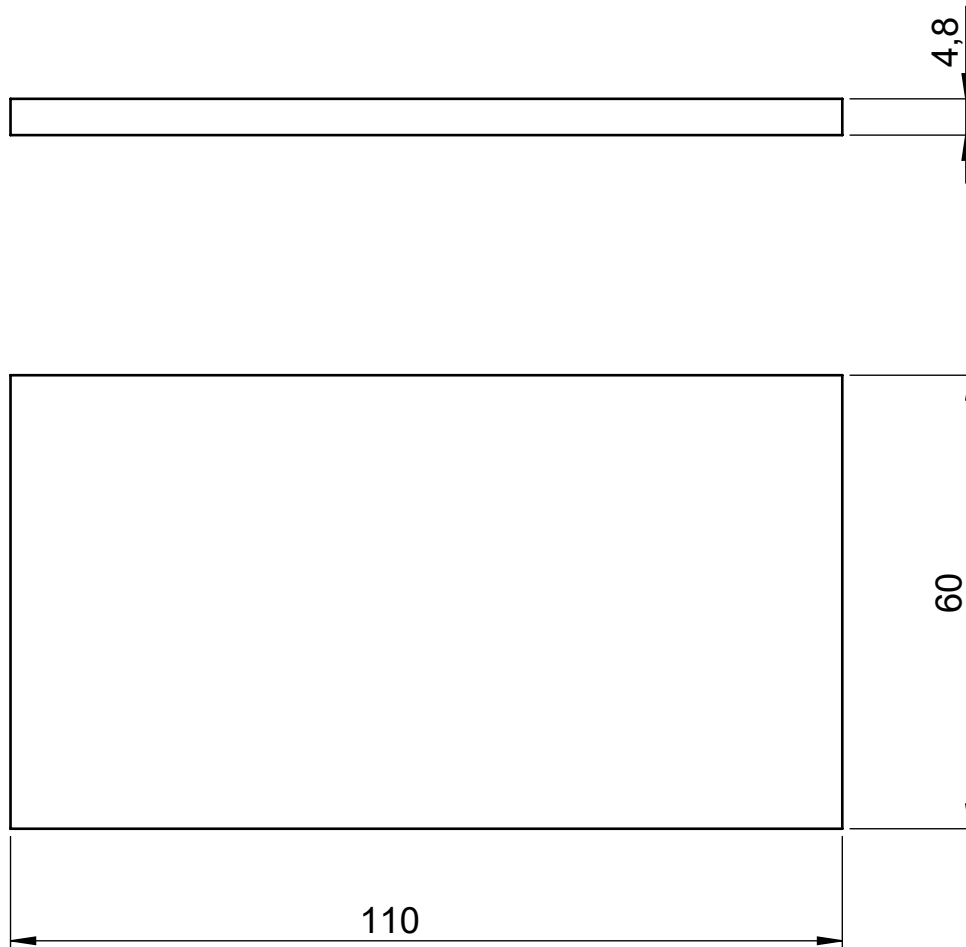


**NOTA:**

- CANTIDAD: 4
- ELIMINAR ACEITES Y SUCIEDADES.
- REBABAS Y CANTOS VIVOS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: CHAPA NEGRA DOBLE DECAPADA AISI 1010 - ESP. 3/16"

Tolerancias generales ISO-IRAM -2687-mH	Proyectó		Cliente	CORTE DE CHAPA		
	Dibujó	ROSSO M.	UTN FRSF	Posición A en PH-ME-01-02		
	Revisó					
	Aprobó					
	Escala	<b>BASE PATA</b>			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	1:1				N° Plano cliente REVISION 3	
					N° plano PH-ME-01-02A	Pág. 1/1
	Formato A4					

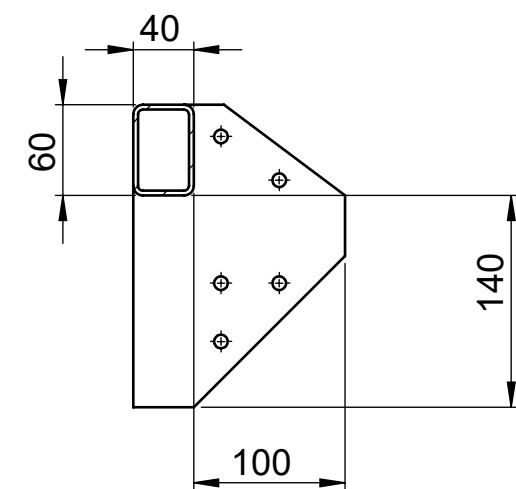
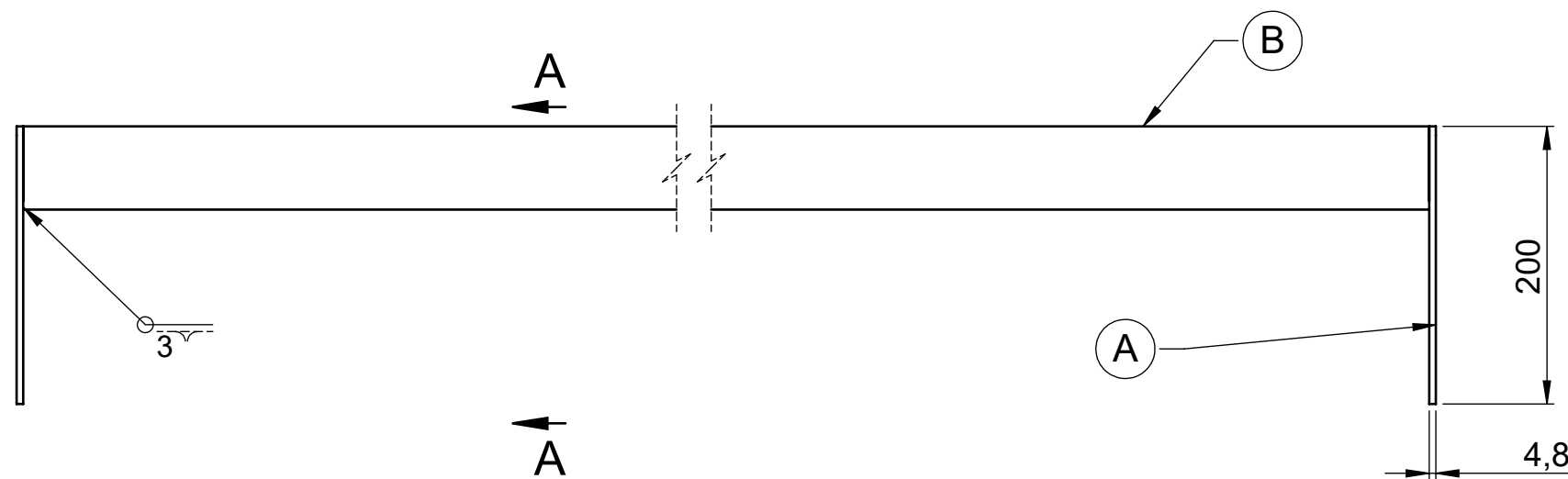
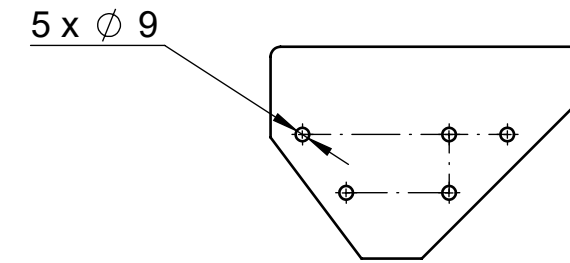
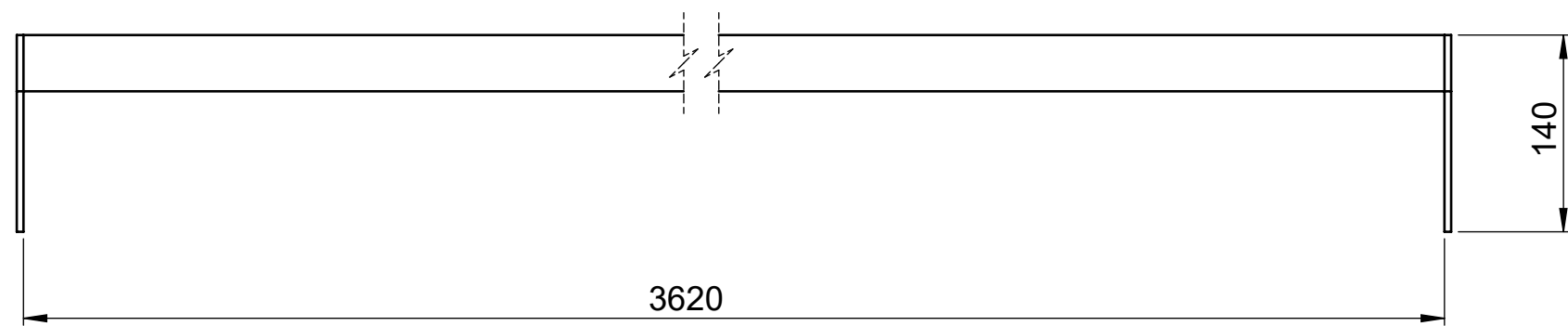




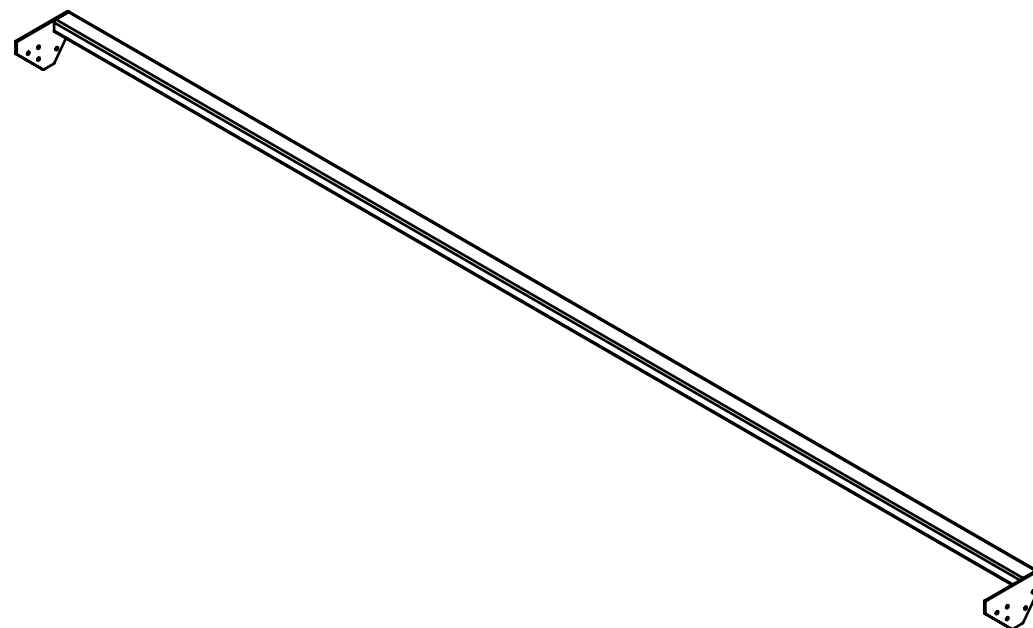
**NOTA:**

- CANTIDAD: 4
- ELIMINAR ACEITES Y SUCIEDADES.
- REBABAS Y CANTOS VIVOS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: CHAPA NEGRA DOBLE DECAPADA AISI 1010 - ESP. 3/16"

Tolerancias generales ISO-IRAM -2687-mH	Proyectó		Cliente	CORTE DE CHAPA	
	Dibujó	ROSSO	UTN FRSF	Posición B en PH-ME-01-02	
	Revisó			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	Aprobó			N° Plano cliente REVISION 3	
	Escala	TAPA PATA		N° plano PH-ME-01-02B	Pág. 1/1
	1:1				
	Formato A4				



A-A (1 : 5)



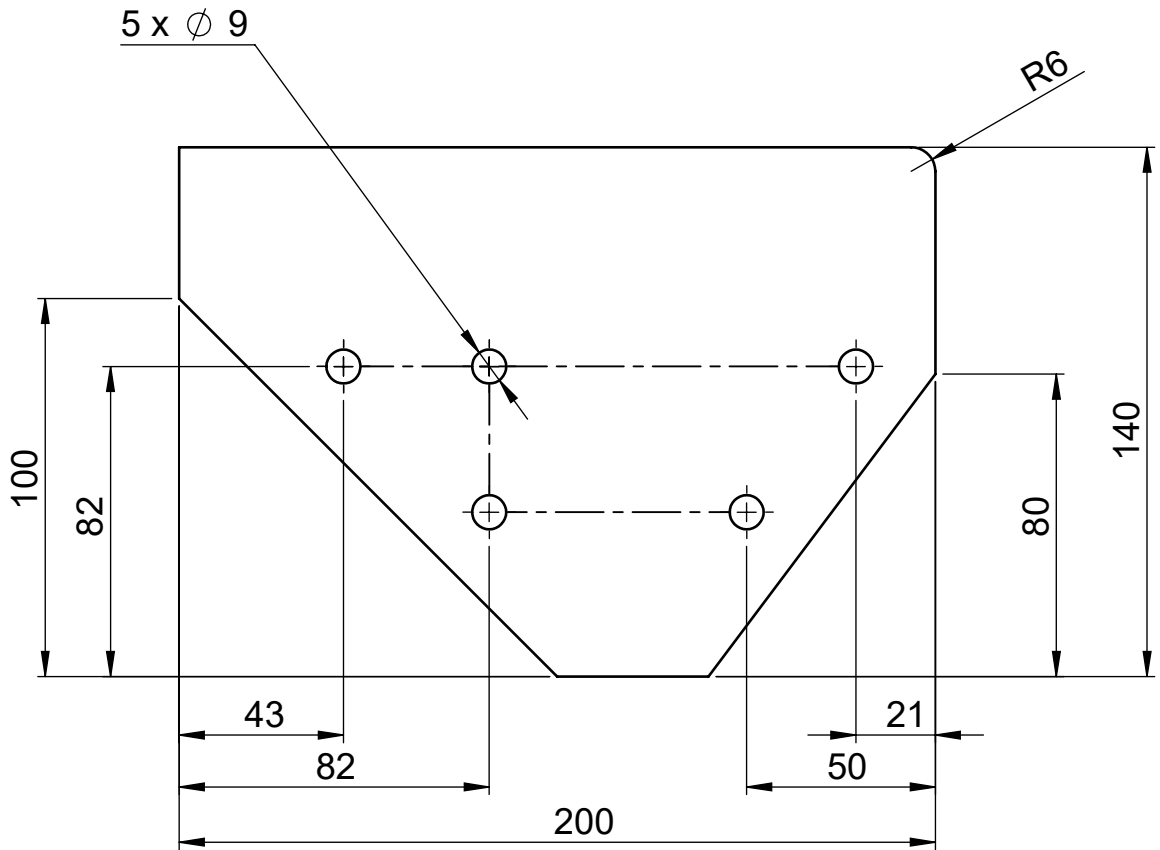
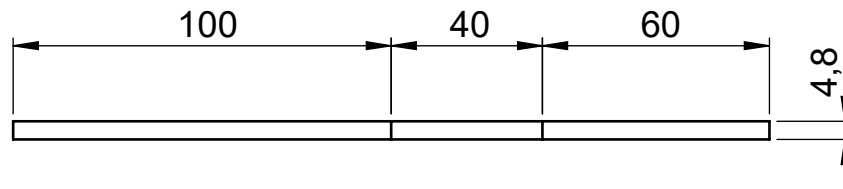
**NOTA:**

- CANTIDAD: 2
- ELIMINAR ACEITES Y SUCIEDADES.
- SOLDADURAS Y REBABAS ELIMINAR CON FLAP #120

Pos.	Cant.	Descripción	Plano	Material	Observaciones
B	1	TRANSVERSAL BL	-	TUBO AISI 1010 60x40x1.6	LONG. 3620 - EXT. PERPENDICULAR
A	2	BRIDA BL	PH-ME-01-03A	CHAPA 3/16" AISI 1010	

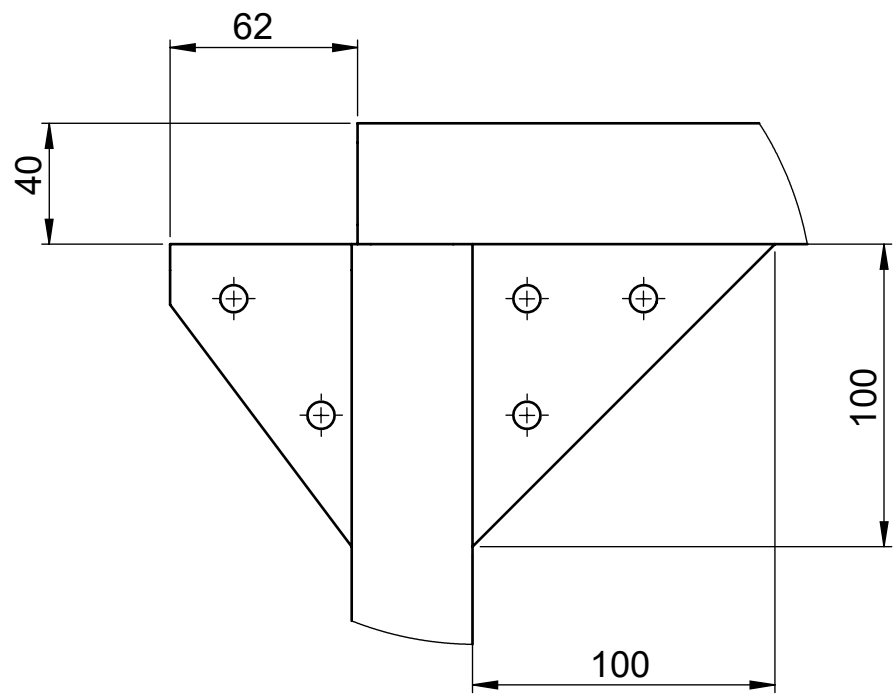
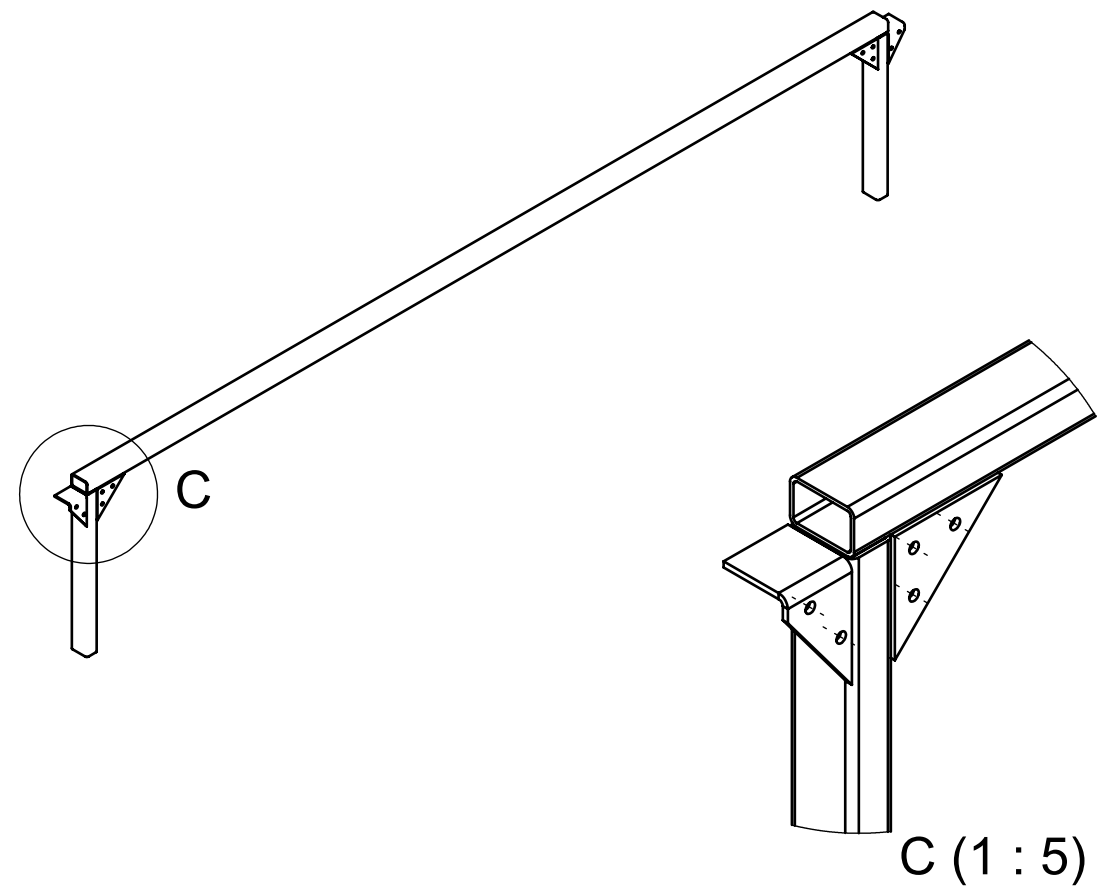
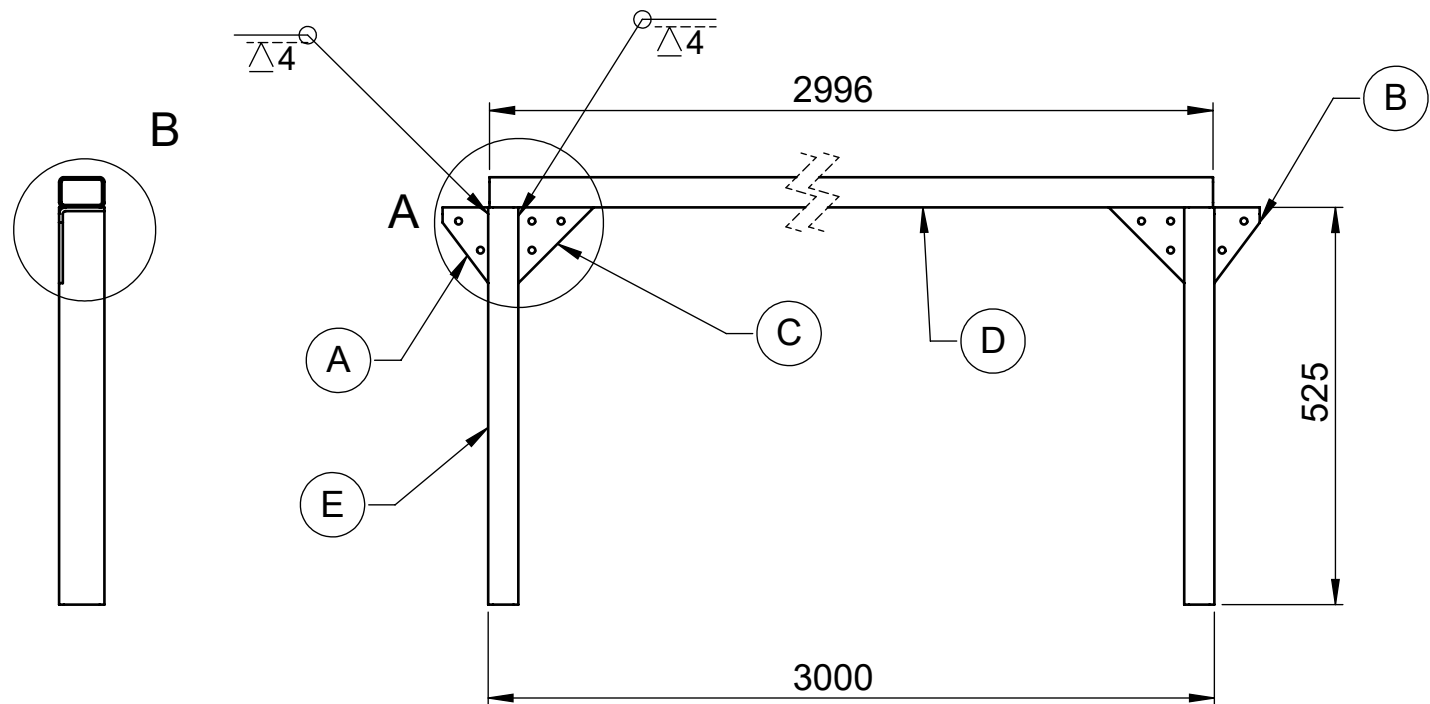
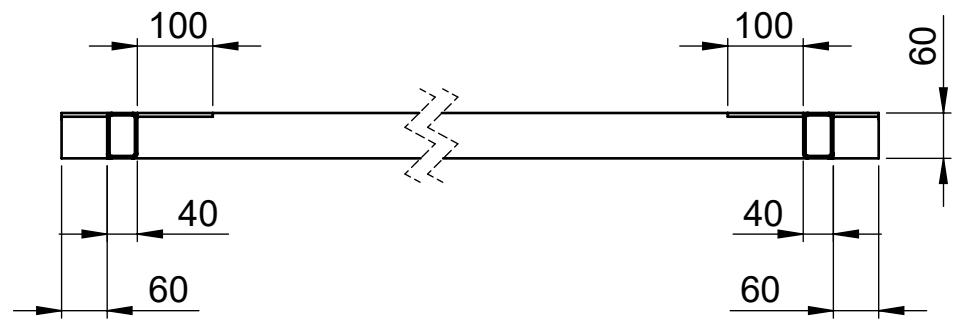
Tolerancias generales	Proyectó		Cliente UTN FRSF	PIEZA SOLDADA	
	Dibujó	ROSSO		Posición 03 en PH-ME-01-03	
	Revisó			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	Aprobó			N° Plano cliente REVISION 3	
Escala 1:5		BARANDA LARGA		N° plano PH-ME-01-03	
Formato A3				Pág. 1/1	



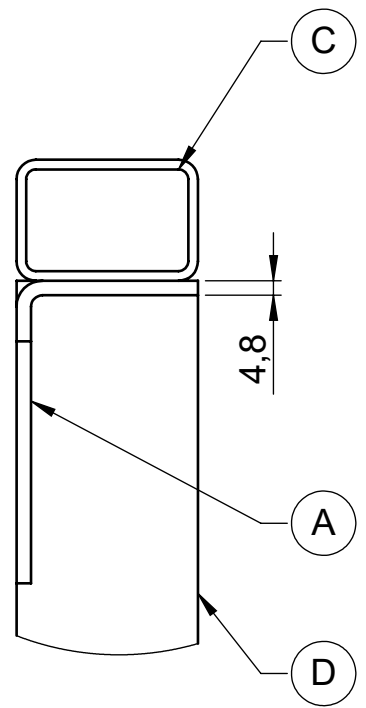
**NOTA:**

- CANTIDAD: 2
- ELIMINAR ACEITES Y SUCIEDADES.
- REBABAS Y CANTOS VIVOS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: CHAPA NEGRA DOBLE DECAPADA AISI 1010 - ESP. 3/16"

Tolerancias generales ISO-IRAM 2687-mH	Proyectó		Cliente	PLEGADO	
	Dibujó	ROSSO	UTN FRSF		
	Revisó			Posición A en PH-ME-01-04	
	Aprobó				
	Escala	<b>BRIDA BL</b>			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE
1:2	N° Plano cliente REVISION 3				
	N° plano PH-ME-01-04A				
Formato A4	Pág. 1/1				



A (1 : 2.5)

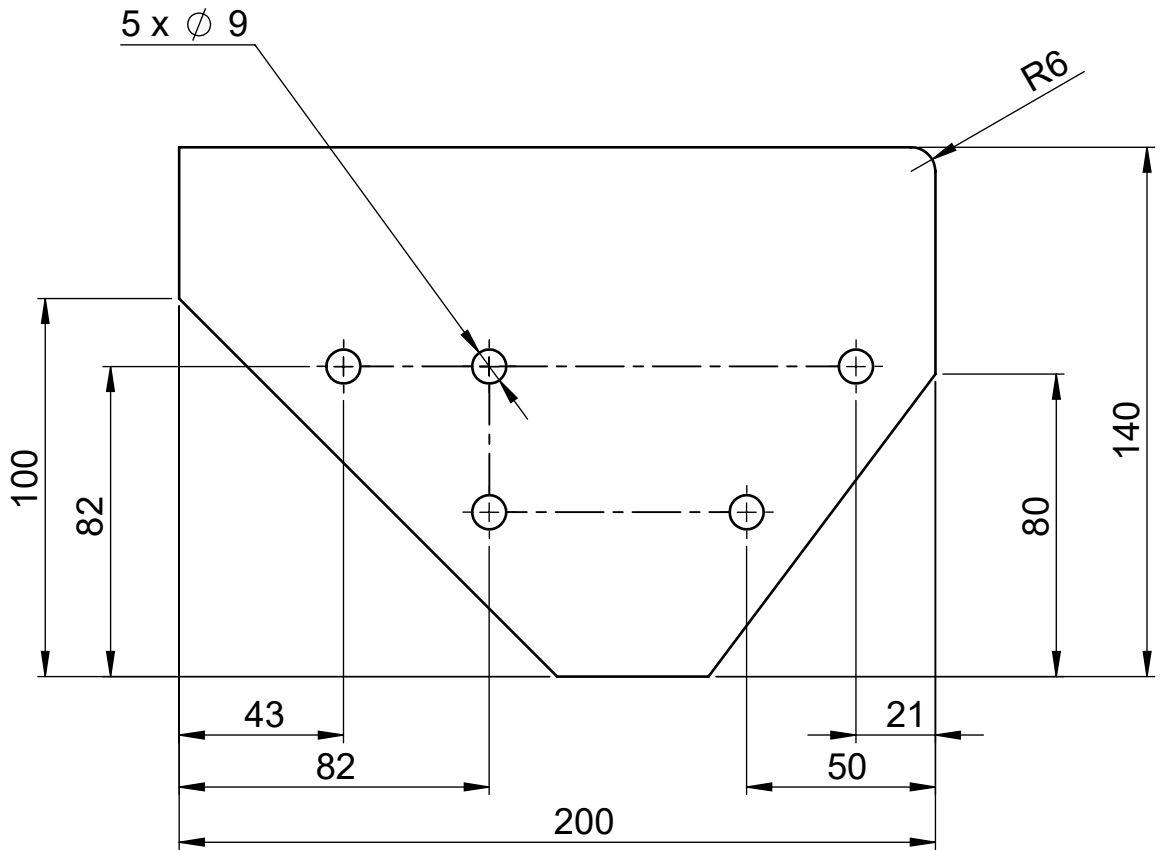
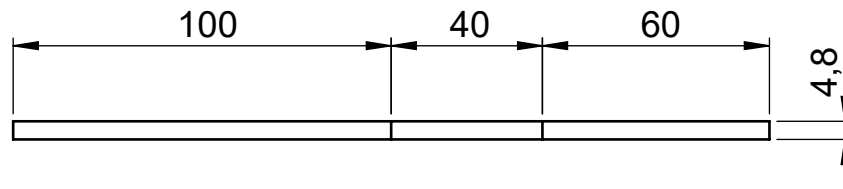


B (1 : 2.5)

Pos.	Cant.	Descripción	Plano	Material	Observaciones
E	2	VERTICAL BARANDA	-	TUBO AISI 1010 60x40x1.6	LONG. 2996 - EXT. PERPENDICULAR
D	1	TRAVESAÑO BARANDA	-	TUBO AISI 1010 60x40x1.6	LONG. 2996 - EXT. PERPENDICULAR
C	2	ESCUADRA	PH-ME-01-04C	CHAPA 3/16" AISI 1010	
B	1	APOYO LATERAL DERECHO	PH-ME-01-04B	CHAPA 3/16" AISI 1010	
A	1	APOYO LATERAL IZQUIERDO	PH-ME-01-04A	CHAPA 3/16" AISI 1010	

Tolerancias generales	Proyectó		Cliente UTN - FRSF	PIEZA SOLDADA	
	Dibujó	ROSSO			
	Revisó			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	Aprobó				
Escala	1:10		N° plano PH-ME-01-04		
Formato	A3				Pág. 1/1

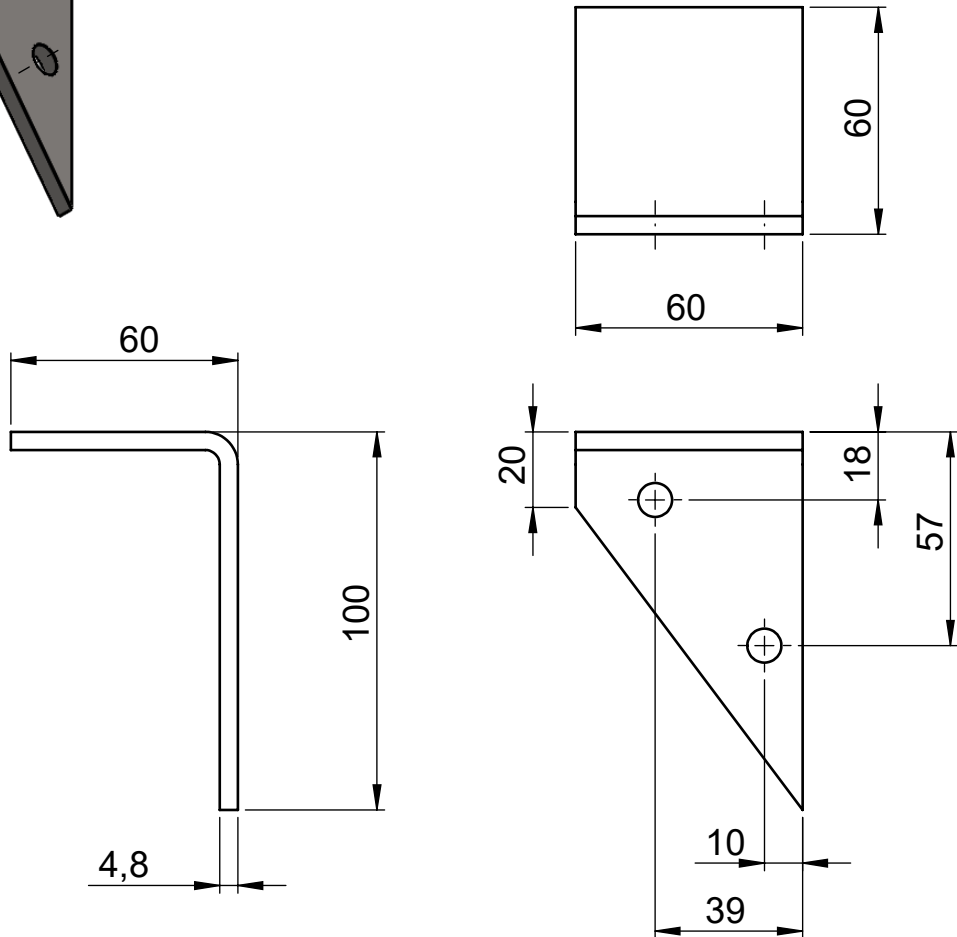
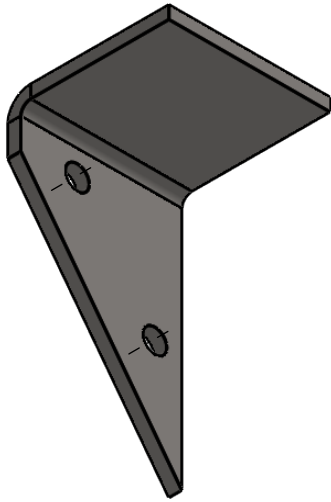
**BARANDA CORTA**



**NOTA:**

- CANTIDAD: 2
- ELIMINAR ACEITES Y SUCIEDADES.
- REBABAS Y CANTOS VIVOS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: CHAPA NEGRA DOBLE DECAPADA AISI 1010 - ESP. 3/16"

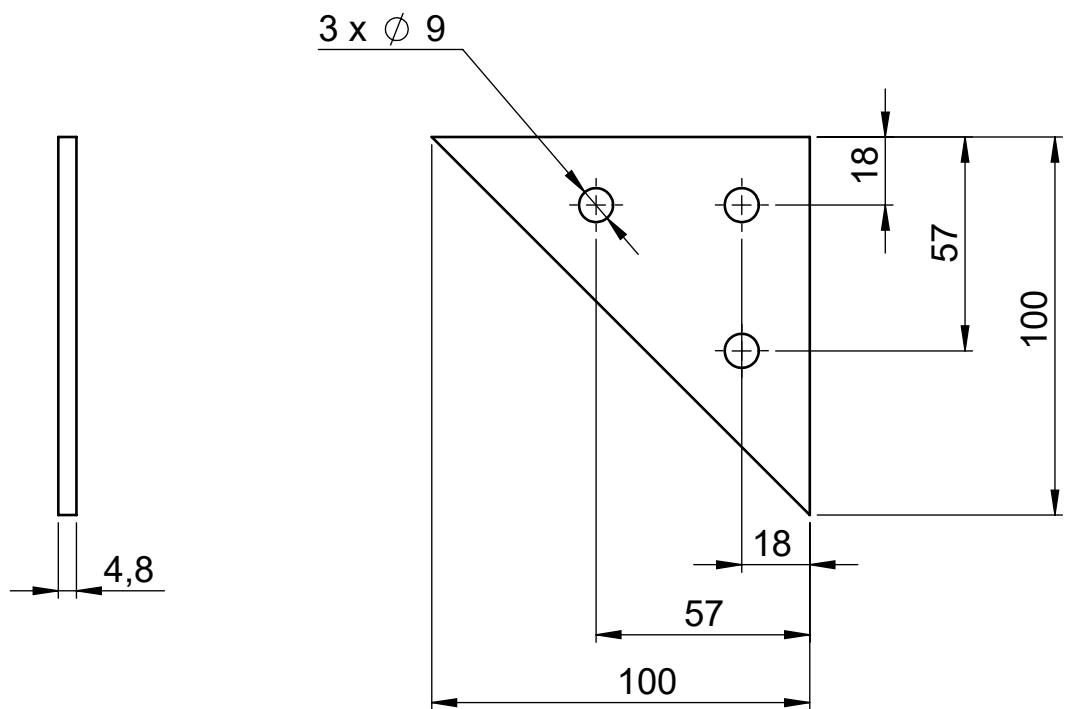
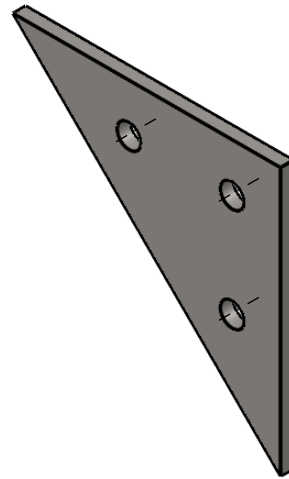
Tolerancias generales ISO-IRAM 2687-mH	Proyectó		Cliente	PLEGADO		
	Dibujó	ROSSO	UTN FRSF	Posición A en PH-ME-01-04		
	Revisó					
	Aprobó					
	Escala	<b>APOYO DE LATERAL IZQUIERDO</b>			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	1:2				Nº Plano cliente REVISION 3	
					Nº plano PH-ME-01-04A	Pág. 1/1
	Formato A4					



**NOTA:**

- CANTIDAD: 2
- ELIMINAR ACEITES Y SUCIEDADES.
- REBABAS Y CANTOS VIVOS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: CHAPA NEGRA DOBLE DECAPADA AISI 1010 - ESP. 3/16"

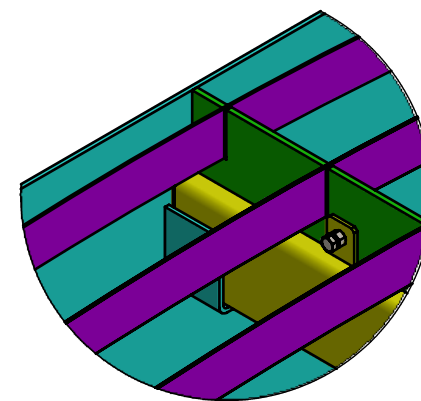
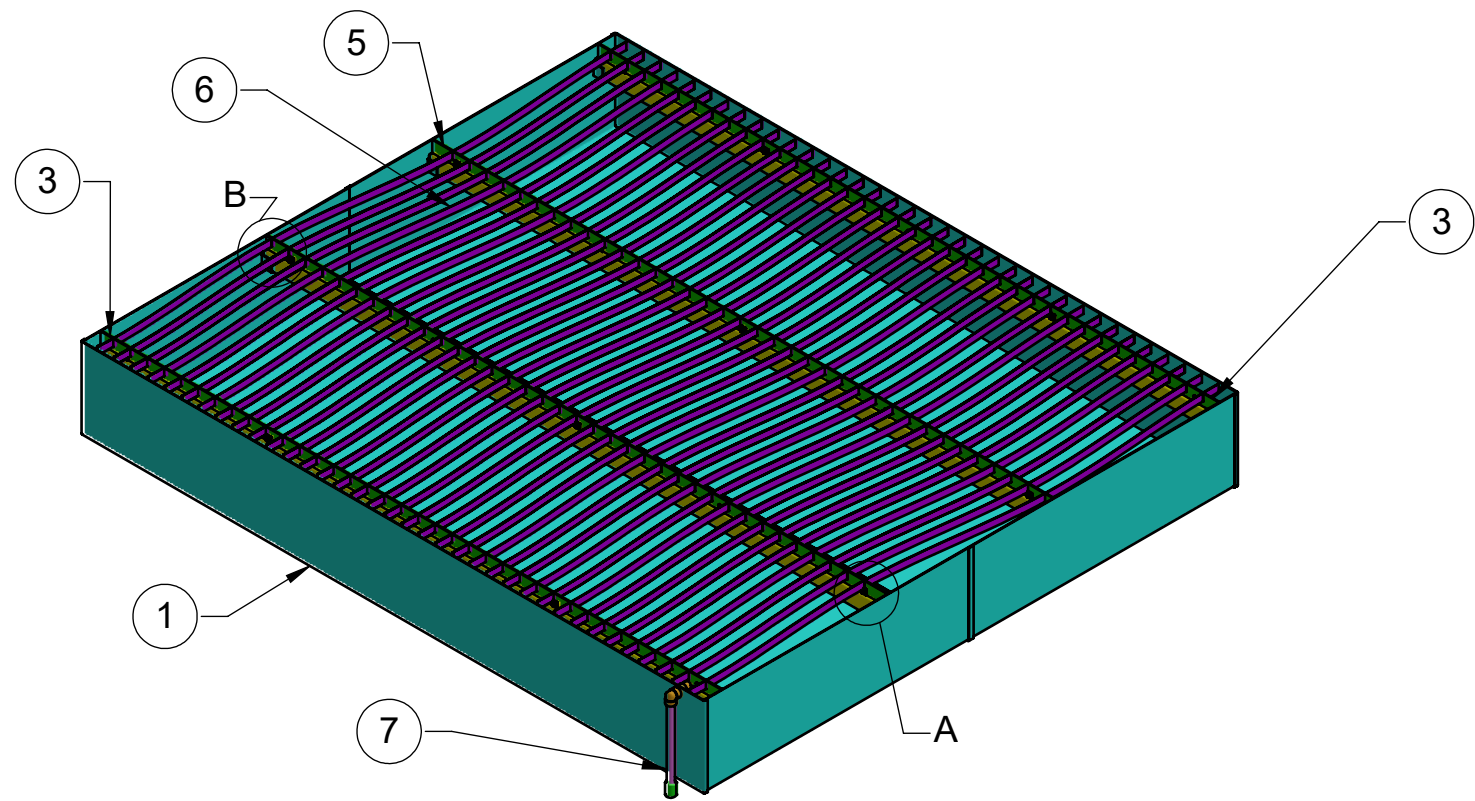
Tolerancias generales ISO-IRAM 2687-mH	Proyectó		Cliente	PLEGADO		
	Dibujó	ROSSO	UTN FRSF	Posición B en PH-ME-01-04		
	Revisó					
	Aprobó					
	Escala	<b>APOYO DE LATERAL DERECHO</b>			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	1:2				N° Plano cliente REVISION 3	
					N° plano PH-ME-01-04B	Pág. 1/1
	Formato A4					



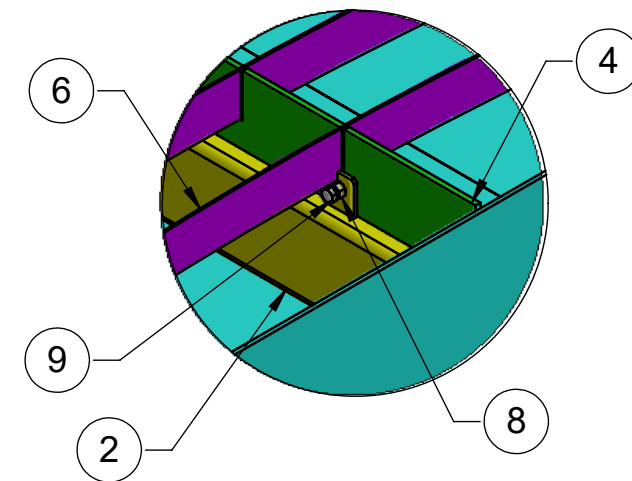
**NOTA:**

- CANTIDAD: 4
- ELIMINAR ACEITES Y SUCIEDADES.
- REBABAS Y CANTOS VIVOS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: CHAPA NEGRA DOBLE DECAPADA AISI 1010 - ESP. 3/16"

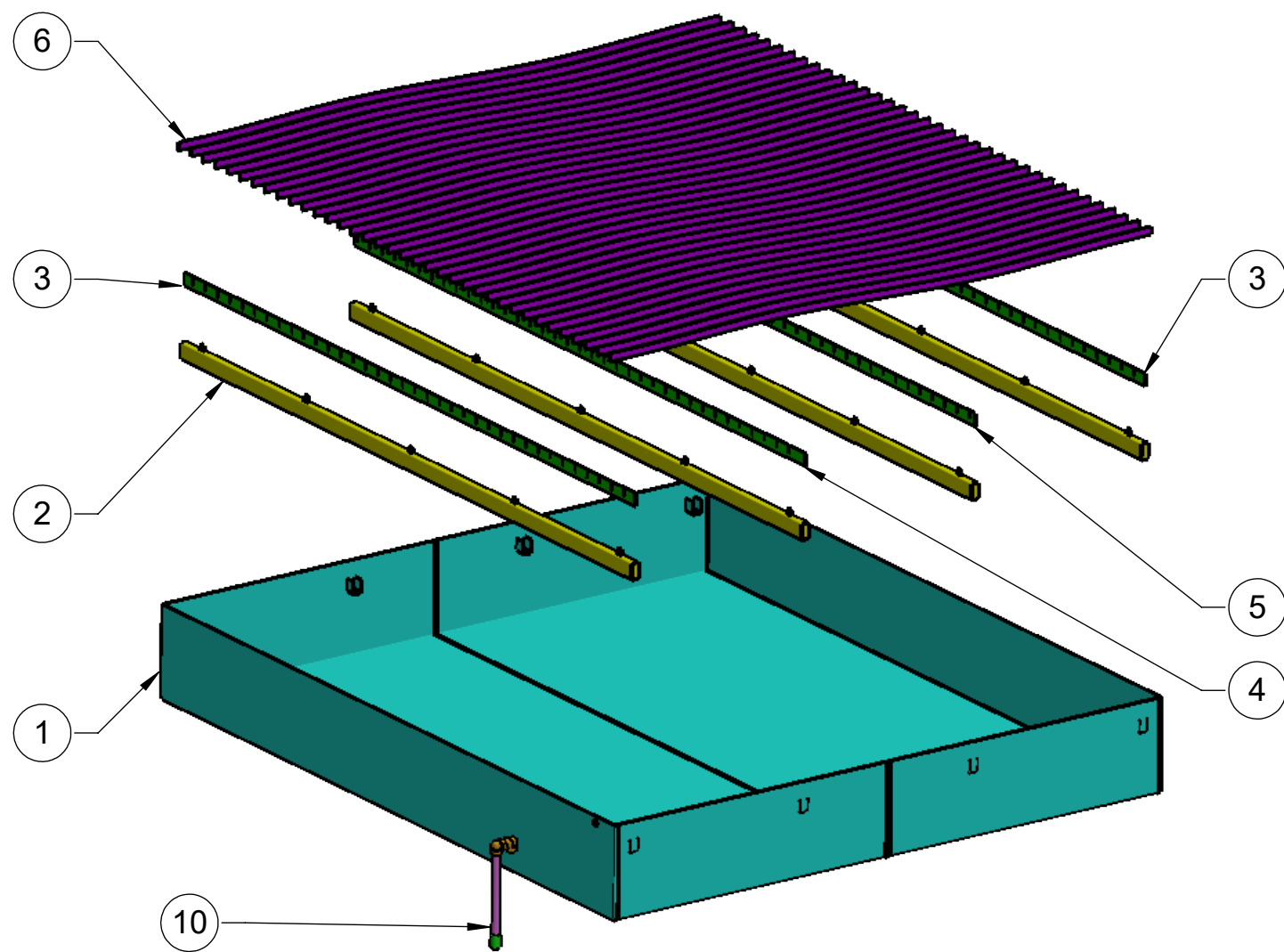
Tolerancias generales ISO-IRAM 2687-mH	Proyectó		Cliente	PLEGADO	
	Dibujó	ROSSO	UTN FRSF		
	Revisó			Posición C en PH-ME-01-04	
	Aprobó				
	Escala	<b>ESCUADRA</b>		PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	1:2			N° Plano cliente REVISION 3	
				N° plano PH-ME-01-04C	
	Formato A4			Pág. 1/1	



B (1 : 5)



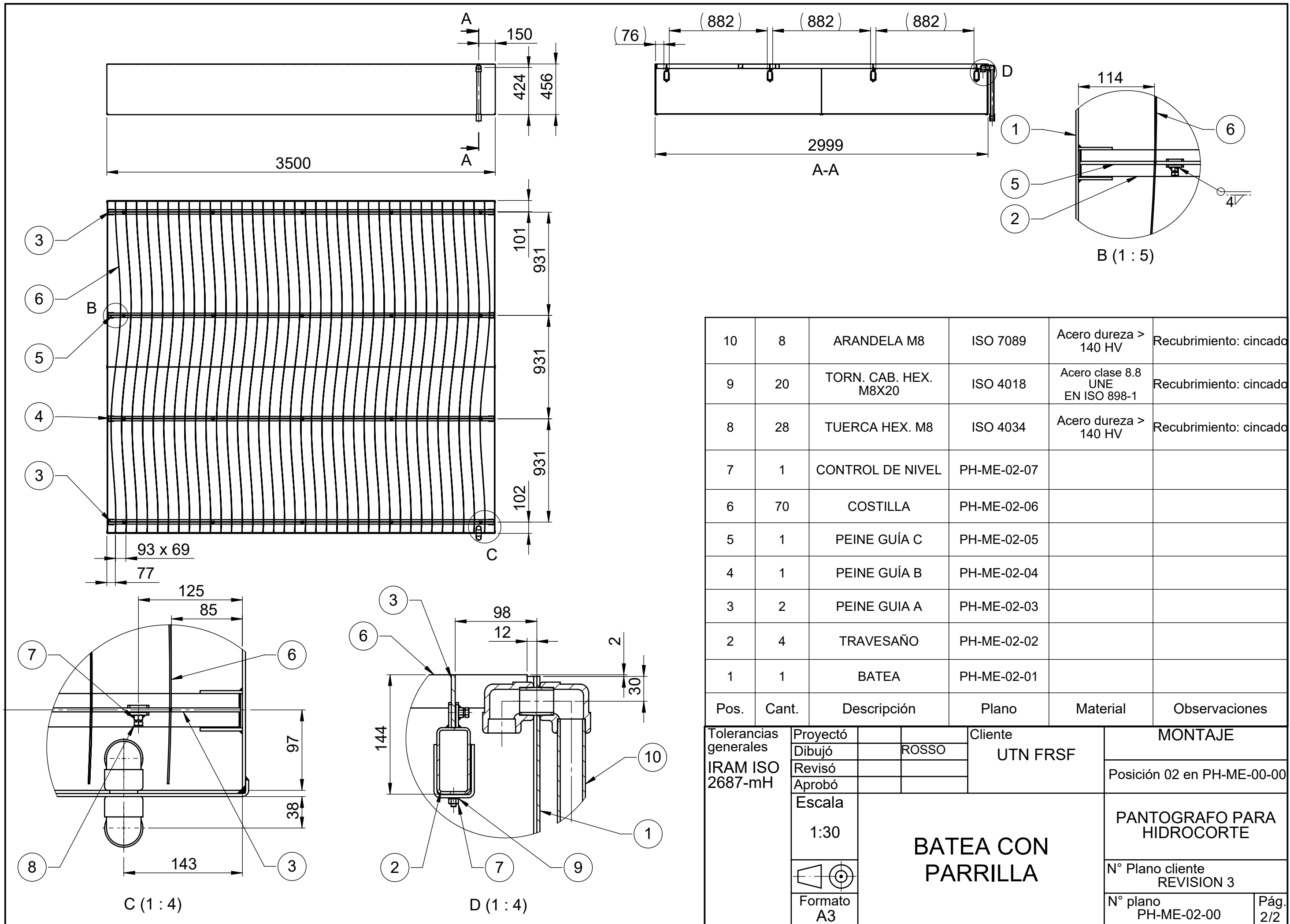
A (1 : 5)



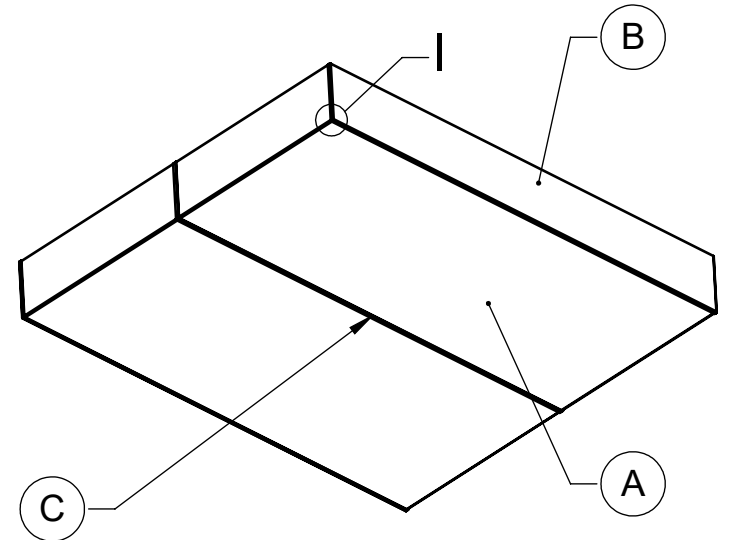
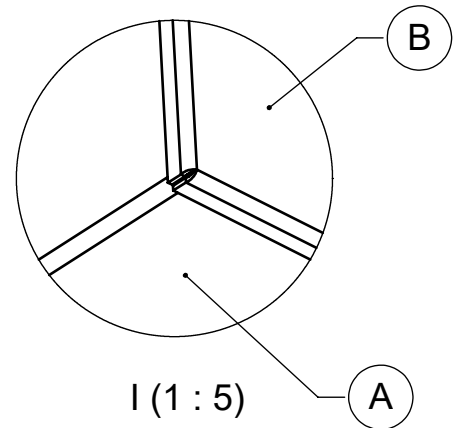
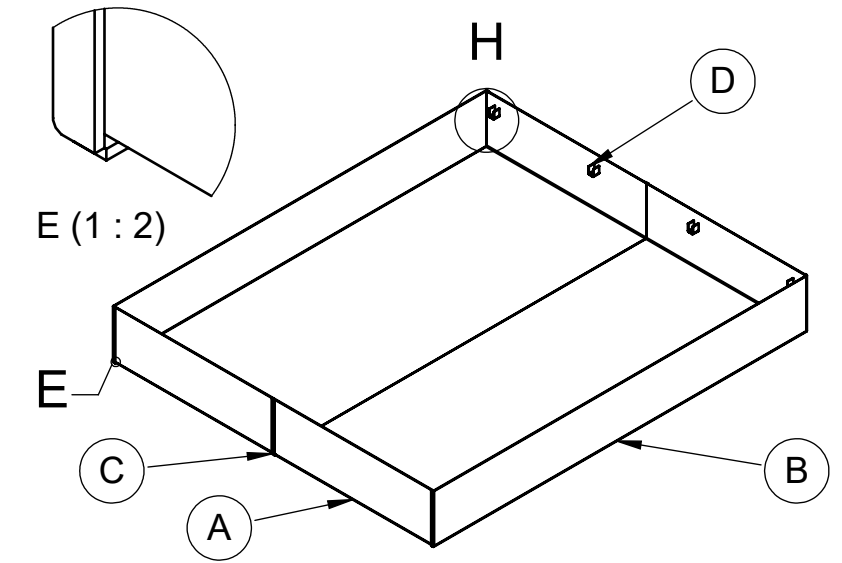
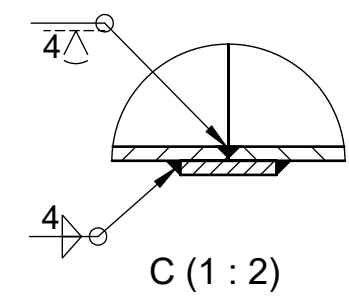
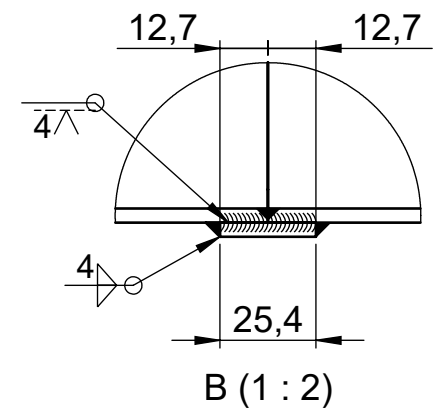
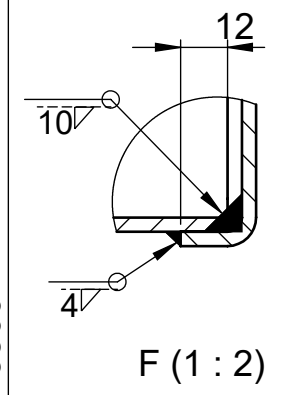
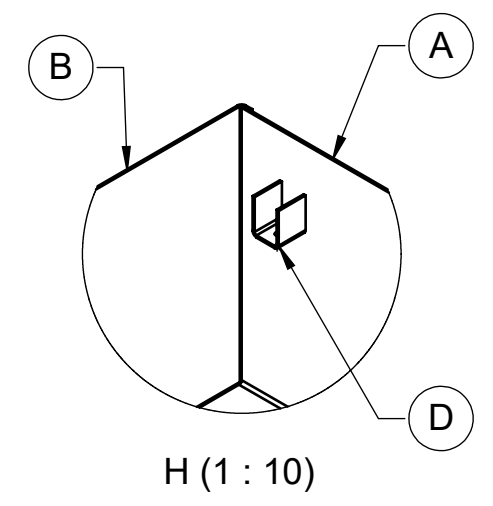
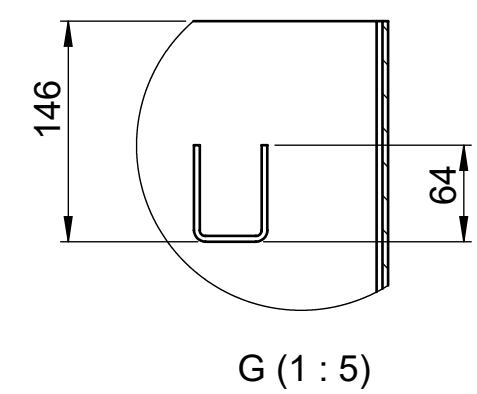
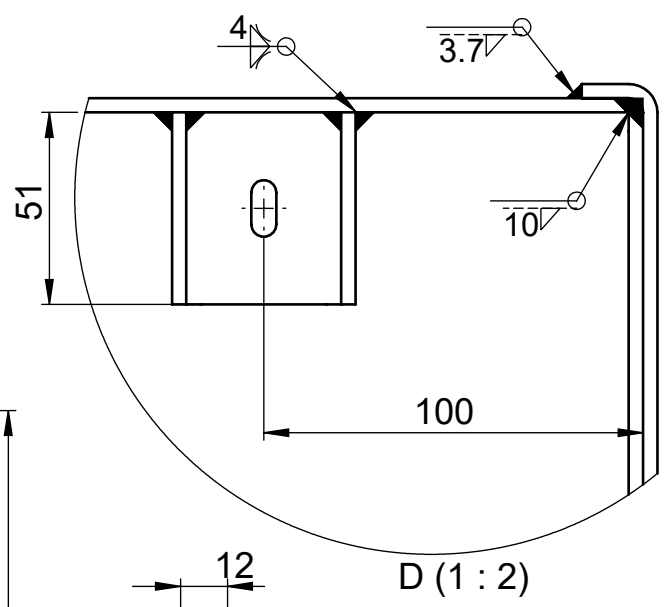
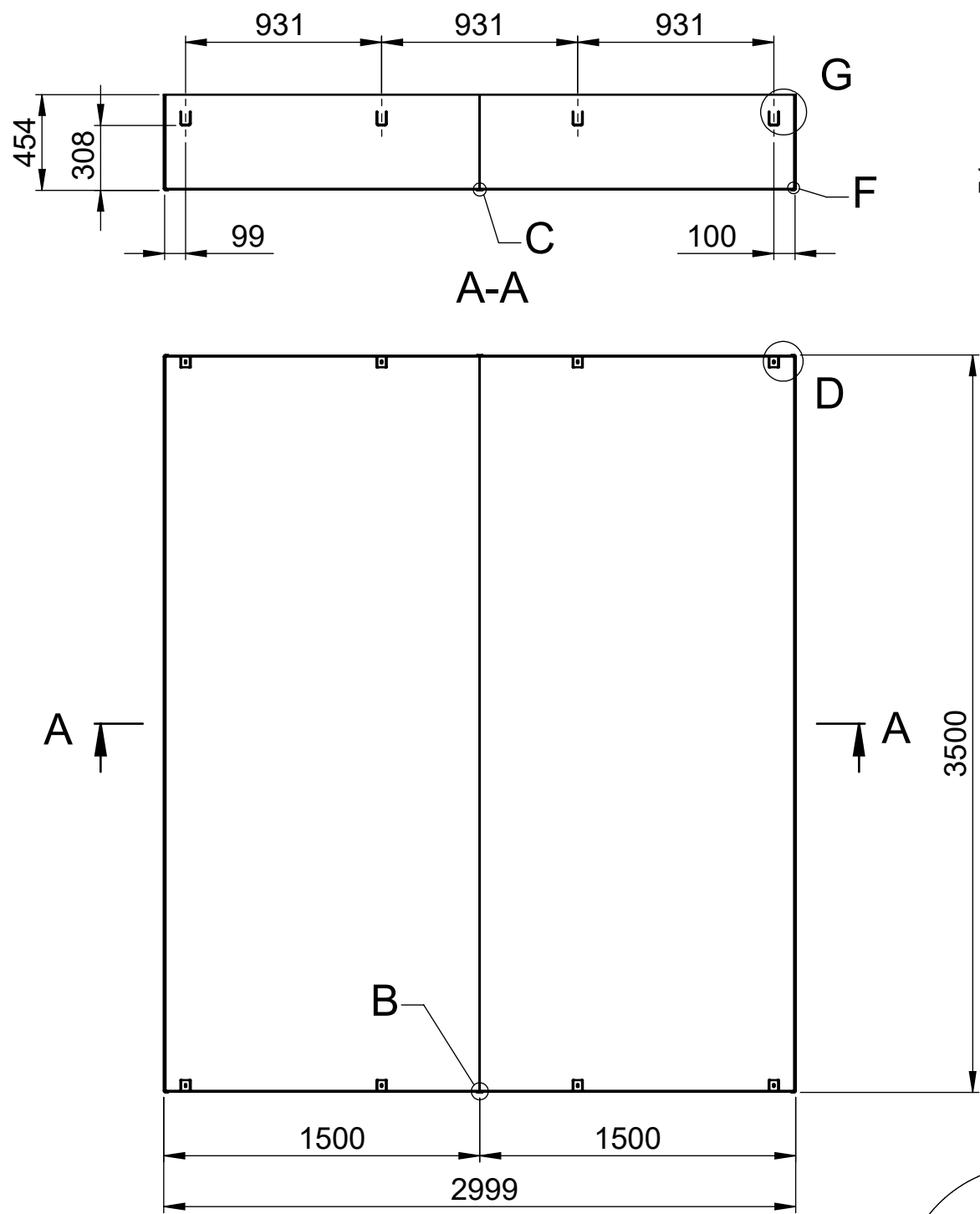
Pos.	Cant.	Descripción	Plano	Material	Observaciones
10	8	ARANDELA M8	ISO 7089	Acero dureza > 140 HV	Recubrimiento: cincado
9	20	TORN. CAB. HEX. M8X20	ISO 4018	Acero clase 8.8 UNE EN ISO 898-1	Recubrimiento: cincado
8	28	TUERCA HEX. M8	ISO 4034	Acero dureza > 140 HV	Recubrimiento: cincado
7	1	CONTROL DE NIVEL	PH-ME-02-07		
6	70	COSTILLA	PH-ME-02-06		
5	1	PEINE GUÍA C	PH-ME-02-05		
4	1	PEINE GUÍA B	PH-ME-02-04		
3	2	PEINE GUIA A	PH-ME-02-03		
2	4	TRAVESAÑO	PH-ME-02-02		
1	1	BATEA	PH-ME-02-01		

Tolerancias generales IRAM ISO 2687-mH	Proyectó		Cliente UTN FRSF	MONTAJE	
	Dibujó	ROSSO			
	Revisó		Posición 02 en PH-ME-00-00		
	Aprobó		PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE		
Escala	1:30	<b>BATEA CON PARRILLA</b>		N° Plano cliente REVISION 3	
Formato	A3			N° plano PH-ME-02-00	Pág. 1/2





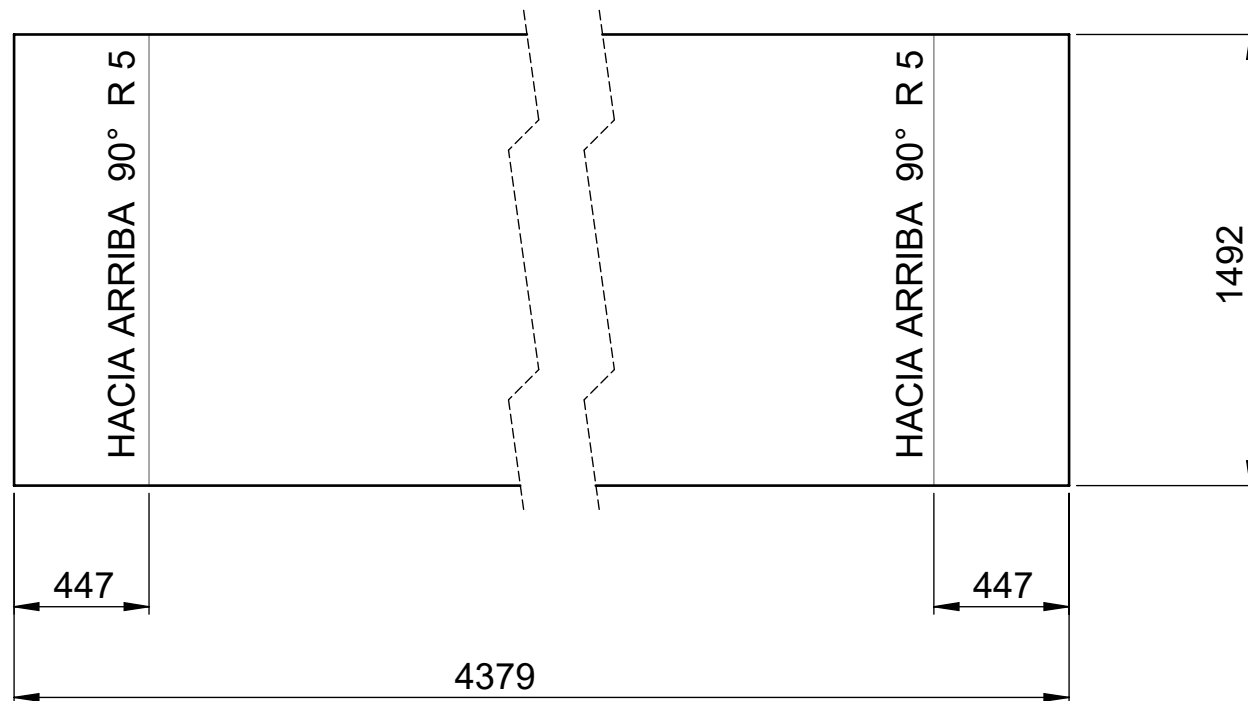
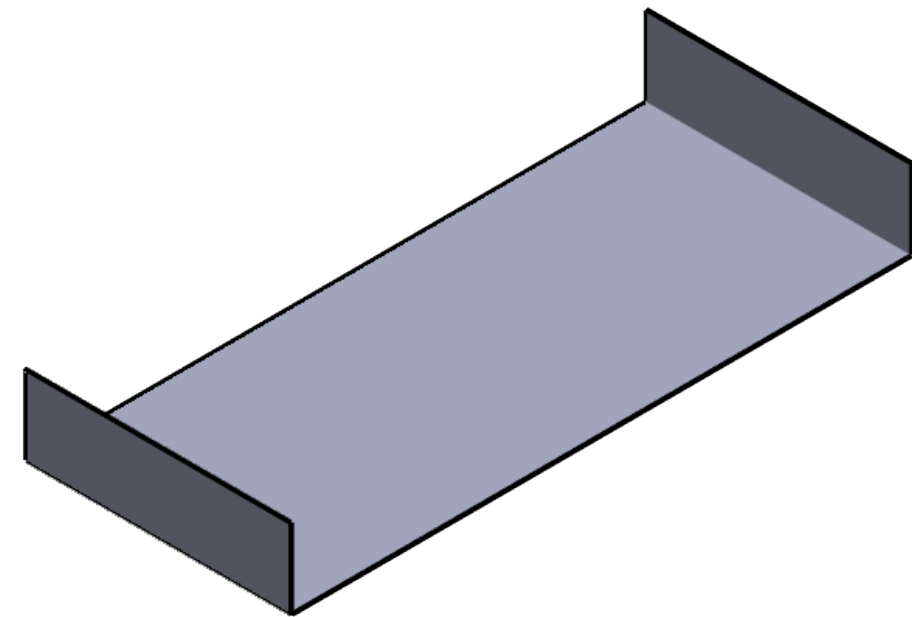
Tolerancias generales IRAM ISO 2687-mH	Proyectó		Cliente UTN FRSF	MONTAJE	
	Dibujó	ROSSO		Posición 02 en PH-ME-00-00	
	Revisó		<b>BATEA CON PARRILLA</b> N° Plano cliente REVISION 3	N° plano PH-ME-02-00	Pág. 2/2
	Aprobó				
Escala	1:30				
Formato	A3				



**NOTA:**  
 - CANTIDAD: 1  
 - ACABADO MEDIANTE PINTURA EPOXY AUTOIMPREGNANTE  
 - SOLDADURAS Y REBABAS ELIMINAR CON FLAP #120

Pos.	Cant.	Descripción	Plano	Material	Observaciones
D	8	Soporte de travesaños	PH-ME-02-01D	PLANCH. 2"x3/16" AISI 1010	
C	1	Refuerzo de fondo	PH-ME-02-01C	PLANCH. 1"x3/16" AISI 1010	
B	2	Chapa lateral	PH-ME-02-01B	CHAPA 3/16" AISI 1010	
A	2	Chapa Base y Lateral	PH-ME-02-01A	CHAPA 3/16" AISI 1010	

Tolerancias generales ISO-IRAM -2687-mH	Proyectó		Cliente UTN - FRSF	PIEZA SOLDADA	
	Dibujó	ROSSO		Posición 01 en PH-ME-02-00	
	Revisó			<b>PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE</b>	
	Aprobó				
Escala	1:30		<b>BATEA</b>		
Formato	A3				N° Plano cliente REVISION 3
				Pág.	1/1

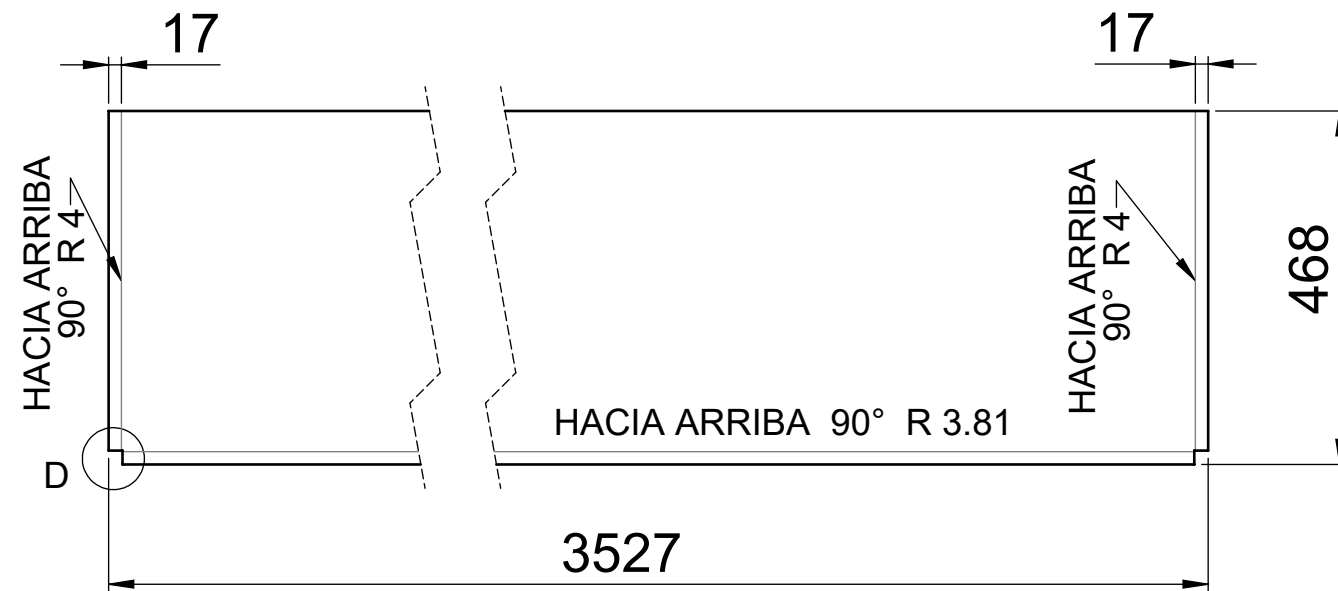


DESARROLLO DE CHAPA

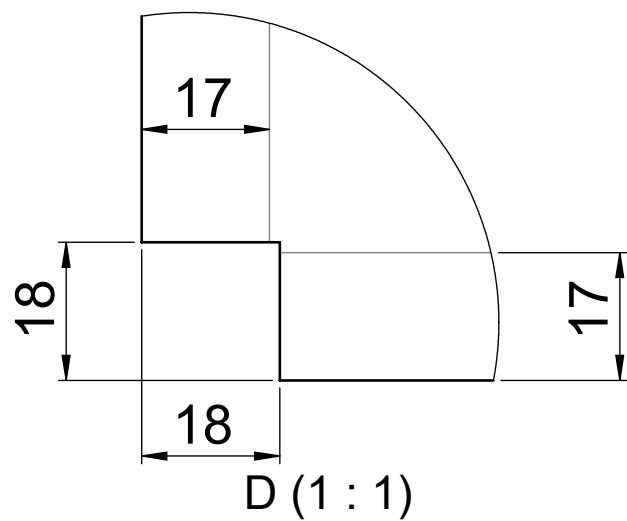
**NOTA:**

- CANTIDAD: 2
- ELIMINAR ACEITES Y SUCIEDADES.
- MATERIAL: CHAPA NEGRA DOBLE DECAPADA AISI 1010 - DIMENSIONES 1500 X6000 - ESP. 3/16"

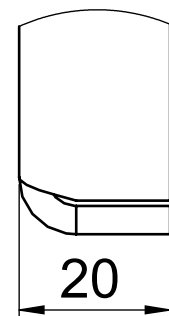
Tolerancias generales IRAM ISO 2687 - mH	Proyectó		Cliente	PLEGADO	
	Dibujó	ROSSO M	UTN FRSF	Posición A en PH-ME-02-01	
	Revisó			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	Aprobó		N° Plano cliente REVISION V3		
Escala		BASE		N° plano PH-ME-02-01A	
1:25				Pág. 1/1	
Formato A3					



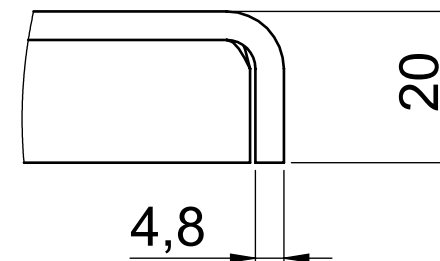
DESARROLLO DE CHAPA



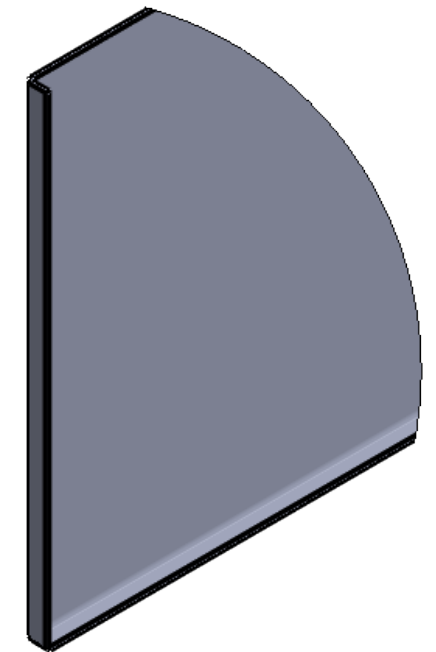
D (1 : 1)



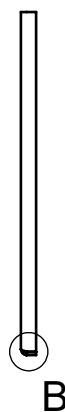
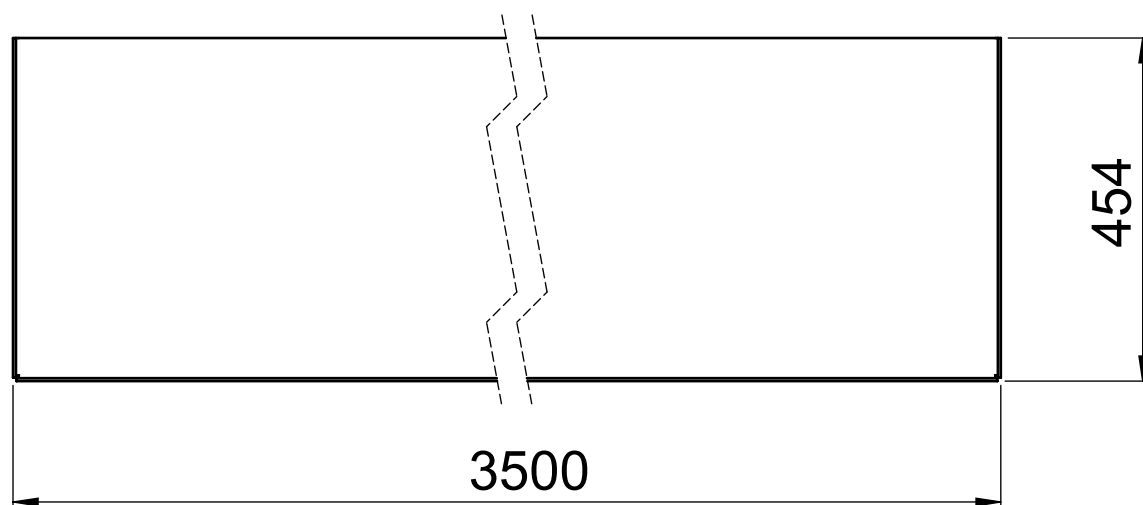
B (1 : 1)



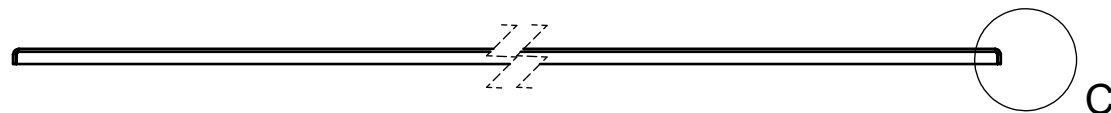
C (1 : 1)



A (1 : 5)



B

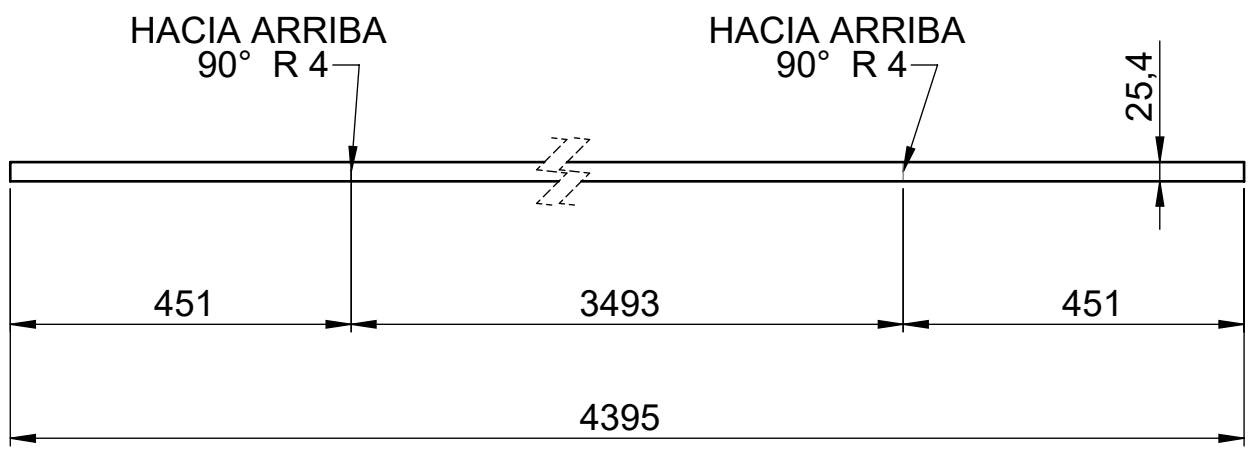
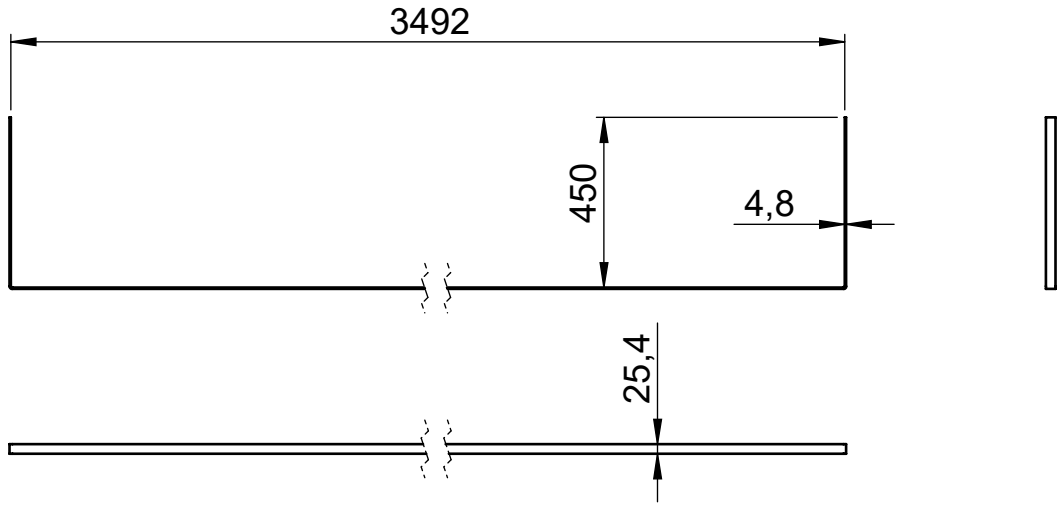


C

**NOTA:**

- CANTIDAD: 2
- ELIMINAR ACEITES Y SUCIEDADES.
- REBABAS Y CANTOS VIVOS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: CHAPA NEGRA DOBLE DECAPADA AISI 1010 -
- DIMENSIONES: 6000X1500 X ESP. 4.76 mm (3/16")

Tolerancias generales IRAM-ISO 2687 - mH	Proyectó		Cliente UTN FRSF	PLEGADO	
	Dibujó	ROSSO M		Posición B en PH-ME-02-01	
	Revisó			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	Aprobó			N° Plano cliente REVISION 3	
Escala 1:10		CHAPA LATERAL		N° plano PH-ME-02-01B	
Formato A3				Pág. 1/1	

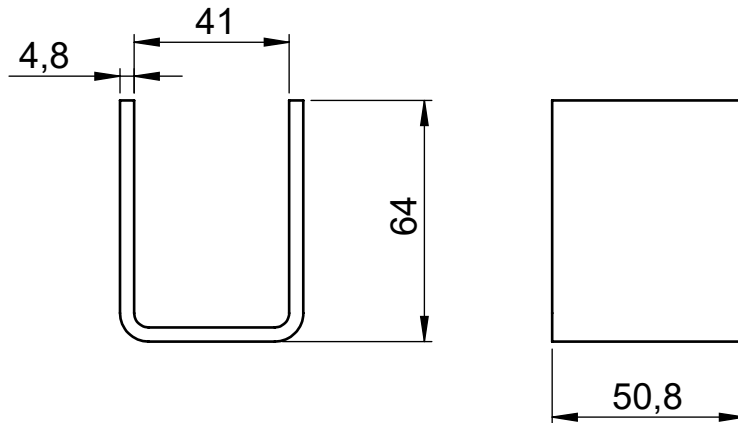
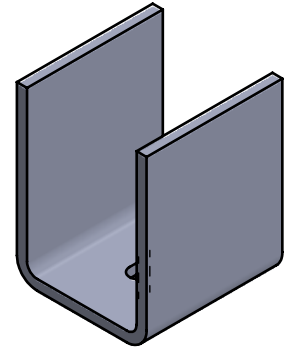
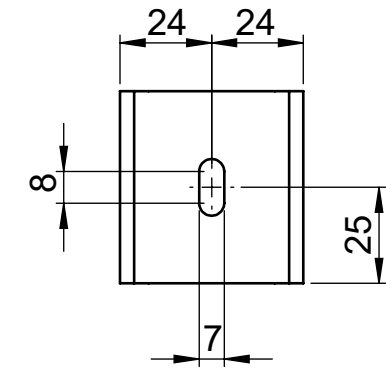


DESARROLLO DE PLEGADO

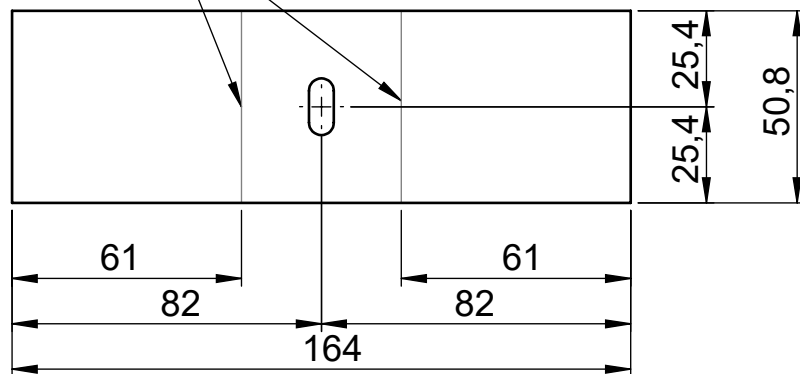
**NOTA:**

- CANTIDAD: 1
- ELIMINAR ACEITES Y SUCIEDADES.
- REBABAS Y CANTOS VIVOS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: PLANCHUELA LAMINADA AISI 1010 - 1" x 3/16"

Tolerancias generales	Proyectó		Cliente	PLEGADO		
	Dibujó	ROSSO	UTN FRSF			
IRAM-ISO 2768-mH	Revisó			Posición C en PH-ME-02-01		
	Aprobó					
	Escala	<b>REFUERZO DE FONDO</b>			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	1:20					
	N° Plano cliente REVISION 3					
Formato A4	N° plano PH-ME-02-01C				Pág. 1/1	



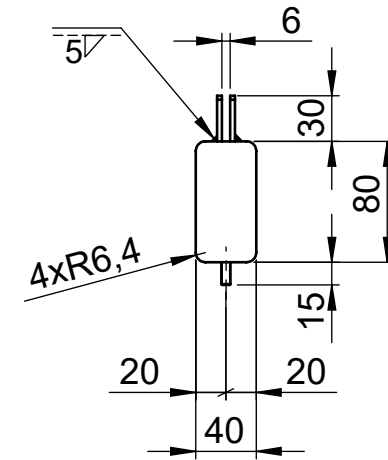
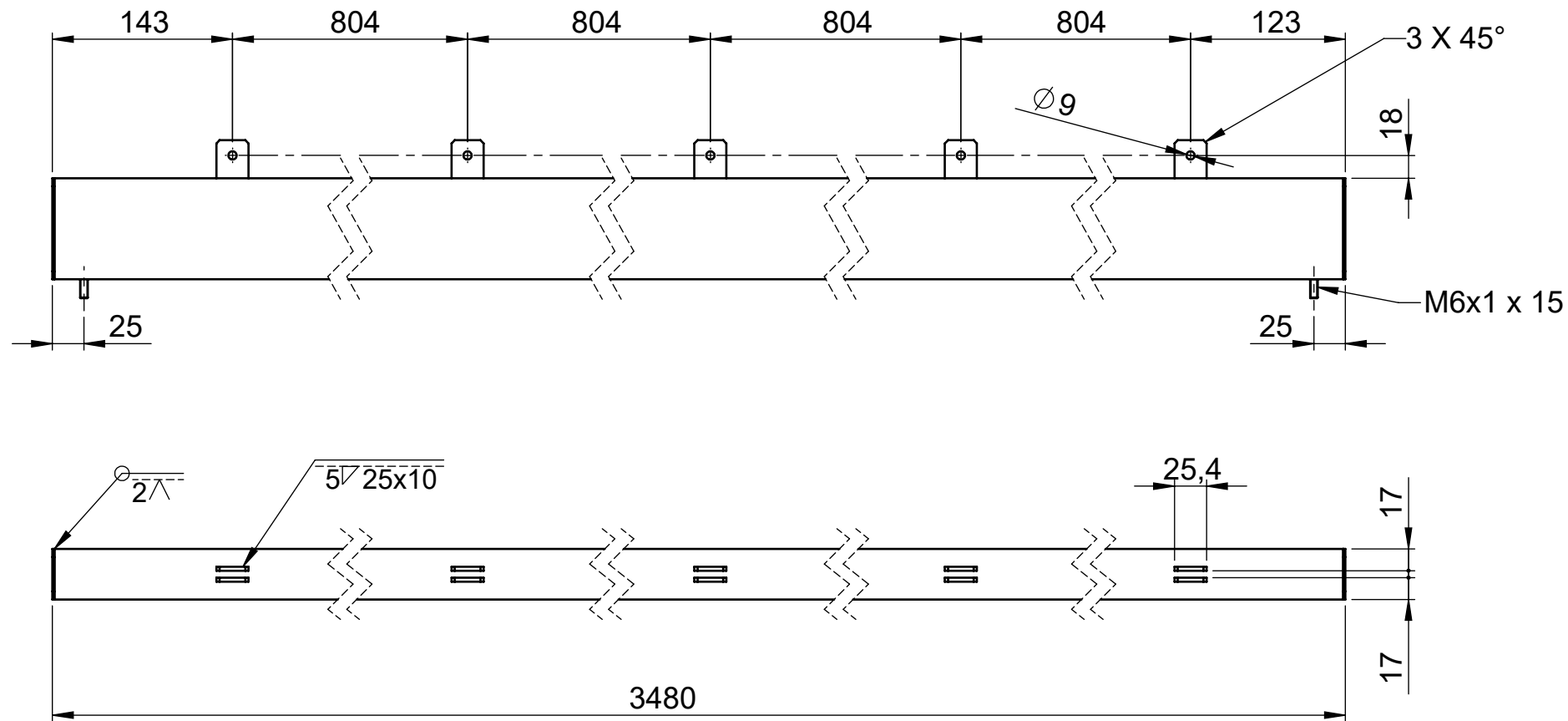
HACIA ARRIBA  
90° R 4



**NOTA:**

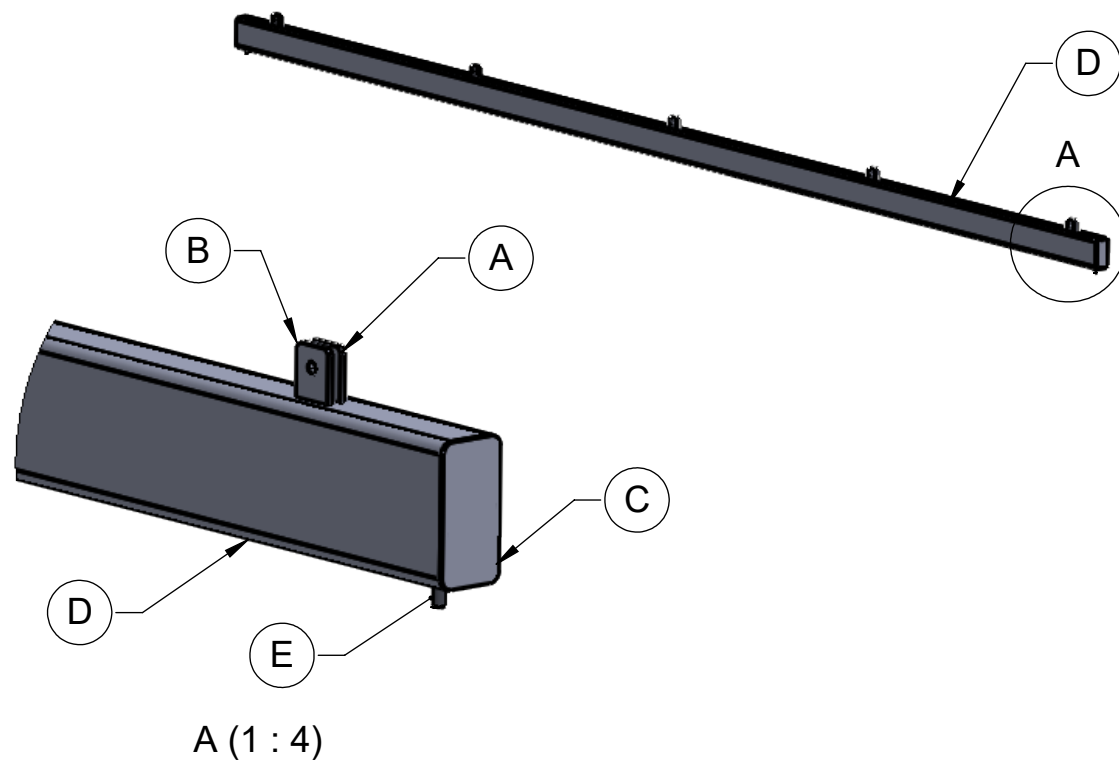
- CANTIDAD: 8
- ELIMINAR ACEITES Y SUCIEDADES.
- REBABAS Y CANTOS VIVOS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: PLANCHUELA LAMINADA EN CALIENTE AISI 1010 - 2" x 3/16"

Tolerancias generales IRAM-ISO 2768-mH	Proyectó		Cliente	PLEGADO		
	Dibujó	ROSSO	UTN FRSF	Posición D en PH-ME-02-01		
	Revisó					
	Aprobó					
	Escala	<b>SOPORTE DE TRAVESAÑOS</b>			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	1:2				N° Plano cliente REVISION 3	
					N° plano PH-ME-02-01D	Pág. 1/1
	Formato A4					



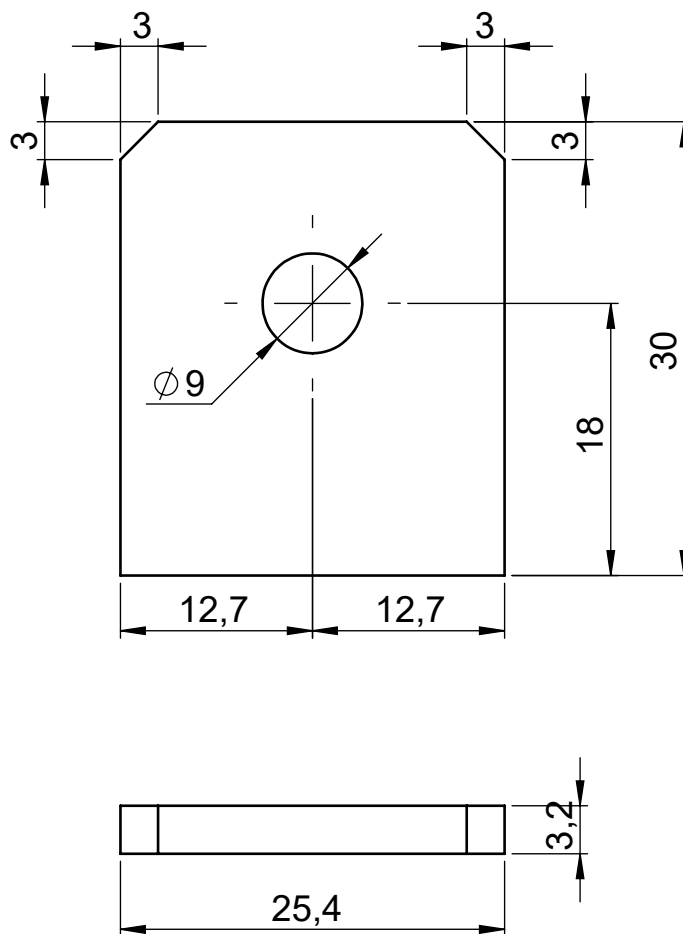
NOTA:

- CANTIDAD: 4
- ACABADO MEDIANTE PINTURA EPOXY AUTOIMPREGNANTE
- SOLDADURAS Y REBABAS ELIMINAR CON FLAP #120



Pos.	Cant.	Descripción	Plano	Material	Observaciones
E	2	VARILLA ROSCADA M6 x 15	-	DIN 975 - ACERO GALV. - 5.8	
D	1	VIGA APOYO	-	TUBO 80 x 40 x 3.2 - AISI 1010	LONG. 3477 // EXTREMOS RECTOS
C	2	TAPAS TUBO	PH-ME-02-02C	CHAPA AISI 1010 ESP. 1/8" (3.2mm)	
B	5	PLACA APRIETE CIEGA	PH-ME-02-02B	CHAPA AISI 1010 ESP. 1/8" (3.2mm)	
A	5	PLACA APRIETE PERFORADA	PH-ME-02-02A	CHAPA AISI 1010 ESP. 1/8" (3.2mm)	

Tolerancias generales ISO-IRAM 2687 - mH	Proyectó		Cliente UTN FRSF	SOLDADA	
	Dibujó	ROSSO		Posición 02 en PH-ME-02-00	
	Revisó			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	Aprobó			N° Plano cliente REVISION 3	
	Escala	1:5	TRAVESAÑO		N° plano PH-ME-02-02
	Formato	A3			Pág. 1/1

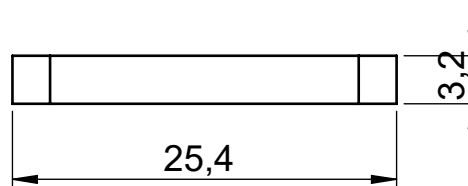
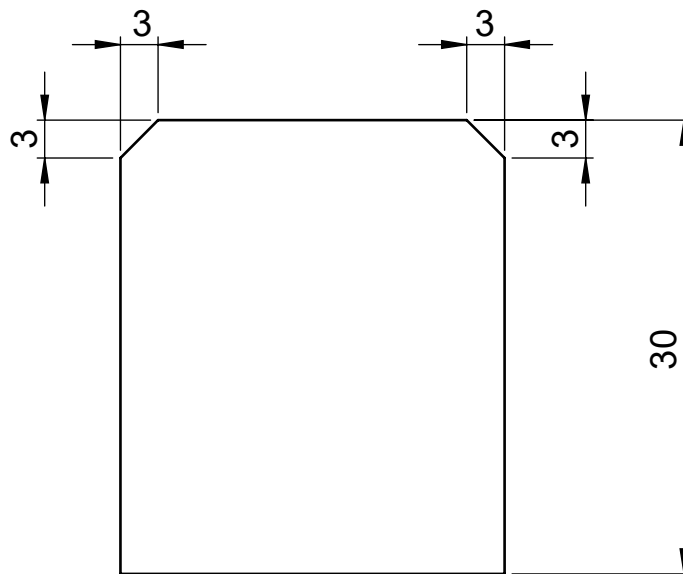


**NOTA:**

- CANTIDAD: 20
- LIMPIAR Y ELIMINAR GRASAS Y ÓXIDOS.
- CANTOS VIVOS Y REBABAS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: PLANCHUELA LAMINADA EN CALIENTE AISI 1010 - 25.4x3.2 (1"x1/8")

Tolerancias generales ISO IRAM 2687-mH	Proyectó		Cliente	PIEZA	
	Dibujó	ROSSO	UTN FRSF		
	Revisó			Posición A en PH-ME-02-02	
	Aprobó				
	Escala	<b>PLACA APRIETE PERFORADA</b>		PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	2:1			N° Plano cliente REVISION 3	
				N° plano PH-ME-02-02A	
	Formato A4			Pág. 1/1	



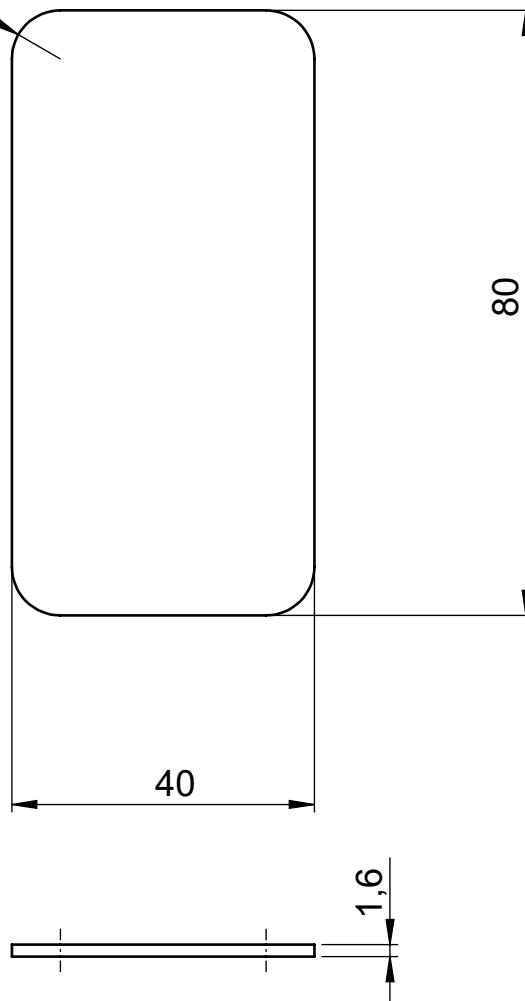


**NOTA:**

- CANTIDAD: 20
- LIMPIAR Y ELIMINAR GRASAS Y ÓXIDOS.
- CANTOS VIVOS Y REBABAS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: PLANCHUELA LAMINADA EN CALIENTE AISI 1010 - 25.4x3.2 (1"x1/8")

Tolerancias generales ISO IRAM 2687-mH	Proyectó		Cliente	PIEZA	
	Dibujó	ROSSO	UTN FRSF		
	Revisó			Posición B en PH-ME-02-02	
	Aprobó				
	Escala	<b>PLACA APRIETE CIEGA</b>		PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	2:1			N° Plano cliente REVISION 3	
				N° plano PH-ME-02-02B	
	Formato A4			Pág. 1/1	

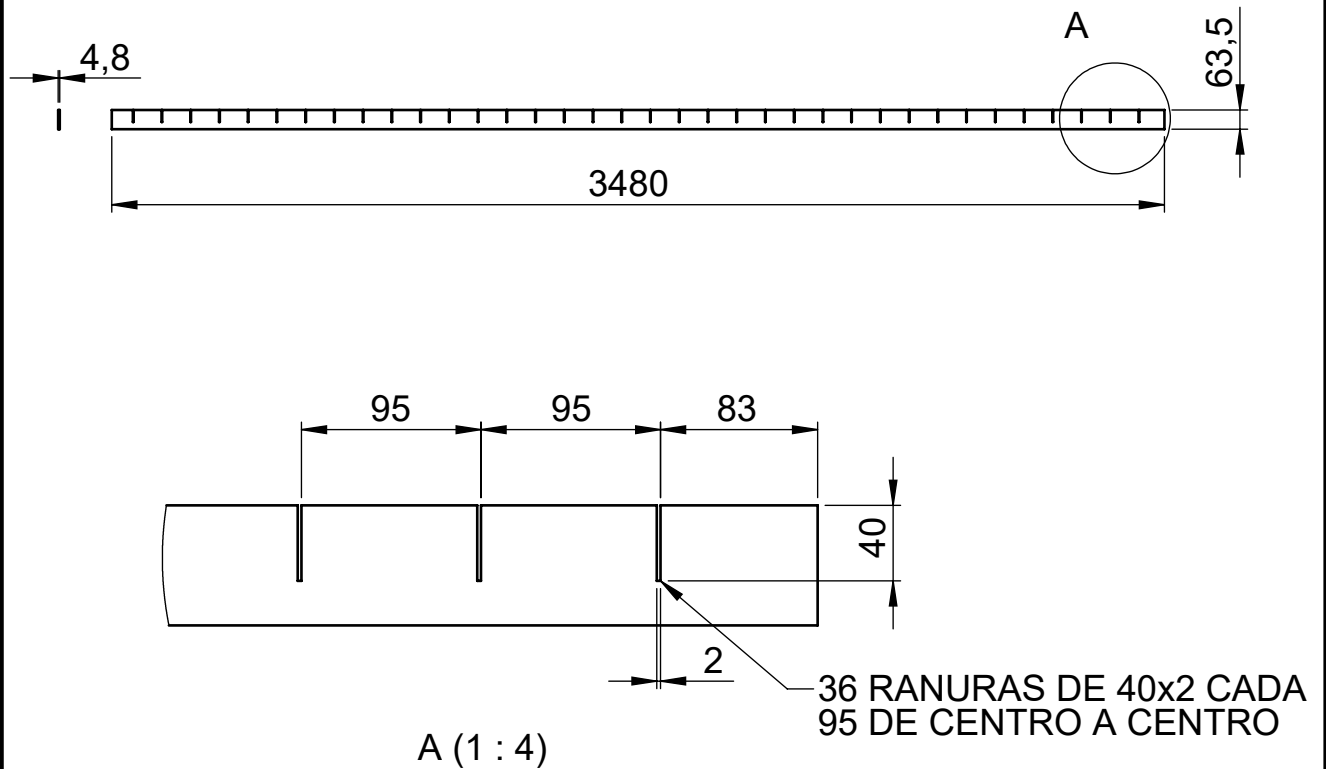
4xR6,4



**NOTA:**

- CANTIDAD: 8
- LIMPIAR Y ELIMINAR GRASAS Y ÓXIDOS.
- CANTOS VIVOS Y REBABAS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: CHAPA NEGRA DOBLE DECAPADA AISI 1010 - ESP. 1.6 (1"x1/16")

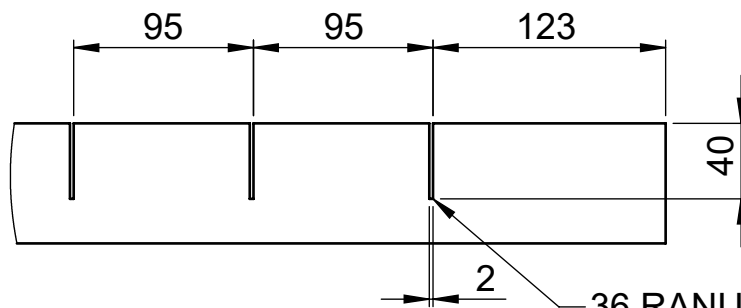
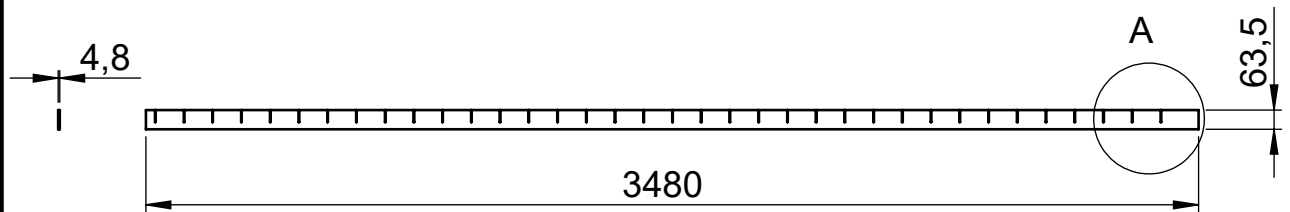
Tolerancias generales ISO IRAM 2687-mH	Proyectó		Cliente	PIEZA		
	Dibujó	ROSSO	UTN FRSF			
	Revisó			Posición C en PH-ME-02-02		
	Aprobó					
	Escala	<b>TAPAS TUBO</b>			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	1:1				N° Plano cliente REVISION 3	
					N° plano PH-ME-02-02C	Pág. 1/1
	Formato A4					



**NOTA:**

- CANTIDAD: 2
- LIMPIAR Y ELIMINAR GRASAS Y ÓXIDOS.
- CANTOS VIVOS Y REBABAS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: PLANCHUELA LAMINADA AISI 1010 - F-26 - 63.5x4.8 (2.5"x3/16")

Tolerancias generales ISO IRAM 2687-mH	Proyectó		Cliente	PIEZA	
	Dibujó	ROSSO	UTN FRSF	Posición 03 en PH-ME-02-00	
	Revisó			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	Aprobó			N° Plano cliente REVISION 3	
	Escala	PEINE GUÍA A		N° plano PH-ME-02-03	
	1:25			Pág. 1/1	
	Formato A4				



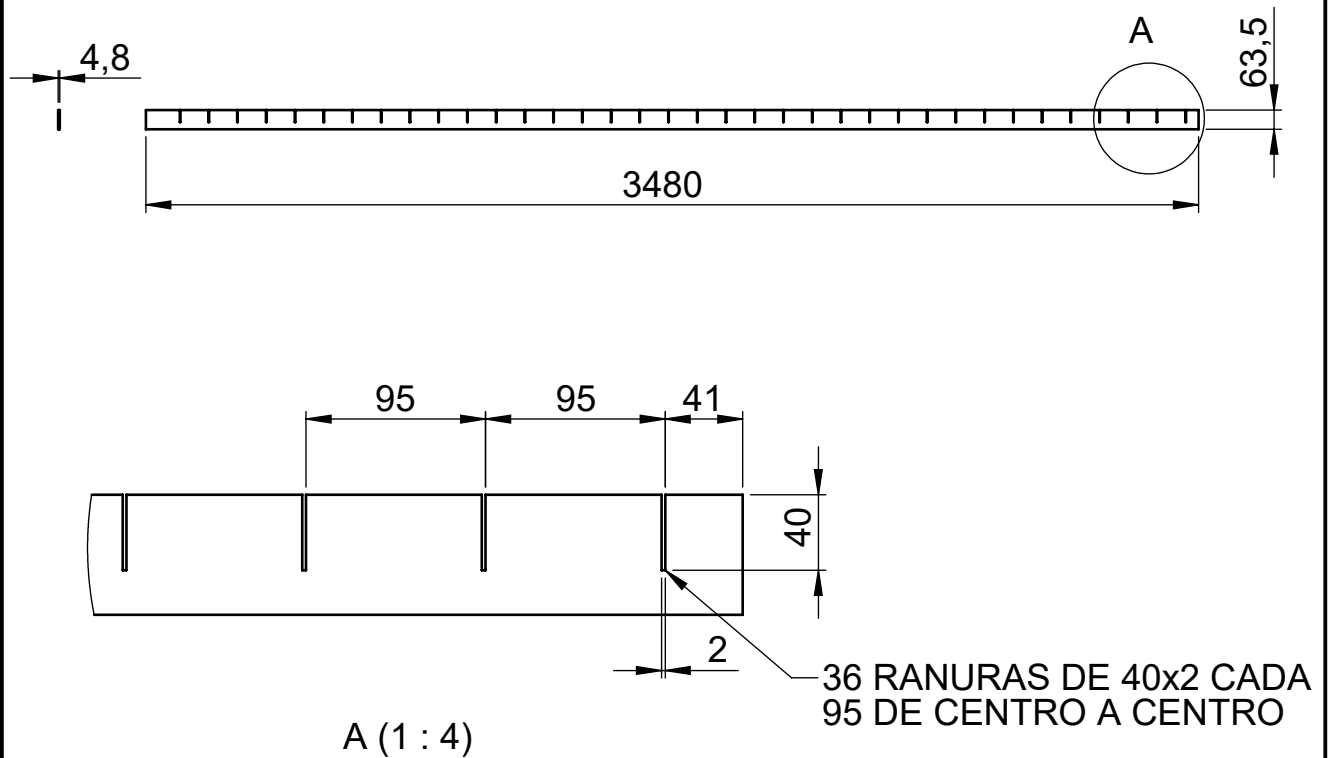
A (1 : 4)

36 RANURAS DE 40x2 CADA 95 DE CENTRO A CENTRO

**NOTA:**

- CANTIDAD: 1
- LIMPIAR Y ELIMINAR GRASAS Y ÓXIDOS.
- CANTOS VIVOS Y REBABAS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: PLANCHUELA LAMINADA AISI 1010 - F-26 - 63.5x4.8 (2.5"x3/16")

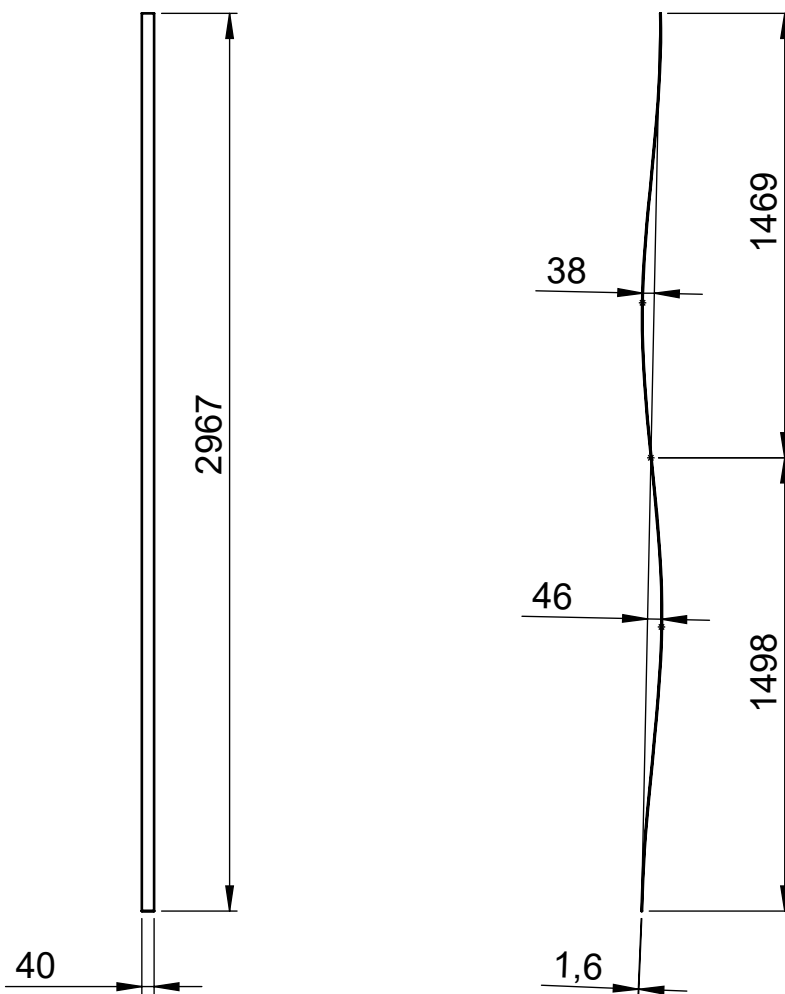
Tolerancias generales ISO IRAM 2687-mH	Proyectó		Cliente	PIEZA	
	Dibujó	ROSSO	UTN FRSF	Posición 04 en PH-ME-02-00	
	Revisó			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	Aprobó			N° Plano cliente REVISION 3	
	Escala	PEINE GUÍA B		N° plano PH-ME-02-04	
	1:25			Pág. 1/1	
	Formato				
	A4				



**NOTA:**

- CANTIDAD: 1
- LIMPIAR Y ELIMINAR GRASAS Y ÓXIDOS.
- CANTOS VIVOS Y REBABAS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: PLANCHUELA LAMINADA AISI 1010 - F-26 - 63.5x4.8 (2.5"x3/16")

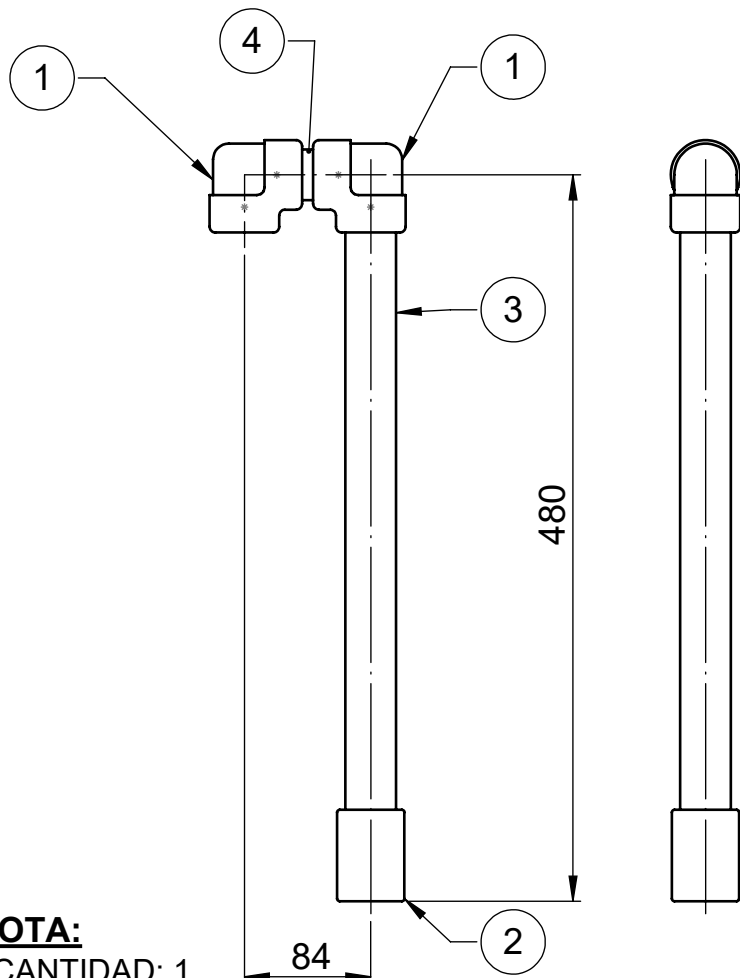
Tolerancias generales ISO IRAM 2687-mH	Proyectó		Cliente	PIEZA			
	Dibujó	ROSSO	UTN FRSF	Posición 05 en PH-ME-02-00			
	Revisó						
	Aprobó						
	Escala	<b>PEINE GUÍA C</b>			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE		
	1:25					N° Plano cliente REVISION 3	
						N° plano PH-ME-02-05	Pág. 1/1
	Formato A4						



**NOTA:**

- CANTIDAD: 36
- LIMPIAR Y ELIMINAR GRASAS Y ÓXIDOS.
- CANTOS VIVOS Y REBABAS ELIMINAR CON FLAP #120
- MATERIAL: CHAPA LAMINADA AISI 1010 - F-26 - ESP. 1.6 (N°16)

Tolerancias generales ISO IRAM 2687-mH	Proyectó		Cliente	PIEZA	
	Dibujó	ROSSO	UTN FRSF	Posición 06 en PH-ME-02-00	
	Revisó			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	Aprobó			N° Plano cliente REVISION 3	
	Escala	COSTILLA		N° plano PH-ME-02-06	
	1:25			Pág. 1/1	
	Formato				
	A4				



**NOTA:**

- CANTIDAD: 1
- LIMPIAR Y ELIMINAR GRASAS
- UNIONES SOLAMENTE SELLADAS CON CINTA DE TEFLON EN LA ROSCAS.
- EN LA UNION CON LA BATEA SE DEBERÁ SELLAR CON SELLADOR DE JUNTAS ESLASTICO MONOCOMPONENTE Y ADHESIVO MULTIUSO

4	1	ENTRERROSCA, DN 1"	ACERO GALVANIZADO - CLASE 150	
3	1	CAÑO DN 1" - SCH 40 - EXTREMOS BSP-NPT		
2	1	CUPLA ROSCADO, DN 1"	ACERO GALVANIZADO - CLASE 150	
1	2	CODO A 90° ROSCADO, DN 1"	ACERO GALVANIZADO - CLASE 150	
Pos.	Cant.	Descripción	Material	Observaciones

Tolerancias generales ISO IRAM 2687-mH	Proyectó		Cliente UTN FRSF	ARMADO CANERIA	
	Dibujó	ROSSO		Posición 07 en PH-ME-02-00	
	Revisó			PANTOGRAFO PARA HIDROCORTE	
	Aprobó			N° Plano cliente REVISION 3	
	Escala 1:5			N° plano PH-ME-02-07	
Formato A4	Pág. 1/1				
<b>CONTROL DE NIVEL</b>					

# **ANEXO 6**

**“Lista de Materiales”**



## Lista de materiales

Artículo	Cantidad	[Kg] o [m]	Unidad de medida	Total	Plano Pertenciente	Observaciones	Grupo	Costo unitario	Costo total
Abrazadera - Parte A	1	1	Unidad	1	PH-PO-03-00	Fabricación - Mecanizado	Varios	USD 55,00	USD 55,00
Abrazadera - Parte B	1	1	Unidad	1	PH-PO-03-00	Fabricación - Mecanizado	Varios	USD 65,00	USD 65,00
Acople eje X	1	1	Unidad	1	PH-PO-01-00		Varios	USD 4,99	USD 4,99
Acople Flexible (std)	1	1	Unidad	1	PH-PO-02-00		Varios	USD 4,99	USD 4,99
Acople Flexible (std)	1	1	Unidad	1	PH-PO-03-00		Varios	USD 4,99	USD 4,99
Arandela Plana - 1/2"	8	1	Unidad	8	PH-PO-00-00	Galvanizada	Tornillería	USD 0,11	USD 0,84
Arandela Plana - 1/2"	12	1	Unidad	12	PH-PO-01-00	Galvanizada	Tornillería	USD 0,11	USD 1,26
Arandela Plana - 1/4"	8	1	Unidad	8	PH-PO-02-00	galvanizada	Tornillería	USD 0,05	USD 0,42
Arandela Plana - 3/16"	16	1	Unidad	16	PH-PO-02-00	Galvanizada	Tornillería	USD 0,03	USD 0,50
Arandela Plana 3/4"	4	1	Unidad	4	PH-PO-03-00		Tornillería	USD 0,24	USD 0,96
Arandela plana M8	20	1	Unidad	20	PH-ME-01-00		Tornillería	USD 0,06	USD 1,20
Arandela plana M8	7	1	Unidad	7	PH-ME-02-00		Tornillería	USD 0,06	USD 0,42
Baranda Corta	2	1	Unidad	2	PH-ME-01-00	Fabricación - Soldadura	Montaje	USD 75,00	USD 150,00
Baranda Larga	2	1	Unidad	2	PH-ME-01-00	Fabricación - Soldadura	Montaje	USD 93,75	USD 187,50
Base bastidor	1	1	Unidad	1	PH-ME-01-00	Fabricación - Soldadura	montaje	USD 1.500,00	USD 1.500,00
Base Pata	4	0,49	Kg	1,96	PH-ME-01-02	Chapa 3/16"	Chapa	USD 3,15	USD 6,17
Batea	1	1	Unidad	1	PH-ME-02-00	Fabricación - Soldadura	Montaje	USD 675,00	USD 675,00
Bomba de alta presión	1	1	Unidad			Conjunto completo (con mangueras y conexiones)	Periféricos	USD 45.000,00	USD 45.000,00
Brida BL (Chapa 3/16 AISI 1010)	4	1,06	Kg	4,24	PH-ME-01-03		Chapa	USD 3,15	USD 13,36
Cable Cadena Eje X (std)	1	1	Unidad	1	PH-PO-00-00		2 Varios	USD 92,41	USD 92,41
Cable cadena Eje Y (std)	1	1	Unidad	1	PH-PO-00-00		Varios	USD 123,21	USD 123,21
Caja de chapa	1	2,94	Kg	2,94	PH-PO-03-00	chapa 1/8"	Chapa	USD 3,41	USD 10,01
Caño DN 1" - SCH 40 - BSP-NPT	1	0,8	metros	0,8	PH-ME-02-07		Cañería	USD 9,73	USD 7,78
Chapa 3/16" AISI 1010	4	4,33	Kg	17,32	PH-ME-01-04		Chapa	USD 3,15	USD 54,56
Chapa 3/16" AISI 1010	2	59,88	Kg	119,76	PH-ME-02-01	Chapa lateral	Chapa	USD 3,15	USD 377,24
Chapa 3/16" AISI 1010	2	246,18	Kg	492,36	PH-ME-02-01	Chapa Base y Lateral	Chapa	USD 3,15	USD 1.550,93
Chapa de cierre Inf	1	0,63	Kg	0,63	PH-PO-03-00		Chapa	USD 3,41	USD 2,15
Chapa de cierre sup	1	0,63	Kg	0,63	PH-PO-03-00		Chapa	USD 3,41	USD 2,15
Chapa Frontal	1	12,71	Kg	12,71	PH-PO-02-00	Chapa 16 mm	Chapa	USD 3,51	USD 44,61
Chapa Inferior	1	4,24	Kg	4,24	PH-PO-01-00	Chapa 9.8	Chapa	USD 3,41	USD 14,44
Chapa lateral Dos	1	1,7	Kg	1,7	PH-PO-01-00	chapa 3/16"	Chapa	USD 3,15	USD 5,36
Chapa lateral Uno	1	1,7	Kg	1,7	PH-PO-01-00	chapa 3/16"	Chapa	USD 3,15	USD 5,36
Chapa portacables X	1	2,19	Kg	2,19	PH-PO-01-00	chapa Cal. 20	Chapa	USD 3,71	USD 8,11
Chapa portacables Y	1	2,19	Kg	2,19	PH-PO-02-00	chapa Cal. 20	Chapa	USD 3,71	USD 8,11
Chapa Superior	1	4,24	Kg	4,24	PH-PO-01-00	chapa 9.8	Chapa	USD 3,41	USD 14,44
Chapa superior	1	7,78	Kg	7,78	PH-PO-02-00	chapa 16 mm	Chapa	USD 3,51	USD 27,31
Chapa trasera	1	11,76	Kg	11,76	PH-PO-02-00	chapa 16 mm	Chapa	USD 3,51	USD 41,28
Chaveta 4 x 4 x 12	1	1	Unidad	1	PH-PO-01-00		Varios	USD 1,00	USD 1,00

# Lista de materiales

Artículo	Cantidad	[Kg] o [m]	Unidad de medida	Total	Plano Pertenciente	Observaciones	Grupo	Costo unitario	Costo total
Chaveta 4 x 4 x 12	1	1	Unidad	1	PH-PO-02-00		Varios	USD 1,00	USD 1,00
Codo a 90º roscado DN 1"	2		unidad	4	PH-ME-02-07		cañería	USD 2,51	USD 5,02
Cono - Cilindro	1	1,49	Kg	1,49	PH-PO-04-00	Fabricación - Soldadura	Chapa	USD 45,00	USD 67,05
Control de nivel	1	1	Unidad	1	PH-ME-02-00	Fabricación - Soldadura	Montaje	USD 750,00	USD 750,00
Costilla	70	1,49	Kg	104,3	PH-ME-02-00	chapa negra Cal. 16	Chapa	USD 4,05	USD 422,42
Cremallera X (std)	3	1	Unidad	3	PH-PO-01-00		Varios	USD 34,23	USD 102,68
Cremallera Y (std)	4	1	Unidad	4	PH-PO-02-00		Varios	USD 34,23	USD 136,91
Cubo móvil Eje Z	1	1	Unidad	1	PH-PO-03-00	Fabricación - Mecanizado	Varios	USD 111,25	USD 111,25
Cupla roscada DN 1"	1	1	Unidad	1	PH-ME-02-07		cañería	USD 2,28	USD 2,28
Drivers	4	1	Unidad				Periféricos	USD 68,52	USD 274,08
Eje Transmisión Y	1	1	Unidad	1	PH-PO-02-00		Varios	USD 65,00	USD 65,00
Entrerrosca DN 1"	1	1	Unidad	1	PH-ME-02-07		cañería	USD 2,50	USD 2,50
Escuadra Soporte	8	0,17	Kg	1,36	PH-PO-00-00	Chapa Cal. 20	Chapa	USD 3,71	USD 5,04
Final cablecadena (std)	2	-		0	PH-PO-01-00	Incluido con cablecadena	-		
Final cablecadena (std)	2	-		0	PH-PO-02-00	Incluido Con cablecadena	-		
Finales de carrera	8	1	Unidad				Periféricos	USD 16,23	USD 129,87
Guía circular Eje Z (std)	2	1	Unidad	2	PH-PO-03-00		Varios	USD 6,93	USD 13,87
Guía eje X (Std)	3	1	Unidad	3	PH-PO-01-00		Varios	USD 97,31	USD 291,92
Guía lineal Y	8	1	Unidad	8	PH-PO-02-00		Varios	USD 97,31	USD 778,45
Interfaz	1	1	Unidad				Periféricos	USD 42,27	USD 42,27
Inyector (std)	1	1	Unidad	1	PH-PO-03-00		Varios	USD -	USD -
Motor PaP N23 (Std)	1	1	Unidad	1	PH-PO-01-00		Varios	USD 32,00	USD 32,00
Motor PaP N23 (Std)	1	1	Unidad	1	PH-PO-02-00		Varios	USD 32,00	USD 32,00
Motor PaP N23 (Std)	1	1	Unidad	1	PH-PO-03-00		Varios	USD 32,00	USD 32,00
Niple 1"	1	1	Unidad	1	PH-PO-04-00		Tornillería	USD 3,06	USD 3,06
Pata	2	1	Unidad	2	PH-ME-01-00	Fabricación - Soldadura	Montaje	USD 202,50	USD 405,00
Pata regulable 4000 KG	4	1	Unidad	4	PH-ME-01-00	Inoxidable	Varios	USD 67,02	USD 268,08
Patás	1	1	Metros	1	PH-PO-01-00	Fabricación - Soldadura	Montaje	USD 202,50	USD 202,50
Patín Lineal X (Std)	4	1	Unidad	4	PH-PO-01-00		Varios	USD 69,70	USD 278,80
patín lineal Y (std)	4	1	Unidad	4	PH-PO-02-00		Varios	USD 69,70	USD 278,80
Peine Guía A	2	3,48	metros	6,96	PH-ME-02-00	Planch 2,5 x 3/16"	Perfilería	USD 7,65	USD 53,24
Peine Guía B	1	3,48	metros	3,48	PH-ME-02-00	Planch 2,5 x 3/16"	Perfilería	USD 7,65	USD 26,62
Peine Guía C	1	3,48	metros	3,48	PH-ME-02-00	planch 2,5 x 3/16"	Perfilería	USD 7,65	USD 26,62
Perfil 200x100	1	4,3	Metros	4,3	PH-PO-02-00		Perfilería	USD 123,15	USD 529,55
Perfil C plegado 120 x 50 x 15 x 3	2	7	Metros	14	PH-ME-01-01		Perfilería	USD 13,70	USD 191,73
Perfil L 32x32x3,2 Normalizado	44	61,6	Metros	2710,4	PH-ME-01-01		Perfilería	USD 4,61	USD 283,67
Perfil Laminado UPN 120	8	0,18	Metros	1,44	PH-ME-01-02		Perfilería	USD 3,92	USD 5,64
Perfil Laminado UPN 120	1	13	Metros	13	PH-ME-01-01		Perfilería	USD 36,11	USD 469,37
Piñón X (std)	1	1	Unidad	1	PH-PO-01-00		Varios	USD 9,03	USD 9,03
Piñón Y (std)	1	1	Unidad	1	PH-PO-02-00		Varios	USD 9,03	USD 9,03

# Lista de materiales

Artículo	Cantidad	[Kg] o [m]	Unidad de medida	Total	Plano Pertenciente	Observaciones	Grupo	Costo unitario	Costo total
Placa Apriete ciega	20	0,03	metros	0,6	PH-ME-02-02	Planch 1 x 1/8"	Perfilería	USD 1,98	USD 1,19
Placa Apriete perforada	20	0,03	metros	0,6	PH-ME-02-02	Planch 1 x 1/8"	Perfilería	USD 1,98	USD 1,19
PlanCH 2"x3/16" AISI 1010	8	0,32	Kg	2,56	PH-ME-02-01	Soporte travesaño	Chapa	USD 3,15	USD 8,06
PlanCH 2"x3/16" AISI 1010	1	4,31	Kg	4,31	PH-ME-02-01	Refuerzo de fondo	Chapa	USD 3,15	USD 13,58
Planta tratamiento de agua	1	1	Unidad				Periféricos	USD 8.000,00	USD 8.000,00
Reducción 1" a 1/4"	1	1	Unidad	1	PH-PO-04-00		Tornillería	USD 2,00	USD 2,00
Rodamiento Diam 12 (std)	1	1	Unidad	1	PH-PO-02-00		Varios	USD 0,67	USD 0,67
Rodamiento KFL08	1	1	Unidad	1	PH-PO-03-00		Varios	USD 4,67	USD 4,67
Rodamiento Lineal (std)	4	1	Unidad	4	PH-PO-03-00		Varios	USD 3,49	USD 13,97
Seguer 13mm	1	1	Unidad	1	PH-PO-02-00		Varios	USD 0,67	USD 0,67
Separador cremallera	3	0,09	Kg	0,27	PH-PO-01-00	chapa Cal. 20	Chapa	USD 3,71	USD 1,00
Software	1	1	Unidad				Periféricos	USD 16,67	USD 16,67
Soporte motor	1	1,5	Kg	1,5	PH-PO-01-00	chapa 3/16"	Chapa	USD 3,15	USD 4,73
Soporte para portacable	1	0,1	Kg	0,1	PH-PO-01-00	chapa Cal. 20	Chapa	USD 3,71	USD 0,37
Soporte para portacable	1	0,1	Kg	0,1	PH-PO-02-00	chapa Cal. 20	Chapa	USD 3,71	USD 0,37
Soporte tolva	1	1	Unidad	1	PH-PO-04-00	Fabricación - Soldadura	Montaje	USD 168,75	USD 112,50
Tapa base	4	0,245	Kg	0,98	PH-ME-01-02		Chapa	USD 3,15	USD 3,09
Tapa tolva	1	0,41	Kg	0,41	PH-PO-04-00	Fabricación - Soldadura	Chapa	USD 30,00	USD 12,30
Tapas tubo	8	0,08	Kg	0,64	PH-ME-02-02	Chapa 1/8"	Chapa	USD 3,41	USD 2,18
Tapón guía línea X (std)	100	-	-	0	PH-PO-01-00	Incluido en guías	-		
Tapón Guía línea Y (std)	116	-	-	0	PH-PO-02-00	Incluido con guías	-		
Tornillo Allen - M4 x 12	2	1	Unidad	2	PH-PO-03-00		Tornillería	USD 0,20	USD 0,39
Tornillo Allen - M4 x 16	100	1	Unidad	100	PH-PO-01-00		Tornillería	USD 0,23	USD 22,50
Tornillo Allen - M4 x 16	6	1	Unidad	6	PH-PO-03-00		Tornillería	USD 0,23	USD 1,35
Tornillo Allen - M5 x 12	4	1	Unidad	4	PH-PO-03-00		Tornillería	USD 0,30	USD 1,20
Tornillo Allen - M5 x 12	4	1	Unidad	4	PH-PO-02-00		Tornillería	USD 0,30	USD 1,20
Tornillo Allen - M5 x 16	16	1	Unidad	16	PH-PO-01-00		Tornillería	USD 0,32	USD 5,04
Tornillo Allen - M5 x 16	4	1	Unidad	4	PH-PO-03-00		Tornillería	USD 0,32	USD 1,26
Tornillo Allen - M5 x 20	4	1	Unidad	4	PH-PO-01-00		Tornillería	USD 0,35	USD 1,38
Tornillo Allen - M6 x 12	2	1	Unidad	2	PH-PO-03-00		Tornillería	USD 0,32	USD 0,63
Tornillo Allen - M6 x 16	16	1	Unidad	16	PH-PO-01-00		Tornillería	USD 0,32	USD 5,04
Tornillo Allen - M6 x 20	116	1	Unidad	116	PH-PO-02-00		Tornillería	USD 0,35	USD 40,02
Tornillo Allen - M6 x 25	21	1	Unidad	21	PH-PO-01-00		Tornillería	USD 0,35	USD 7,25
Tornillo Allen - M6 x 35	16	1	Unidad	16	PH-PO-02-00		Tornillería	USD 0,38	USD 6,00
Tornillo Allen - M8 x 35	4	1	Unidad	4			Tornillería	USD 0,53	USD 2,10
Tornillo de bolas (std)	1	1	Unidad	1	PH-PO-03-00		Varios	USD 27,61	USD 27,61
Tornillo Hex - M10 x 25	9	1	Unidad	9	PH-PO-01-00		Tornillería	USD 0,26	USD 2,30
Tornillo Hex - M10 x 25	15	1	Unidad	15	PH-PO-02-00		Tornillería	USD 0,26	USD 3,83
Tornillo Hex - M12 x 25	8	1	Unidad	8	PH-PO-01-00		Tornillería	USD 0,42	USD 3,36
Tornillo Hex - M5 x 20	4	1	Unidad	4	PH-PO-01-00		Tornillería	USD 0,12	USD 0,48

## Lista de materiales

Articulo	Cantidad	[Kg] o [m]	Unidad de medida	Total	Plano Pertenciente	Observaciones	Grupo	Costo unitario	Costo total
Tornillo Hex - M5 x 20	8	1	Unidad	8	PH-PO-02-00		Tornillería	USD 0,12	USD 0,96
Tornillo Hex - M5 x 25	4	1	Unidad	4	PH-PO-01-00		Tornillería	USD 0,12	USD 0,48
Tornillo Hex - M10 x 20	7	1	Unidad	7	PH-PO-01-00		Tornillería	USD 0,26	USD 1,79
Tornillo Hex- M12 x 25	12	1	Unidad	12	PH-PO-00-00		Tornillería	USD 0,42	USD 5,04
Tornillo Hex M8 x 16	8	1	Unidad	8	PH-PO-03-00		Tornillería	USD 0,29	USD 2,28
Tornillo Hex M8 x 20	20	1	Unidad	20	PH-ME-01-00		Tornillería	USD 0,32	USD 6,30
Tornillo Hex M8 x 20	20	1	Unidad	20	PH-ME-02-00		Tornillería	USD 0,32	USD 6,30
Tornillo Hex M8 x 20	3	1	Unidad	3	PH-PO-00-00		Tornillería	USD 0,32	USD 0,95
Travesaño	4	1	unidad	4	PH-ME-02-00	Fabricación - Soldadura	Montaje	USD 75,00	USD 300,00
Tubo 80x40x3,2 AISI 1010	4	3,48	Metros	13,92	PH-ME-02-02	Viga Apoyo	Perfilería	USD 22,53	USD 313,62
Tubo AISI 1010 60x40x1.6	2	3,62	Metros	7,24	PH-ME-01-03		Perfilería	USD 10,20	USD 73,85
Tubo AISI 1010 60x40x1.6	4	0,525	Metros	2,1	PH-ME-01-04	Vertical baranda	Perfilería	USD 10,20	USD 21,42
Tubo AISI 1010 60x40x1.6	2	3	Metros	6	PH-ME-01-04	Travesaño baranda	Perfilería	USD 10,20	USD 61,20
Tuerca - M12	8	1	Unidad	8	PH-PO-00-00		Tornillería	USD 0,17	USD 1,32
Tuerca de bolas recirculantes (std)	1	1	Unidad	1	PH-PO-03-00		Varios	USD 45,00	USD 45,00
Tuerca M30	4	1	Unidad	4	PH-ME-01-00		Tornillería	USD 74,09	USD 296,34
Tuerca M5	12	1	Unidad	12	PH-PO-01-00		Tornillería	USD 0,53	USD 6,30
Tuerca M5	8	1	Unidad	8	PH-PO-02-00		Tornillería	USD 0,53	USD 4,20
Tuerca M8	20	1	Unidad	20	PH-ME-01-00		Tornillería	USD 0,18	USD 3,60
Tuerca M8	20	1	Unidad	20	PH-ME-02-00		Tornillería	USD 0,18	USD 3,60
Tuerca M8	4	1	Unidad	4	PH-PO-03-00		Tornillería	USD 0,18	USD 0,72
Varilla roscada M12	4	1	Unidad	4	PH-PO-00-00		Tornillería	USD 6,75	USD 27,00
Varilla roscada M6 x 15	8	0,015	Metros	0,12	PH-ME-02-02		Tornillería	USD 2,43	USD 0,29
Mano de obra Corte y Plegado	1	-	-	0	PH-PO-00-01	Presupuestado	Montaje	USD 2.940,00	USD 2.940,00