

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA  
INGENIERÍA MECÁNICA**

**Trabajo de titulación previa a la obtención del título de:  
INGENIERO MECÁNICO**

**TEMA:  
OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CORTE MEDIANTE UNA  
MUESCADORA HIDRÁULICA, PARA LA FABRICACIÓN DE DUCTOS EN  
LÁMINA GALVANIZADA.**

**AUTORES:  
SALOMÓN HUMBERTO VILLAMARÍN BARRIGA  
ANTONIO ELIAS TIPANTOCTA JIMÉNEZ**

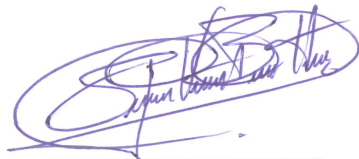
**TUTOR:  
PABLO MESÍAS ALMEIDA MOLINA**

**Quito, septiembre 2017**

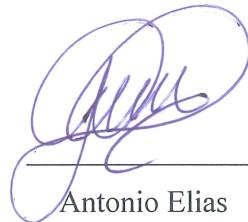
## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Salomón Humberto Villamarín Barriga, con documento de identidad N° 171592849-3 y Antonio Elías Tipantocta Jiménez, con documento de identidad N° 171578314-6, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Trabajo de Titulación: “Optimización del proceso de corte mediante una muescadora hidráulica, para la fabricación de ductos en lámina galvanizada”, el mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Salomón Humberto  
Villamarín Barriga  
C.I.171592849-3

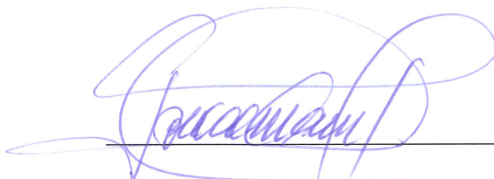


Antonio Elías  
Tipantocta Jiménez  
C.I. 171578314-6

## DECLARACIÓN DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo de Titulación, “Optimización del proceso de corte mediante una muescadora hidráulica, para la fabricación de ductos en lámina galvanizada”, realizado por Salomón Humberto Villamarín Barriga y Antonio Elías Tipantocta Jiménez, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, septiembre del 2017.



Ing. Pablo Mesías Almeida Molina

CI: 170435951-0

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres que con su apoyo y buenos valores supieron encaminarme hacia una meta más en mi vida, y principalmente a mi esposa Cynthia quien con su amor y comprensión me ayudó a culminar la meta propuesta, a mis hijos Damaris y Benjamín, motores de mi vida por darme su cariño y la fuerza necesaria para no desmayar y culminar con este proceso académico.

*Antonio Tipantocta.*

El presente trabajo va dedicado, principalmente, a mi madre Greta Fabiola Barriga Pérez, por el apoyo incondicional, respaldo, comprensión, y buenos consejos, que siempre me ha brindado para poder culminar una etapa importante en mi vida.

A mis hermanos Geovanny, Pastora y Diana Villamarín, por demostrar que se puede cumplir las metas con esfuerzo y trabajo; así como también, a cada uno de mis parientes que estuvieron allí en los buenos y malos momentos.

*Salomón Villamarín.*



## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Politécnica Salesiana, nuestro más sincero agradecimiento por darnos la oportunidad de haber compartido conocimientos y momentos de sano esparcimiento con amigos y docentes.

A la Carrera de Ingeniería Mecánica, Campus Kennedy representada por sus docentes quienes nos han brindado sus conocimientos y apoyo.

Al director, Ingeniero Pablo Almeida, a amigos y colaboradores que supieron guiarnos correctamente compartiendo sus valiosas experiencias y conocimientos en cada uno de los problemas que se presentaron a lo largo del desarrollo del presente proyecto y por sus acertados consejos, un infinito agradecimiento.

## ÍNDICE GENERAL

<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> .....	i
<b>CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR</b> .....	ii
<b>DECLARACIÓN DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR</b> .....	iii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iv
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	v
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xv
<b>RESUMEN</b> .....	xvii
<b>ABSTRACT</b> .....	xviii
<b>OBJETIVOS</b> .....	xix
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xx
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	1
<b>ESTADO DEL ARTE Y ASPECTOS TEÓRICOS</b> .....	1
1.1 Definición de ductos metálicos en lámina galvanizada.....	1
1.2 Proceso de muescado en lámina galvanizada .....	2
1.2.1 Muescado en láminas galvanizada de forma artesanal .....	2
1.2.2 Muescado en láminas galvanizada de forma manual y semiautomática .....	2
1.3 Alternativas de muescado .....	3
1.3.1 Muescado artesanal.....	3
1.3.2 Muescadora tipo manual.....	4
1.3.3 Muescadora tipo semiautomática .....	4
1.4 Selección de máquina .....	5
1.4.1 Muescadora hidráulica propuesta .....	5
1.4.2 Punzón externo izquierdo .....	6
1.4.3 Punzón exterior derecho .....	6

1.4.4	Punzones intermedios .....	7
1.5	Parámetros para el diseño de un ducto y su dimensionamiento .....	8
1.5.1	Plan de corte de las láminas galvanizadas .....	8
1.6	Operaciones de conformado en láminas metálicas.....	8
1.6.1	Operaciones de corte .....	8
1.6.2	Cizallado.....	9
1.6.3	Punzonado .....	9
1.6.4	Corte por matriz.....	10
1.6.5	Muescado.....	11
1.6.6	Muescado de la lámina galvanizada .....	11
1.7	Fundamentos teóricos para el diseño de los elementos y sistemas que conformarán la muescadora .....	12
1.7.1	Fuerza de corte para láminas .....	12
1.7.2	Parámetros de corte por matriz en láminas metálicas.....	12
1.7.3	Potencia en toneladas.....	13
1.7.4	Cálculo de cilindros hidráulicos .....	13
1.7.5	Fuerza de empuje de un cilindro.....	13
1.7.6	Fuerza de fricción de un cilindro.....	14
1.7.7	Cálculo del vástago del cilindro .....	14
1.8	Resortes .....	14
1.8.1	Resorte de compresión.....	15
1.8.2	Resortes de tracción.....	15
1.8.3	Resorte de torsión .....	16
1.9	Circuito hidráulico.....	16
1.9.1	Componentes de un circuito hidráulico .....	17
1.9.2	Bomba.....	17

1.9.3	Depósito.....	18
1.9.4	Filtro .....	18
1.9.5	Actuadores .....	18
1.9.6	Mangueras .....	19
1.9.7	Tipos de mangueras .....	19
1.9.8	Válvulas .....	20
<b>CAPITULO 2.....</b>		<b>21</b>
<b>CÁLCULO Y DISEÑO DE LA MÁQUINA MUESCADORA .....</b>		<b>21</b>
2.1	Parámetros para el diseño de la muescadora .....	21
2.1.1	Perímetro total de muescado ( $L$ ).....	22
2.1.2	Selección de la resistencia a la tracción de la lámina $UST$ .....	22
2.1.3	Fuerza corte $F_c$ .....	23
2.1.4	Factor de seguridad $f_s$ .....	24
2.1.5	Fuerza de corte con factor de seguridad ( $F_c'$ ).....	25
2.1.6	Pistón con mayor carga ( $F_c$ ).....	26
2.1.7	Área efectiva del émbolo ( $A$ ).....	26
2.1.8	Diámetro del émbolo ( $D$ ).....	28
2.1.9	Área del émbolo corregida ( $A'$ ).....	28
2.1.10	Fuerza del pistón con mayor carga de corte corregido ( $F'$ ) .....	28
2.2	Factor de seguridad basado a la resistencia a la fluencia .....	29
2.3	Selección de material para vástago.....	29
2.3.1	Esfuerzo permisible del vástago ( $\sigma_m$ ).....	29
2.3.2	Fuerza permisible del vástago ( $F_m$ ).....	30
2.3.3	Longitud máxima del vástago ( $L_m$ ).....	31
2.3.4	Falla por esbeltez ( $K$ ) .....	32
2.3.5	Longitud libre del vástago ( $S_k$ ).....	33

2.4	Espesor del embolo.....	34
2.5	Soporte cilindro y matriz .....	37
2.5.1	Diagrama de cuerpo libre soporte cilindro y matriz.....	37
2.5.2	Momento máximo flector soporte cilindro y matriz ( $M$ ).....	38
2.5.3	Espesor mínimo del soporte cilindro y matriz ( $e$ ) .....	40
2.5.4	Esfuerzo del soporte cilindro y matriz con el nuevo espesor ( $\sigma_m$ ) .....	41
2.5.5	Factor de seguridad del soporte cilindro y matriz con el nuevo espesor $\eta$	41
2.6	Riel principal ( $R_{pr}$ ).....	42
2.6.1	Diagrama de cuerpo libre riel principal ( $R_{pr}$ ) .....	42
2.6.2	Momento máximo flector ( $M$ ) .....	42
2.6.3	Espesor mínimo del riel principal ( $e$ ) .....	43
2.6.4	Esfuerzo del riel principal con el nuevo espesor ( $\sigma_{Prn}$ ) .....	44
2.6.5	Factor de seguridad del riel principal con el nuevo espesor ( $\eta$ ).....	44
2.7	Cálculo del punzón y matriz ( $P_m$ ).....	44
2.7.1	Diagrama de cuerpo libre para punzón y matriz ( $P_m$ ).....	44
2.7.2	Momento máximo flector ( $M$ ) punzón y matriz .....	45
2.7.3	Espesor mínimo del punzón y matriz ( $e$ ).....	46
2.7.4	Esfuerzo del punzón y matriz con el nuevo espesor ( $\sigma_m$ ).....	48
2.7.5	Factor de seguridad del punzón y matriz con el nuevo espesor ( $\eta$ ) .....	48
2.8	Diseño de la estructura de la máquina .....	48
2.8.1	Materiales .....	49
2.8.2	Diseño para resistir la flexión.....	49
2.9	Diseño de tornillos.....	52
2.9.1	Momento.....	52
2.10	Cálculo de volúmenes caudales y velocidades, cilindros hidráulicos .....	53
2.10.1	Volumen de la cámara o cilindrada por su recorrido ( $V_c$ ).....	53

2.10.2	Velocidad de salida del vástago ( $v$ ) .....	54
2.10.3	Caudal requerido para el desplazamiento ( $Q$ ) .....	54
2.10.4	Potencia del motor de la bomba ( $P_t$ ) .....	55
2.10.5	Potencia del motor de la bomba con factor de eficiencia ( $P_o$ ) .....	55
2.11	Cálculo de las mangueras por sistema .....	56
2.11.1	Cálculo del sistema de succión ( $A_s$ ) .....	57
2.11.2	Cálculo del sistema de presión ( $A_p$ ) .....	58
2.11.3	Cálculo de las tuberías .....	60
2.12	Cálculo de los resortes .....	60
2.12.1	Paramentos iniciales del resorte. ....	60
2.12.2	Paramentos iniciales del resorte. ....	61
2.12.3	Diámetro del alambre del resorte ( $d$ ) .....	61
2.12.4	Número de espigas ( $N_a$ ) .....	63
2.12.5	Número de espigas totales ( $N_a$ ) .....	63
2.12.6	Paso del resorte ( $p$ ) .....	64
2.12.7	Longitud sólida del resorte ( $L_s$ ) .....	64
2.12.8	Dimensiones del resorte diseñado ( $R_d$ ) .....	64
<b>CAPÍTULO 3</b> .....		<b>65</b>
<b>ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN</b> ..		<b>65</b>
3.1	Análisis de optimización de proceso .....	65
3.2	Análisis de proceso para fabricación de ductos en la actualidad .....	65
3.2.1	Planos de conformación de ductos .....	65
3.2.2	Trazado .....	65
3.2.3	Cizallado .....	66
3.2.4	Fabricación de ducto .....	66
3.2.5	Diagrama de flujo actual .....	66

3.3	Análisis de proceso para fabricación de ductos propuesta .....	67
3.3.1	Planos de conformación de ductos .....	67
3.3.2	Trazado .....	67
3.3.3	Cizallado.....	67
3.3.4	Fabricación de ducto.....	67
3.4	Diagrama de flujo propuesto con la máquina muescadora.....	68
3.5	Variaciones entre propuestas .....	68
3.5.1	Variación de pasos entre las dos propuestas.....	69
3.5.2	Variación en porcentaje entre las dos propuestas .....	70
3.6	Análisis de costos de la muescadora .....	71
3.6.1	Costos directos.....	71
3.6.2	Costos de mano de obra.....	71
3.6.3	Costos de materiales, accesorios y sistema hidráulico. ....	71
3.7	Costos indirectos .....	73
3.7.1	Costos totales de fabricación .....	73
	<b>CONCLUSIONES GENERALES .....</b>	<b>74</b>
	<b>RECOMENDACIONES GENERALES .....</b>	<b>75</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>76</b>

## **ANEXOS**

Anexo 1: Parámetros de tolerancias de cilindros.

Anexo 2 : Fierros Tradi S.A. planchas galvanizadas.

Anexo 3: Catálogo de barras lisas y sus propiedades mecánicas.

Anexo 4: Propiedades mecánicas del material AISI 4340.

Anexo 5: Determinación de la tubería gráficamente.

Anexo 6: Especificaciones técnicas del acero ASTM A36.

Anexo 7: Especificaciones técnicas del acero K100.

Anexo 8: Equivalencias de dureza a resistencia a la tracción.

Anexo 9: Vigas en voladizo.

Anexo 10: Propiedades geométricas de inercia.

Anexo 11: Proformas.

Anexo 12: Construcción de la máquina muescadora.

**MANUAL.**

**PLANOS DE LA MUESCADORA.**



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ductos metálicos. ....	1
Figura 2: Tijeras para tol galvanizado.....	2
Figura 3. Trazo, corte y conformación del ducto.....	3
Figura 4: Manual Tk_1655_Notcher.....	4
Figura 5: Tk Duct Notcher-Muescadora de ductos.....	5
Figura 6: Detalle del punzón izquierdo, dimensiones y área a muescar. ....	6
Figura 7: Detalle del punzón derecho, dimensiones y área a troquelar. ....	7
Figura 8: Detalle de punzones intermedios, dimensiones y área a muescar. ....	7
Figura 9: Etapas de corte por cizallamiento.....	9
Figura 10: Cizallado.....	9
Figura 11: Corte por Punzonado. ....	10
Figura 12: Corte por matiz.....	10
Figura 13: Proceso de muescado.....	11
Figura 14: Espaciamiento entre punzón y matriz.....	12
Figura 15: Resorte de compresión. ....	15
Figura 16: Resortes de tracción.....	16
Figura 17: Resortes de torsión. ....	16
Figura 18: Componentes de un sistema hidráulico. ....	17
Figura 19: Clasificación de bombas hidráulicas. ....	17
Figura 20: Clasificación de actuadores. ....	18
Figura 21: Tubería de alta presión. ....	19
Figura 22: Tubería de alta presión. ....	20
Figura 23: Forma típica de un ducto metálico. ....	21
Figura 24: Flexión de émbolos.....	35

Figura 25: Polipack .....	37
Figura 26: Ubicación de la fuerza distribuida, diagrama de cuerpo libre. ....	38
Figura 27: Datos fuerza distribuida.....	39
Figura 28: Momento máximo y momento cortante .....	39
Figura 29: Ubicación de las fuerzas puntuales, diagrama de cuerpo libre.....	42
Figura 30: Diagrama de momento flector máximo.....	43
Figura 31: Ubicación de las fuerzas distribuida para el punzón y matriz. ....	45
Figura 32: Diagrama de momento flector máximo.....	46
Figura 33: Diagrama de momento flector máximo.....	47
Figura 34: Diseño de cargas en la estructura. ....	50
Figura 35: Diagrama de momento flector máximo.....	50
Figura 36: Diagrama de momento flector máximo.....	51
Figura 37: Dimensionamiento de los pernos.....	52
Figura 38: Etapas de rendimiento sistemas hidráulicos.....	56
Figura 39: Resorte helicoidal de carga axial.....	60
Figura 40: Resorte helicoidal de carga axial.....	61
Figura 41: Procesos de fabricación de ductos.....	65
Figura 42: Procesos de fabricación de ductos, propuesta .....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Punzones requeridos para la máquina MHP.....	6
Tabla 2: Parámetros de tolerancias de cilindros.....	14
Tabla 3: Clasificación de tuberías hidráulicas. ....	20
Tabla 4: Parámetros establecidos para el diseño de la máquina muescadora hidráulica .....	22
Tabla 5: Perímetro total de los cinco muescados.....	22
Tabla 6: Requisitos mecánicos, metal base longitudinal .....	23
Tabla 7: Valores de los coeficientes parciales empleados en la evaluación de ( $\eta$ ) ...	25
Tabla 8: Fuerza por cada punzón.....	26
Tabla 9: Selección de modelo de unidad hidráulica. ....	27
Tabla 10: Factor de seguridad. ....	29
Tabla 11: Longitud del recorrido libre de pandeamiento según su empotramiento... ..	33
Tabla 12: Coeficiente k y k1 .....	35
Tabla 13: Hydraulic Piston Sealing Elements. ....	36
Tabla 14: Velocidades recomendadas para tuberías de acuerdo a presión de trabajo. ....	57
Tabla 15: Parámetros para el diseño del resorte.....	59
Tabla 16: Tubería de alta presión para el sistema de presión y descarga.....	59
Tabla 17: Materiales para resortes. ....	61
Tabla 18: Intervalos de índice de resorte. ....	62
Tabla 19: Número de espigas activas.....	63
Tabla 20: Diagrama de flujo actual de producción. ....	66
Tabla 21: Diagrama de flujo propuesto para la producción con la muescadora hidráulica.....	68

Tabla 22: Variación en porcentaje entre el método propuesta con respecto al método actual.....	69
Tabla 23: Variación en porcentaje entre el método propuesta con respecto al método actual.....	70
Tabla 24: Mano de obra directa.....	71
Tabla 25: Costos de materiales y accesorios.....	72
Tabla 26: Costos indirectos.....	73
Tabla 27: Costos de la máquina muescadora.....	73

## RESUMEN

Este trabajo de investigación está enfocado al desarrollo y mejoramiento de uno de los procesos para la conformación de ductos de tol galvanizado para la mediana y pequeña industria, específicamente, para A&T CLIMATIZACIÓN INTEGRAL, que se encuentra en la línea de abastecer al producto interno del país con la elaboración de ductos para ventilación mecánica y climatización, se ha visto en la necesidad de reducir el tiempo en el área de producción, por tener diversos tiempos muertos al momento de fabricar un ducto, este es un proceso en secuencia en el cual se elaboran cantidades considerables de kilogramos de ductería. El proyecto investigativo se enfocará específicamente al mejoramiento y semiautomatización del muescado que se realiza en cada una de las planchas de tol galvanizado y así mejorar la producción de dicho proceso.

**Palabras claves:** proceso, producción, automatización, galvanizado, muescado.

## **ABSTRACT**

This research work is focused on the development and improvement of one of the processes for the formation of galvanized tol ducts for the medium and small industry specifically for A & T INTEGRAL CLIMATIZATION, which is in the line of supplying the domestic product of the country with the Ducting for mechanical ventilation and air conditioning, it has been necessary to reduce the time in the production area, due to the fact of having several dead times when making a duct, this is a process in sequence in which The research project will focus specifically on the improvement and semi-automation of the notch that is carried out in each of the galvanized tol plates and thus improve the production of this process.

**Keywords:** process, production, automation, galvanized, notched.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Optimizar el tiempo de muestado del proceso artesanal convencional a semiautomático, mediante el diseño y construcción de una muestadora hidráulica, para la fabricación de ductos en lámina galvanizada, producidos por la empresa **A&T CLIMATIZACIÓN INTEGRAL**

### **Objetivos Específicos**

- Investigar las alternativas de máquinas que se tienen en el mercado nacional que ejecuten el procedimiento de muestado en láminas galvanizadas.
- Diseñar el sistema mecánico que cumpla con los requisitos técnicos y funcionales para una posterior construcción.
- Analizar los tiempos del proceso artesanal al proceso semiautomático, para realizar el muestado de las áreas requeridas, en una lámina galvanizada diseñada para un determinado ducto.

## INTRODUCCIÓN

Los procesos de producción en la industria cada día van avanzando en el ámbito de la tecnología, es por esto que, es necesario establecer a cada proceso industrial, uno o varios sistemas de automatización que facilitarán el desarrollo del producto final, de la misma forma se reducirá costos generados en la elaboración del producto final.

Notando el crecimiento que ha tenido el uso de la automatización industrial en los últimos tiempos, en el Ecuador ha crecido el interés por el desarrollo de proyectos tecnológicos, ha desarrollado un cambio en la matriz energética, construyendo estaciones de generación de energía que favorecen los procesos automáticos; sin embargo, no existe un análisis detallado para el uso de muescadoras de perfiles.

Considerando dicho antecedente, en el presente proyecto de investigación se pretende optimizar el proceso de corte mediante una muescadora hidráulica para láminas de tol galvanizado que se usan en la industria del aire acondicionado, ventilación mecánica y calefacción.

En el proyecto se analizan los principales aspectos teóricos y físicos que gobiernan el funcionamiento de una muescadora, permitiendo establecer los parámetros necesarios para su dimensionamiento y construcción.

El análisis y la comparación de los resultados obtenidos de la máquina permiten realizar una selección correcta del tipo de muescadora a utilizar, ya sea para el uso industrial o para pequeñas industrias, reduciendo el tiempo de elaboración de los ductos.

Se analizan los materiales y costos necesarios para la construcción. Estos dependen directamente de la capacidad de la máquina muescadora.



# CAPÍTULO 1

## ESTADO DEL ARTE Y ASPECTOS TEÓRICOS

En el presente capítulo se describe una reseña histórica, antecedentes, evolución, principios de funcionamiento y aspectos teóricos, del proceso de muescado en láminas de tol galvanizado que es la parte fundamental del presente proyecto de investigación.

### 1.1 Definición de ductos metálicos en lámina galvanizada

Sirven para la distribución de aire el cual se puede inyectar o extraer, se emplea en los sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica.

Entre las principales aplicaciones son:

- a) Presurización de gradas (presión positiva en gradas de emergencias).
- b) Extracción de CO<sub>2</sub> en parqueaderos.
- c) Extracción mecánica de olores, vapores, grasa, entre otros.
- d) Sistemas de aire acondicionado.
- e) Sistema de calefacción.



**Figura 1:** Ductos metálicos.

En la figura 1 se visualizan algunas aplicaciones realizadas con las láminas de tol galvanizado.

## **1.2 Proceso de muestado en lámina galvanizada**

El proceso de muestado en lámina galvanizada ha tenido un avance tecnológico. En la pequeña industria se lo realiza de forma artesanal. En la actualidad existen máquinas que ayudan a realizar el proceso de muestado en forma manual y semiautomática.

### **1.2.1 Muestado en láminas galvanizada de forma artesanal**

El proceso de muestado de ductos en láminas galvanizadas se lo realiza de forma artesanal, convencionalmente están regidos por varias etapas; se selecciona el espesor de lámina galvanizada con la que se va a conformar, se mide y se traza las dimensiones globales para su posterior corte manual y retiro de exceso de material, el proceso de corte de la lámina se lo realiza con tijeras de tol, mostradas en la figura 2.



**Figura 2:** Tijeras para tol galvanizado.

### **1.2.2 Muestado en láminas galvanizada de forma manual y semiautomática**

El proceso de muestado de forma manual y semiautomática se lo realiza con máquinas determinadas, específicamente, el objetivo es hacer del muestado un proceso más eficiente, rápido y sobre todo preciso, evitando desperdicios innecesarios en el proceso de corte. Este proceso permite reducir costos de fabricación, tiempos de producción y mano de obra.

### 1.3 Alternativas de muescado

Existen varias alternativas para realizar el proceso de muescado, entre las cuales se encuentran; el muescado artesanal, manual y semiautomático, las que se detallan más adelante.

#### 1.3.1 Muescado artesanal

Generalmente son mordazas tipo tijeras, fabricadas en caliente en acero de alto impacto, la mayoría de ellas tienen una profundidad de apertura hasta 20 mm, su diseño en forma de ganchos facilita hacer muescas en ángulos y lengüetas salientes sin deslizamiento.

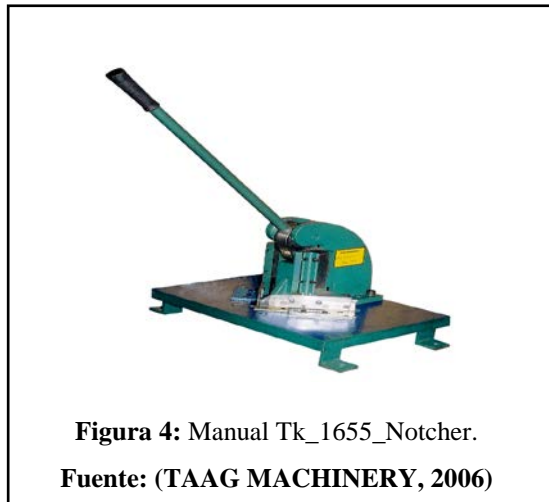


**Figura 3.** Trazo, corte y conformación del ducto.

Si se realiza el muescado con este tipo de herramienta se requiere previamente, trazar las zonas a muescar, figura 3, esto incrementa los tiempos de producción, como producto final tendrá un acabado irregular.

### 1.3.2 Muescadora tipo manual

Son máquinas manuales con palanca, sus mordazas tipo troquel fabricado en caliente con acero de alto impacto y con un tratamiento térmico superficial el cual le da mayor resistencia. La apertura de sus mordazas no es mayor a 10 mm, el diseño en forma de troquel facilita hacer muescas en ángulos y lengüetas. Al realizar el muescado con este tipo de máquina, se requiere previamente el trazo de las zonas a muescar. Esto incrementa los tiempos de producción y como producto final el muescado será irregular longitudinalmente. Este equipo esta visible en la figura 4.



### 1.3.3 Muescadora tipo semiautomática

Este tipo de máquinas se las conoce como muescadora hidráulica puede cortar en la lámina extendida de tol galvanizado, estas máquinas están conformadas con cinco cabezales muescadores móviles, tres en corte en “V” y dos en corte en “L”, impulsados con energía hidráulica para cada uno de los cilindros que genera un golpe seco sobre la lámina.

Cada uno contiene un dado macho y hembra sea tipo “L” o tipo “V” que permite realizar cortes perpendiculares, sus cabezales móviles pueden desplazarse horizontalmente con esto se elabora ductos de diferentes dimensiones, no se requiere previamente el trazar las zonas a muescar en las láminas. Esto incrementa la producción y reduce tiempos de procesos.

El incremento de producción es muy superior a los dos sistemas antes mencionados, siendo comparado con el sistema manual y artesanal, con lo que no se requiere un

personal altamente calificado para su operación. Una muescadora de este tipo se observa en la figura 5.



**Figura 5:** Tk Duct Notcher-Muescadora de ductos.

**Fuente:** (TK Duct Notcher, 2017)

#### **1.4 Selección de máquina**

Para una adecuada fabricación y el incremento de producción de ductos en lámina galvanizada para la pequeña industria, A&T CLIMATIZACION INTEGRAL, se selecciona el tipo de máquina muescadora hidráulica semiautomática, para su diseño y construcción.

##### **1.4.1 Muescadora hidráulica propuesta**

La máquina muescadora hidráulica propuesta para el desarrollo de este proyecto, constará con cinco cilindros hidráulicos, tres tipos de muescas tipo (macho y hembra), izquierdos, derechos y centrales, unidad hidráulica, motor para la unidad hidráulica, mangueras hidráulicas, filtros, válvulas hidráulicas y soportes en general. Esto son los elementos que conforman la máquina para la optimización de tiempos de trabajo y aumentos de producción en la construcción de ductos para la pequeña industria A&T CLIMATIZACIÓN INTEGRAL.

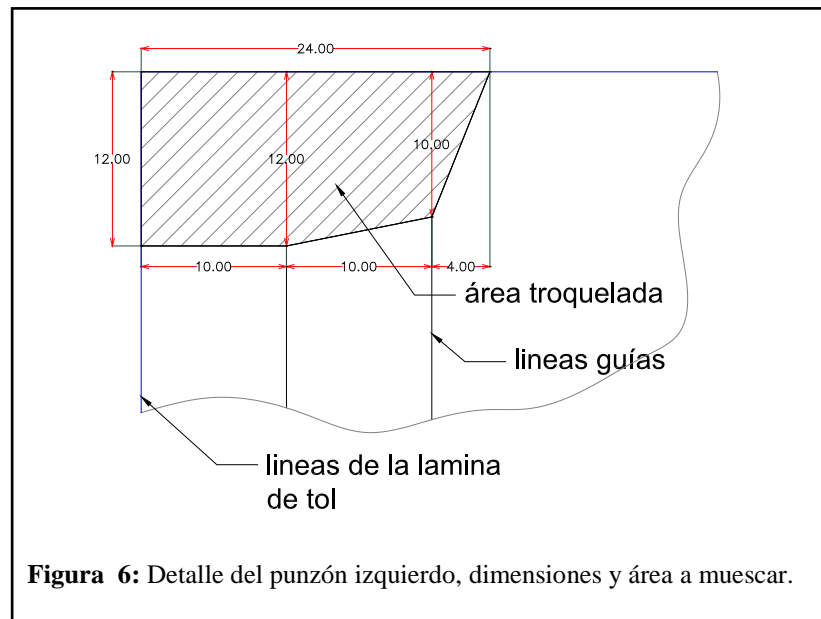
En la tabla 1, se enlista los punzones requeridos para la máquina muescadora de láminas galvanizadas.

**Tabla 1:** Punzones requeridos para la máquina MHP.

Ítem	Nombre del punzón	Abreviatura	Cantidad requerida
1	Punzón externo izquierdo	PEI	1
2	Punzón externo derecho	PED	1
3	Punzones intermedios	PI	3

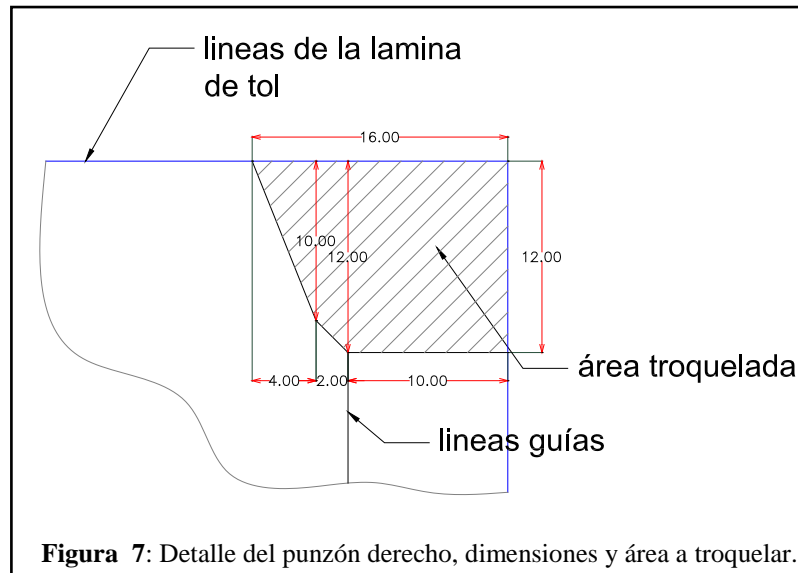
### 1.4.2 Punzón externo izquierdo

Para la fabricación de ductos, se requiere muescar los extremos izquierdos de la lámina galvanizada, que permite el siguiente proceso de plegado, este lado forma la grapa del ducto, que tiene como función principal el sellado del ducto al final de su conformación, dicho sellado generalmente se realiza en la instalación, razón por la cual, el diseño del ducto no debe presentar inconformidades, se observa en la figura 6.



### 1.4.3 Punzón exterior derecho

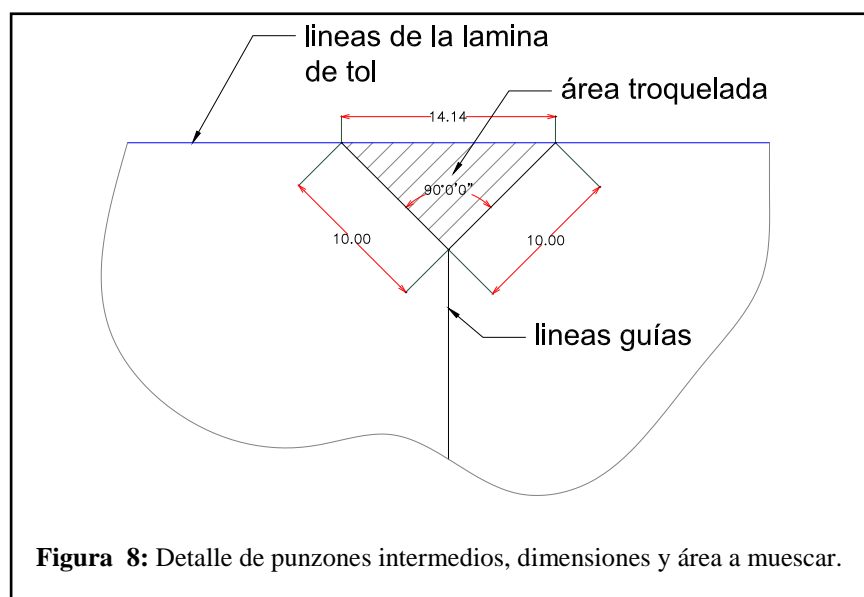
Para la conformación del ducto se requiere el muescado en los extremos derechos, este lado difiere en su forma geométrica al izquierdo, para conformar la ceja esta se introduce en la grapa para el sellado del ducto, ver figura 7.



#### 1.4.4 Punzones intermedios

Cuando el diseño de un determinado ducto se obtiene de una sola lámina galvanizada, se procederá a realizar los muescados intermedios para facilitar los plegados requeridos, por consiguiente, se requiere de tres puntos de muescado, y serán guías para delimitar cada uno de los lados del ducto.

La forma geométrica requerida para los punzones intermedios es tipo "V" a  $90^{\circ}$ , como se puede apreciar en la figura 8. Este muescado, posteriormente, se utilizará para la unión entre ductos conformados, proceso que se realiza en el lugar de la instalación.



## **1.5 Parámetros para el diseño de un ducto y su dimensionamiento**

Los siguientes pasos consisten en determinar las áreas a climatizar, máquinas que se utilizarán; y en el proyecto, en específico, la forma del ducto a producir, en relación a las memorias de cálculo establecidas en el diseño del sistema de climatización.

### **1.5.1 Plan de corte de las láminas galvanizadas.**

El plan de corte, como se indica es un plano elaborado en software de diseño asistidos por ordenador (CAD), por un profesional con conocimientos de causa, que busca la forma técnica de aprovechar, eficientemente, la lámina galvanizada, que está dada en medidas estándar en el mercado nacional; son: 2440 x 1220 mm, por los diferentes espesores de acuerdo a las exigencias de la norma americana SMACNA 2016.

Del plan de corte se obtiene las partes y piezas que conformarán un determinado ducto, reduciendo en lo posible, el porcentaje de retazos y desperdicios de una lámina metálica.

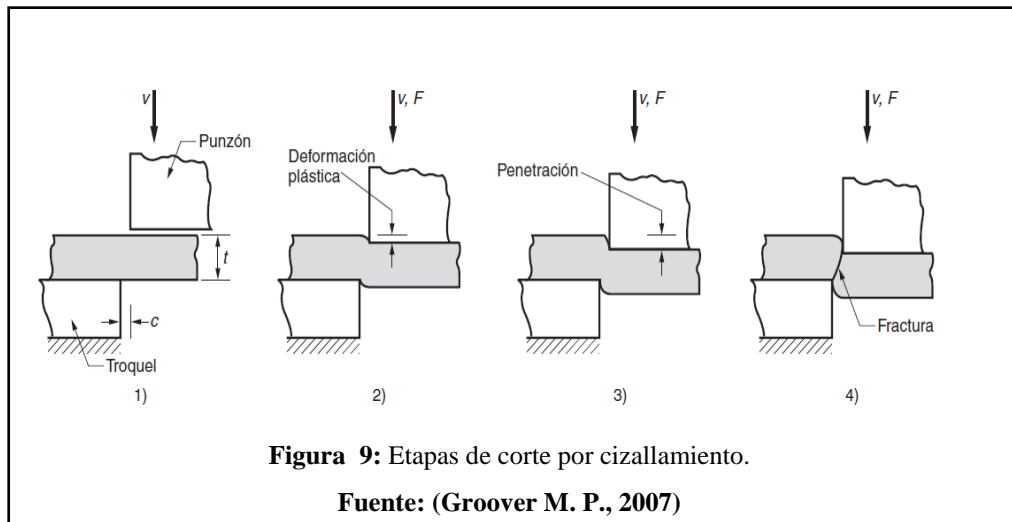
## **1.6 Operaciones de conformado en láminas metálicas**

### **1.6.1 Operaciones de corte**

Para el corte de una lámina metálica se realiza por una acción de cizallamiento entre dos bordes afilados. La acción de cizalla se ejecuta en cuatro pasos, donde el borde superior de corte (el punzón) se mueve hacia abajo sobrepasando el borde estático inferior de corte (el dado). Cuando el punzón empieza a deslizarse el material de trabajo, ocurre una deformación plástica interna hacia afuera del material hasta la superficie de la lámina, conforme éste se mueve hacia abajo ocurre la penetración, en la cual comprime la lámina y corta el metal. Esta zona de penetración es, generalmente, una tercera parte del espesor de la lámina. A medida que el punzón continúa su trayectoria dentro del trabajo, se inicia la fractura del material de trabajo entre los dos bordes de corte.

Si el punto entre el punzón y el dado es correcto, las dos líneas de fractura se encuentran y el resultado es una separación limpia del material de trabajo en dos piezas, (Groover M. P., 2007) como se muestra en la figura 9.

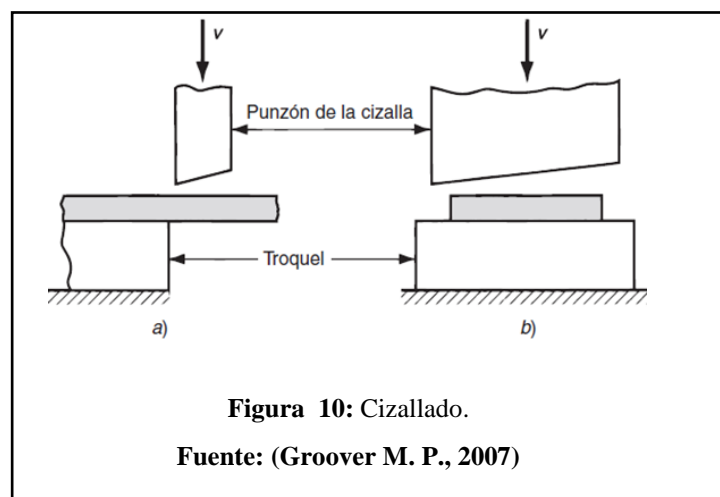




### 1.6.2 Cizallado

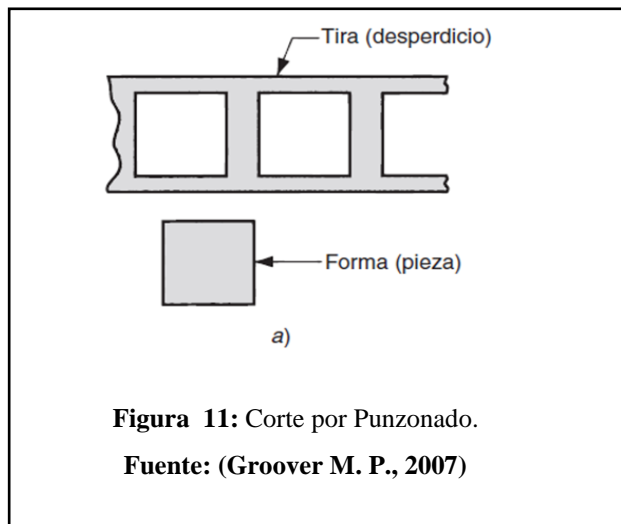
Es la operación de corte sin viruta de una lámina de metal a lo largo de una línea recta entre dos cuchillas. Este proceso suele realizarse en frío y se lo utiliza para reducir grandes láminas a secciones más pequeñas (Groover M. P., 2007), como se muestra en la figura 10.

- a) Cizalla vista lateral,
- b) Cizalla vista frontal.



### 1.6.3 Punzonado

Es una operación de corte que se realiza en una lámina de metal, mediante un mecanismo formado por dos herramientas: el punzón y la matriz, el cual ayuda a separar la pieza del material en un solo paso sin alterar el espesor. La parte que se corta es el producto deseado como se muestra en la figura 11.



**Figura 11:** Corte por Punzonado.

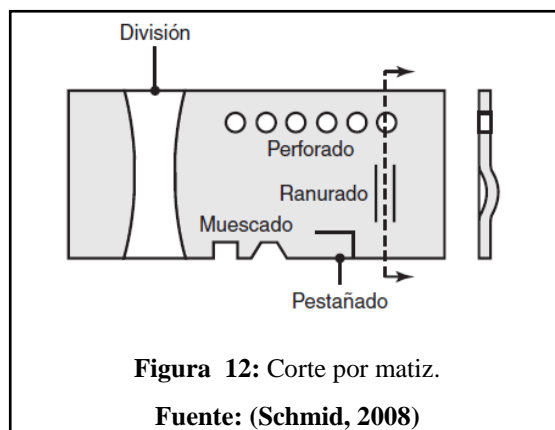
**Fuente:** (Groover M. P., 2007)

#### 1.6.4 Corte por matriz

Esta es una operación de cizallado que consiste en los siguientes procesos:

- a) **Perforado.-** Es un proceso de corte muy similar al punzonado, excepto porque la pieza que se corta se desecha.
- b) **Seccionado.-** Con este proceso se cizalla la lámina metálica en dos o más piezas (Schmid, 2008).
- c) **Pestañado.-** Es el proceso de cojeado sin retiro de material (Schmid, 2008).
- d) **Ranurado.-** Es una operación de corte realizada en espacios pequeños para obtener dimensiones precisas y bordes lisos (Groover M. P., 2007).

En la figura 12 se visualizan estos procesos.



**Figura 12:** Corte por matriz.

**Fuente:** (Schmid, 2008)

### 1.6.5 Muescado

Es el corte mecánico definido de una sección de metal en un extremo de la lámina metálica, consiste en el retiro de piezas de diferentes formas específicas según los requerimientos. Para realizar el muescado se utiliza mecanismos simples de accionamiento manual hasta llegar a sofisticadas muescadoras hidráulicas. El proceso de muescado más simple se lo realiza utilizando tijeras de tol con lo que se retira una porción de material de la lámina a ser conformada.

### 1.6.6 Muescado de la lámina galvanizada

Este procedimiento de fabricación consiste en desprender determinadas áreas, que, de otra manera, interrumpirían los procesos de plegado de los diferentes lados y juntas de un ducto. En muchos casos se realiza cinco muescados en una misma lámina metálica, esto se repite en los dos lados de mayor longitud, los tres muescados intermedios son muescados tipo “V”, como se observa en la figura 13, la longitud del cizallamiento intermedio es igual a la sumatoria de los lados que se plegaran para formar la junta, sin embargo, el muescado de los extremos izquierdo y derecho de tipo “L” difieren en relación a los intermedios y así mismos, ya que se requiere cortar más área para que no interfiera los plegados de la costura lateral del ducto.



**Figura 13:** Proceso de muescado.

**Fuente:** (SV-AT VT, 2016)

## 1.7 Fundamentos teóricos para el diseño de los elementos y sistemas que conformarán la muescadora

### 1.7.1 Fuerza de corte para láminas

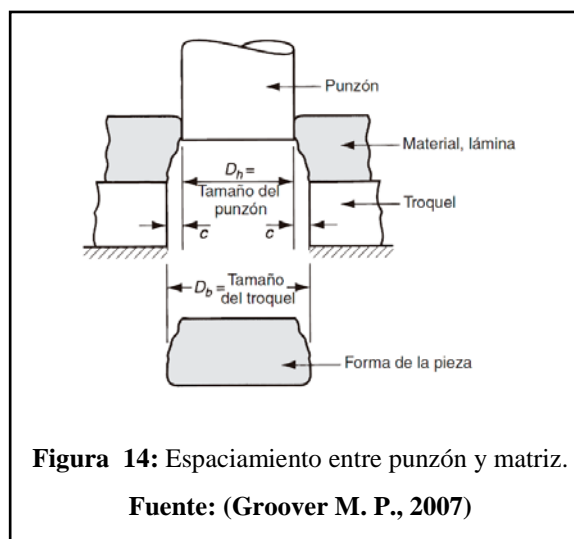
La fuerza de corte requerida para láminas galvanizadas es fundamental en el producto, la resistencia al corte o cortante de la hoja metálica y el área total cizallada a lo largo de la periferia (perímetro). La fuerza máxima de corte (F).

### 1.7.2 Parámetros de corte por matriz en láminas metálicas

Los parámetros importantes en el corte de láminas metálicas son los siguientes:

- Espacio entre el punzón y el troquel.
- Espesor del material.
- Tipo de metal y su resistencia.
- Longitud de corte (Groover M. P., 2007).

El espacio (C) o claro entre el punzón y el troquel fluctúan entre 4 % y 8 % del espesor (T) de la lámina metálica y en operaciones especiales donde se requiera bordes, el espacio es de 1 % del espesor de la lámina (Groover M. P., 2007), como se muestra en la figura 14.



Para elaborar un agujero, de una dimensión definida en una lámina metálica de un espesor acordado, el punzón debe tener la misma dimensión que el agujero deseado. La matriz deberá poseer un excedente en su dimensión. Esa diferencia es conocida

como tolerancia de corte de la matriz (C). Es muy importante que la tolerancia de corte de la matriz esté uniformemente diseminada alrededor de la medida del punzón, incluso en las esquinas, si un punzón es de diámetro 12 mm y la matriz es de 12,2 mm. La tolerancia total de 0,2 mm debe quedar repartida de forma que entre pared de punzón y pared de matriz se mantenga una tolerancia de 0,1 mm en todo el perímetro alrededor del diámetro del agujero.

La tolerancia de corte adecuada es aquella que hace coincidir las fracturas de corte generadas por el punzón y por la matriz. Esto ocurrirá cuando las fracturas se encuentren a 1/3 o 1/2 del espesor de la lámina galvanizada.

Si se utiliza una matriz con tolerancia excesiva de ajuste ocasiona que se creen fracturas que antes no se encontraban. Por otro lado, al ser una tolerancia menor implicará que se necesite una mayor fuerza para cortar, por lo que el utillaje puede sufrir un mayor desgaste (Moliner, 2004).

### **1.7.3 Potencia en toneladas**

La fuerza es capaz de modificar la dirección, magnitud y sentido de una partícula con lo cual influye directamente al estado de movimiento o de reposo de un cuerpo, se puede calcular la fuerza en toneladas con la siguiente igualdad de  $9.8067 \text{ N} = 1 \text{ kgf}$  y  $1000 \text{ kgf} = 1 \text{ Ton}$

### **1.7.4 Cálculo de cilindros hidráulicos**

Los cilindros hidráulicos llamados de otra manera como motores hidráulicos ya que transforman una energía de presión a una fuerza mecánica, son usados para generar una fuerza lineal, con lo que entregan su acción a tensión o a compresión según sea su aplicación a ser usados, el retorno del pistón que puede ser de simple o de doble efecto a su posición original se da por fuerzas externas como resortes, presión de fluidos en sentido opuesto o por su propio peso.

### **1.7.5 Fuerza de empuje de un cilindro**

La fuerza de empuje de un cilindro ( $F_e$ ) es la que genera el movimiento lineal sobre el émbolo, a través de la presión de trabajo se determinan la fuerza máxima que este puede generar.

### 1.7.6 Fuerza de fricción de un cilindro

La fuerza de fricción ( $F_r$ ) tanto para la carrera en el avance como para el retroceso del émbolo, es un coeficiente que contrarresta la fuerza.

### 1.7.7 Cálculo del vástago del cilindro

Para el cálculo del vástago del cilindro se toma del anexo 1, de acuerdo al diámetro interior ( $d_e$ ) del cilindro obtenido, para el cálculo de la fuerza ( $F_e$ ) se selecciona el diámetro interior más aproximado y se escoge uno entre los tres valores seleccionables que proporciona, con ello se procede a la comprobación de la resistencia tanto en esfuerzo a compresión como por esbeltez y la máxima longitud del vástago, se verificarán las dimensiones mínimas y esfuerzos máximos para este elemento.

**Tabla 2:** Parámetros de tolerancias de cilindros.

				Z	1X					+	
Cilindro = CD		Diferencial								Otros datos en texto claro	
Cilindro de		= CG								Longitud del suplemento Para la distancia entre guías	
Barra pasante										Juntas del embolo	
Construcción 70 = 70		Construcción 210 = 210								T = Anillo deslizando para Rozamiento reducido	
Forma de sujeción: Ver hoja de medidas										A = Reten labiado para Funcionamiento hermético Bajo condiciones estáticas	
Ø de Embolo	Ø de la Barra	Relación De superficies $\phi$	Referencia							Indicar la posición de la conexión en el pie de cilindro	
• 25	12	1.25 : 1	= 25/12							Indicar la posición de la conexión en la cabeza de cilindro	
	16	1.6 : 1	= 25/16							M = Juntas NBR de perbunan, apropiadas para aceite mineral seg. DIN 51524 (HL, HLP)	
	18	1.4 : 1	= 32/18							V = Juntas FPM de visión apropiadas para estér fosfórico (HFD-R)	
• 32	22	2 : 1	= 32/22								
	25	2.5 : 1	= 32/25								
	16	1.2 : 1	= 40/16								
40	18	1.25 : 1	= 40/18								
	25	1.6 : 1	= 40/25								

Fuente: (Ingemecanica, 2016)

## 1.8 Resortes

Se conoce como resortes a los componentes mecánicos capaces de absorber y desprender energía sin sufrir deformaciones considerables bajo la acción de una fuerza o tensión exterior. Regresando a su estado inicial mostrando una gran elasticidad (Shugulí, 2006).

Se los fabrica de diversos materiales tales como:

- a) Acero al carbono
- b) Acero inoxidable
- c) Acero al cromo silicio
- d) Bronce
- e) Plástico, etc.

### 1.8.1 Resorte de compresión

Este componente mecánico helicoidal está diseñado para crear resistencia a una fuerza de compresión externa, son envueltos en forma cilíndrica continua de diámetro constante. Esto se aprecia en la figura 15.



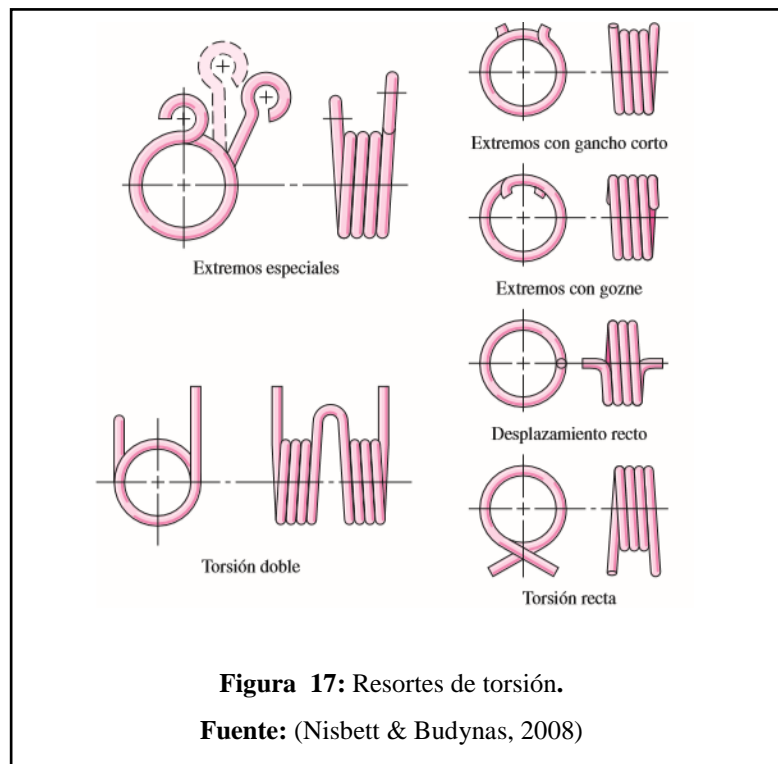
### 1.8.2 Resortes de tracción

Este componente mecánico diseñado para absorber y almacenar energía, al oponer resistencia a una fuerza de tracción, se identifica por poseer en sus extremos unos ganchos de diferentes modelos para su fijación dependiendo la necesidad, como se observa en la figura 16.



### 1.8.3 Resorte de torsión

Este componente mecánico sujeto a fuerzas de torsión se los emplea para la transmisión de fuerzas radiales. Observable en la figura 17.

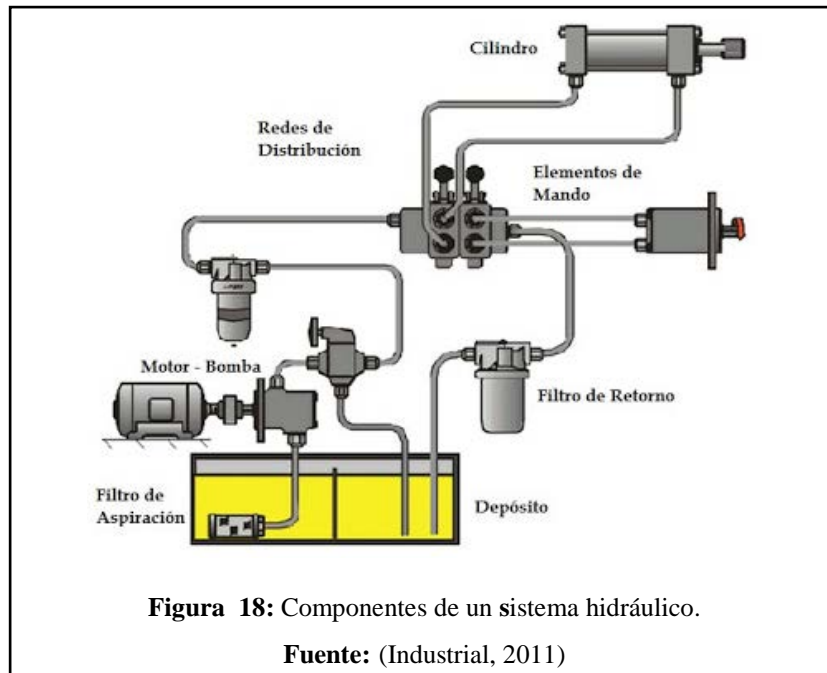


## 1.9 Circuito hidráulico

También conocido como circuitos o sistemas oleohidráulicos, es un mecanismo que transmite grandes potencias hidráulicas mediante un fluido a presión. Figura 18.

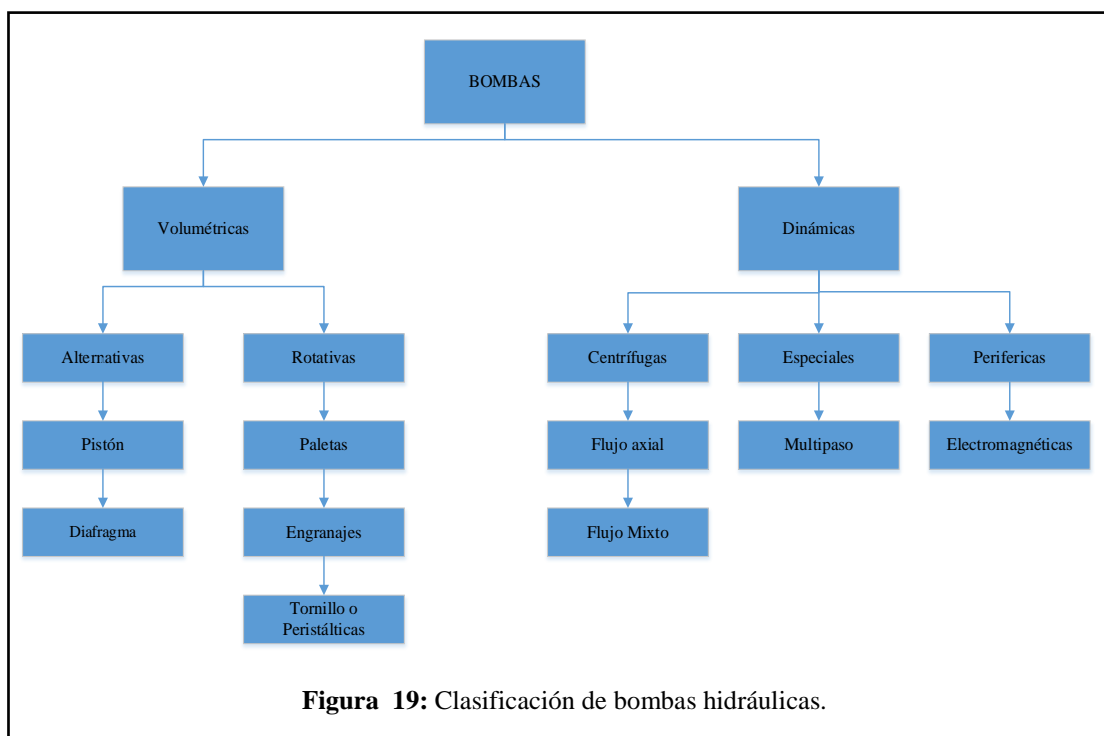


### 1.9.1 Componentes de un circuito hidráulico



### 1.9.2 Bomba.

Son elementos que transforman la energía mecánica en energía hidráulica, las bombas hidráulicas deben ser aptas para trabajar a altas presiones. De tal manera que se pueda transportar un fluido de un lugar a otro, incrementando energía al sistema hidráulico. Una clasificación de estas se puede ver en la figura 19.



### 1.9.3 Depósito

El depósito o tanque hidráulico sirve para el almacenamiento de aceite de todo el sistema, son herméticos y no permiten ingresar suciedades al sistema. El depósito debe ser capaz de apartar el aire del aceite que arrastra el fluido (Automatización Industrial, 2011).

### 1.9.4 Filtro

El filtro es un elemento muy importante dentro del sistema, permite separar partículas sólidas contaminantes, lo que ayudará al correcto funcionamiento de los demás componentes del sistema hidráulico (Automatización Industrial, 2011).

### 1.9.5 Actuadores

Son dispositivos que transforman la energía de presión a partir de un líquido en energía mecánica (Automatización Industrial, 2011), su clasificación se visualiza en la figura 20.

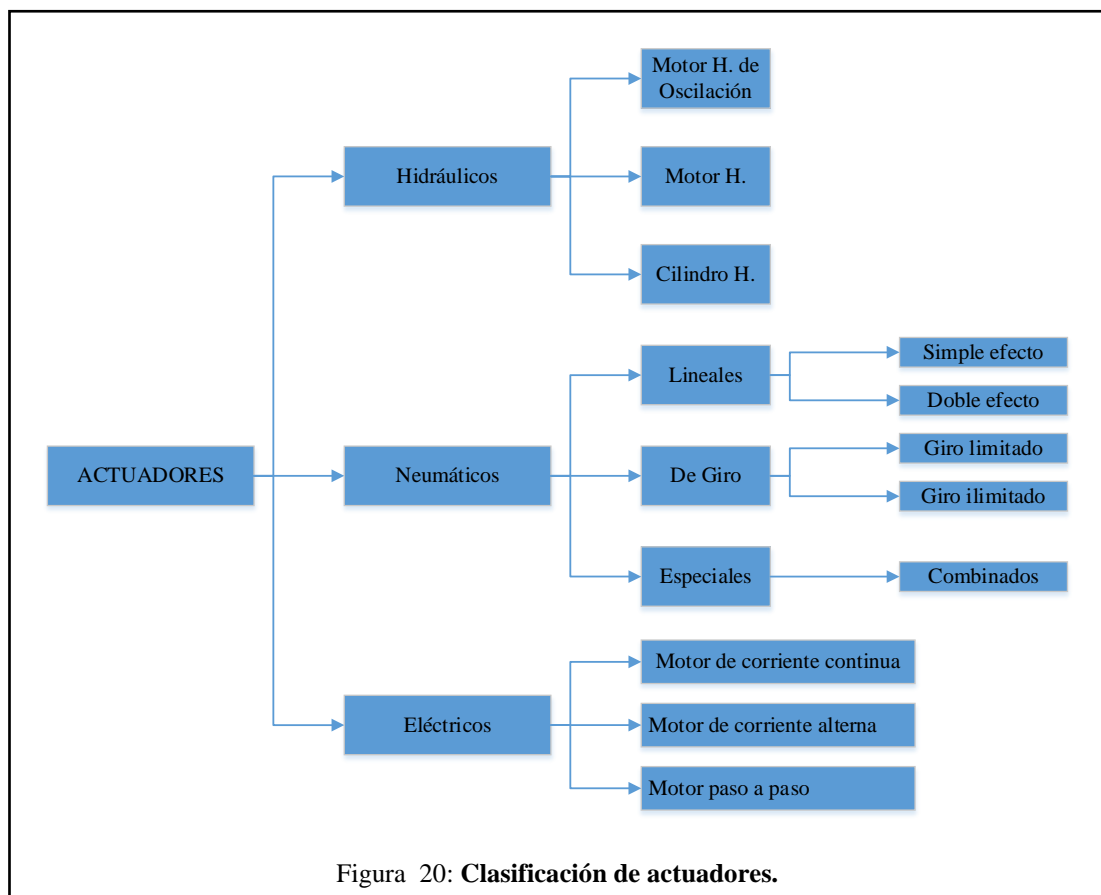
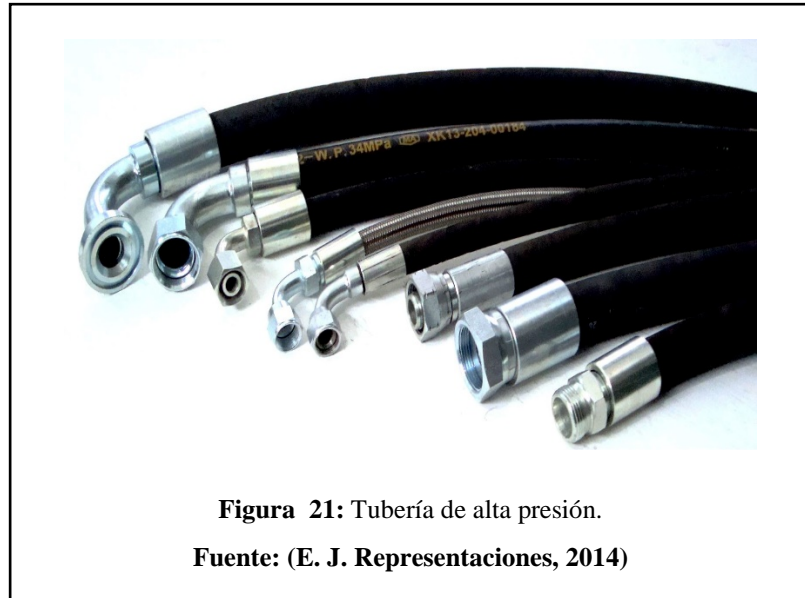


Figura 20: Clasificación de actuadores.

### 1.9.6 Mangueras

Las mangueras hidráulicas se usan en los casos en que se necesita flexibilidad, como cuando los componentes rozan unos con otros. Las mangueras absorben la vibración y resisten las variaciones de presión en el sistema hidráulico (Ferreyros, 2001). Tal como se aprecia en la figura 21.



**Figura 21:** Tubería de alta presión.

**Fuente:** (E. J. Representaciones, 2014)

### 1.9.7 Tipos de mangueras

Existen varios tipos de mangueras hidráulicas, dependiendo de su aplicación, esta gran variedad se puede apreciar en la tabla 3.

**Tabla 3:** Clasificación de tuberías hidráulicas.

MANGUERAS HIDRAULICAS	ESTANDARES	RESISTE TEMPERATURA	Ø DESDE	APLICACIÓN
Baja presión	SAE 100R3	-40°C a +150°C	1/4" a 1"	Retornos hidráulicos/líneas de combustible/ aceites lubricantes
Media presión	DIN 20022-1SN	-40°C a +100°C	1/4" a 1"	Excavadoras /montacargas / Grúas /Bobcat /Herramientas y ensamblajes
Media presión	SAE 100R1AT ISO 1436 Type 1	-40°C a +100°C	3/16" a 1"	Hidrolavadoras Gatos hidráulico Línea de elevación y montaje Línea de frenos hidráulicos
Media presión	SAE 100R5 SAE J1402	-40°C a +150°C	3/16" a 1.13/16"	Equipo camionero /gasolinero /aceites lubricantes
Alta presión	SAE 100R12 487TC / 487ST	-40°C a +125°C	3/8" a 2"	Retroexcavadoras /Camión Mixer / Sistemas de alto impulso/maquinaria agrícola
Alta presión	SAE 100R13 ISO 3862 / J1942 TYPE 13	-40°C a +125°C	3/4" a 1.1/ 2"	Excavadoras /Camiones mineros / Palas cargadoras/ impulsos continuos de alta presión

### 1.9.8 Válvulas

Las válvulas sirven para regular el caudal de aceite que recorre por todo el sistema, este dispositivo permite controlar la puesta en marcha de los actuadores, varias de estas se observan en la figura 22.



**Figura 22:** Tubería de alta presión.

**Fuente:** (Mecalux, 2017)

## CAPITULO 2

### CÁLCULO Y DISEÑO DE LA MÁQUINA MUESCADORA

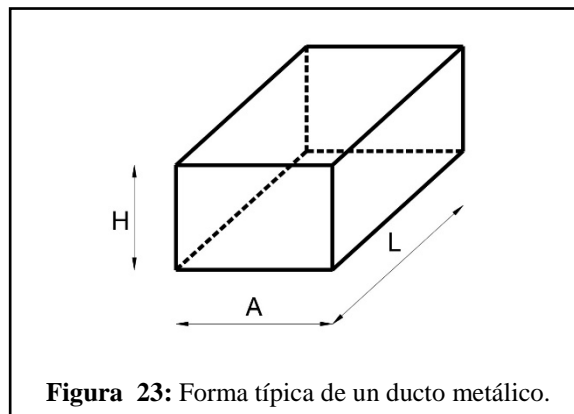
En el presente capítulo, se realiza el diseño de la máquina muescadora, se identifica las diferentes condiciones internas y externas a las que se encuentra expuesto en la misma. El proceso de diseño se divide en varios componentes claves, cada uno de ellos serán expuestos más adelante.

#### 2.1 Parámetros para el diseño de la muescadora

En este capítulo se procederá al cálculo y diseño de los elementos o piezas que conformaran a la máquina muescadora.

- Se seleccionará elementos normalizadas si fuese el caso.
- Se seleccionará el material más óptimo para la construcción.

Se partirá que las medidas de un ducto no son estándar, dependen de las especificaciones, diseño y uso del ducto de climatización o ventilación, por este motivo, la máquina muescadora debe adaptarse a estos requerimientos.



**A:** Ancho

**H:** Altura

**L:** Largo

Definidos los parámetros de un ducto se procederá a establecer las medidas requeridas para el diseño de la máquina muescadora hidráulica (MH), para el cálculo y la selección de elementos normalizados y el material de las partes, como se visualiza en la tabla 4.

**Tabla 4:** Parámetros establecidos para el diseño de la máquina muescadora hidráulica

Descripción	Valor
Número de punzones	$N_p = 5$
Espesor máximo de lámina galvanizada Espesor mínimo de lámina galvanizada	$e_{mx} = 0.90 \text{ mm}$ $e_{mi} = 0.45 \text{ mm}$
Material seleccionado	Lámina galvanizada tipo B
Resistencia a la tracción de la lámina galvanizada tipo B (HSLAS)	$S_{ut} = 340 \text{ MPa}$

### 2.1.1 Perímetro total de muescado ( $L$ )

Para los cálculos del muescado se sumarán los perímetros totales de las cinco muescas, ver tabla 5.

**Tabla 5:** Perímetro total de los cinco muescados.

Descripción de Punzones	Longitud perímetro (mm)	Numero de punzones (U)	Longitud total perímetro en (mm) (L)
<b>(Piz) - Punzón izquierdo.</b>	30,96	1,00	30,96
<b>(Pct) - Punzones Centrales.</b>	20,00	3,00	60,00
<b>(Pdr) - Punzón derecho.</b>	23,59	1,00	23,59
<b>(Lp) - Perímetro total.</b>			<b>114,55</b>

### 2.1.2 Selección de la resistencia a la tracción de la lámina ( $UST$ )

Se seleccionará la resistencia a la tracción del material según la norma NTE INEN 2 49:2009 la cual cumple con la norma ASTM A-653 para láminas de acero recubiertas con zinc (galvanizadas).

Para fines de cálculo se selecciona la resistencia mínima a la tracción de 340 MPa, de la tabla 6, del material tipo HSLAS (TIPO B) de la norma NTE INEN 2 49:2009 véase catálogo del fabricante Anexo 2.

**Tabla 6:** Requisitos mecánicos, metal base longitudinal

UNIDADES SISTEMA INTERNACIONAL								
Designación	Tipo	Grado	Esfuerzo de fluencia mín. MPa	Resistencia a la tracción mín., MPa <sup>A</sup>	Alargamiento en 50 mm, mín. % <sup>A</sup>	Índice de endurecimiento por hornado, mín. MPa límite de fluencia superior/inferior		
SS		230	230	310	20	...		
		255	255	360	18	...		
		275	275	380	16	...		
		340 Clase 1	340	450	12	...		
		340 Clase 2	340	...	12	...		
		340 Clase 3	340	480	12	...		
		340 Clase 4	340	410	12	...		
		380	380	480	11	...		
		550 Clase 1 <sup>B</sup>	550 <sup>C</sup>	570	...	...		
		550 Clase 2 <sup>B,D</sup>	550 <sup>C</sup>	570	...	...		
		HSLAS	TIPO A	275	275	340 <sup>E</sup>	22	...
				340	340	410 <sup>E</sup>	20	...
				380 Clase 1	380	480 <sup>E</sup>	16	...
				380 Clase 2	380	450 <sup>E</sup>	18	...
				410	410	480 <sup>E</sup>	16	...
480	480			550 <sup>E</sup>	12	...		
550	550			620 <sup>E</sup>	10	...		
HSLAS	TIPO B			275	275	340 <sup>E</sup>	24	...
SHS		340	340	410 <sup>E</sup>	22	...		
		380 Clase 1	380	480 <sup>E</sup>	18	...		
		380 Clase 2	380	450 <sup>E</sup>	20	...		
		410	410	480 <sup>E</sup>	18	...		
		480	480	550 <sup>E</sup>	14	...		
		550	550	620 <sup>E</sup>	12	...		
		180	180	300	32	...		
		210	210	320	30	...		
		240	240	340	26	...		
		280	280	370	24	...		
BHS		300	300	390	22	...		
		180	180	300	30	25 / 20		
		210	210	320	28	25 / 20		
		240	240	340	24	25 / 20		
		280	280	370	22	25 / 20		
		300	300	390	20	25 / 20		

<sup>A</sup> Cuando aparece (...) en esta tabla no hay requisito, pero se debe reportar el análisis.  
<sup>B</sup> para las designaciones SS, SHS o BHS no se requiere tipo de identificación  
<sup>C</sup> Para productos planos de espesores 0,71 mm (0,028 pulgadas) o menores, no se requiere el ensayo de tracción si el resultado de dureza es 85 HRB o mayor.  
<sup>D</sup> Como no hay un área de fluencia discontinua, el esfuerzo de fluencia se tomará como el esfuerzo al 0,5% por el método de extensión bajo carga o al 0,2% por el método de desplazamiento.  
<sup>E</sup> Si se requiere un esfuerzo de tracción más altos a los establecidos el usuario debe consultar con el productor.

Fuente: (INEN, 2009)

### 2.1.3 Fuerza corte ( $F_c$ )

Para la ejecución del corte de la lámina, cada punzón de la máquina muescadora hidráulica tiene que superar la resistencia a la tracción de la lámina galvanizada, la fuerza mínima requerida es de 340 MPa para que el punzón realice el muescado, se define por la ecuación 1, (Schmid, 2008).

$$F_c = 0.7 \cdot L \cdot T \cdot UST \quad [\text{Ec.1}]$$

$$F_c = 0,7 \cdot 0,11455 \text{ m} \cdot 0,0009 \text{ m} \cdot 340'000000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$F_c = 24536,61 \text{ N}$$

Donde:

Fc: Fuerza de corte, [N]

L: Longitud de corte, [m]

T: Espesor de la lámina, [m]

UST: Resistencia última a la tensión, [Pa]

Siendo obtenida la fuerza para realizar el corte en la lámina galvanizada, la fuerza (**Fc**) se incrementa un 10 % para superar la resistencia de los resortes. La fuerza de fricción entre los elementos mecánicos se cita, “El valor de la fuerza de corte se afecta con un factor adicional del 10 % estimado experimentalmente para vencer la resistencia del resorte y pisador” (Bermudez, 2009) (Rey, 1995).

#### 2.1.4 Factor de seguridad (**fs**)

El factor de seguridad (**fs**) está definido por la teoría del profesor polaco W. Moszynski coeficiente admisible de seguridad (**η**) el factor de seguridad estará entre 1.2 y 1.8, se calcula con la ecuación 2 y con los valores de la tabla 7, en este caso se tomará en cuenta lo antes expuesto para un mejor diseño de la máquina (Rey, 1995).

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \quad [\text{Ec. 2}]$$

$$\eta = 1.1 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.02 \cdot 1.1$$

$$\eta = 1.23$$



**Tabla 7:** Valores de los coeficientes parciales empleados en la evaluación de ( $\eta$ )

<b>n1: coeficiente por propiedades del material</b>	
Caso	n1
Material, laminado, forjado o trefilado	1,1
funciones ejecutadas muy cuidadosamente : fundición centrifugada o baja presión	1,15
funciones ejecutadas cuidadosamente y soldaduras fuertes	1,2
funciones y soldaduras corrientes	1,25
funciones burdas para aplicaciones de importancia secundaria	1,3
<b>n2: coeficiente por rigurosidad en el control de las piezas</b>	
Caso	n2
Control rigurosidad de cada pieza por métodos directos	1,0
Control rigurosidad de cada pieza por métodos indirecto	1,05
Control menos riguroso de cada pieza o control estadístico de la de la muestra de piezas	1,1
Control de forma irregular	1,15
falta de control	1,2
<b>n3: coeficiente por responsabilidad de la pieza</b>	
Caso	n3
La rotura de la pieza no provoca la detención de la maquina	1,0 - 1,1
La rotura de la pieza no produce la detención breve de la maquina	1,1- 1,2
La rotura de la pieza puede dañar la maquina	1,2- 1,3
<b>n4: coeficiente por inexactitud en las dimensiones</b>	
Caso	n4
Maquinado cuidadoso	1,01 - 1,02
Maquinado corriente	1,02 - 1,04
Maquinado basto	1,04 - 1,07
Superficie sin maquinado	1,07 - 1,1
<b>n5: coeficiente sobre la base de experiencia del diseñador</b>	
Caso	n5
Todas las sobrecargas han sido incluidas en los valores de fuerza y momentos supuestos en el calculo y son empleadas formulas exactas	1,0
No son incluidas todas las sobrecargas y/o las formulas empleadas no son exactas	hasta 1,3

**Fuente:** Factor de seguridad según W. Moszynski

### 2.1.5 Fuerza de corte con factor de seguridad ( $F_c'$ )

Según lo antes expuesto se calcula la ( $F_c'$ ) con la ecuación 3 y se obtiene la nueva fuerza corte.

$$F_c' = f_s \cdot [(10 \% \cdot (f_c)) + (f_c)] \quad [\text{Ec. 3}]$$

$$F_c' = 1,23 \cdot [(10\% \cdot 24536,61 N) + 24536,61 N]$$

$$F_c' = 33311,39 N$$

Para este caso se obtiene el equivalente en toneladas con la siguiente equivalencia de ( $1kg = 9,8067 N$ ) de la fuerza que ejercen los cinco punzones para el muescado en lámina galvanizada es:

$$F_{c'} = 33311,39 N \left[ \frac{1kg}{9,8066 N} \right] \cdot \left[ \frac{1Ton}{1000Kg} \right]$$

$$F_{c'} = 3,4 Ton$$

### 2.1.6 Pistón con mayor carga ( $F_c$ )

Se tomará en cuenta la mayor carga de trabajo en ( $N$ ), como se muestra en la tabla 8.

**Tabla 8:** Fuerza por cada punzón


Descripción de Punzones	Perímetro (mm)	Numero de punzones (U)	Perímetro total (mm)	Porcentaje (%)	Fuerza por grupo de punzones (N)	Fuerza por cada punzón (N)
(Piz) - Punzón izquierdo.	30,96	1,00	30,96	27,03%	9.003,24	9.003,24
(Pct) - Punzones Centrales.	20,00	3,00	60,00	52,38%	17.448,13	5.816,04
(Pdr) - Punzón derecho.	23,59	1,00	23,59	20,59%	6.860,02	6.860,02
Descripción de Punzones	promedio de perímetros	Total de punzones	Perímetro Total	% por grupo de punzones	Fuerza de cálculo Total	Fuerza para cálculo ( $F_c$ )
Valores promedio	24,85	5,00	114,55	100,00%	33.311,39	9.003,24

### 2.1.7 Área efectiva del émbolo ( $A$ )

Para los diferentes cálculos se tomarán las especificaciones técnicas de la de la tabla 9, donde se toma de la unidad hidráulica con el modelo 21-KTI-252 dando los siguientes valores de la unidad:

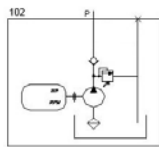
- **Presión:** 1161 psi
- **Caudal:** 2.46 Gpm – 2.7 cm<sup>3</sup>/rev - 0.179 in<sup>3</sup>/rev
- **Revoluciones:** 3450 rpm
- **Motor:** 2 HP

**Tabla 9:** Selección de modelo de unidad hidráulica.

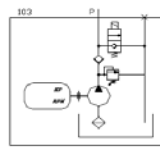


Lista de Precios No. 26A  
 Fecha última mod. 20/10/2009  
 Línea A  
 Precios DOLARES  
 Página 03/UNIDADES HIDRAULICAS COMPACTAS

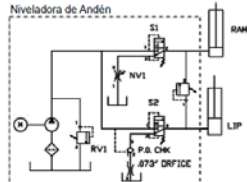
**UNIDADES COMPACTAS VCA (A PARTIR DEL CIRCUITO 102)**




102



103




Niveladora de Andén



Depósito de Lámina 1.5 Galones

A (aprox)    B (aprox)



Depósito de Aluminio 3 Galones

C (aprox)  
D (aprox)

Motor 2 Polos 22-WEG-044 2 HP 3450 RPM					A	B	PRECIO DOLARS	C	D	PRECIO DOLARS
<b>110/220</b> 21-KTI-017	Bomba	cm <sup>3</sup> /rev (in <sup>3</sup> /rev)	PSI	GPM	16 1/4"	12 1/2"	<b>110/220</b> USD 1,508	17"	8 3/4"	<b>110/220</b> USD 2,327
	21-KTI-249	1.2 (0.0775)	2612	1.09						
	21-KTI-250	1.6 (0.1013)	1959	1.46						
	21-KTI-251	2.1 (0.1324)	1493	1.91						
	21-KTI-253	4.2 (0.2625)	746	3.83						
21-KTI-254	6.0 (0.3681)	522	5.47							

Fuente: (Ecuador, 2017)

Para calcular área efectiva del pistón, se utiliza la ecuación 4 de donde se despeja (A). (Mott, 1996).

$$F = P \cdot A \quad [\text{Ec. 4}]$$

$$A = (F / P)$$

$$A = (9.003,24 \text{ N}) / (8004813,22 \frac{\text{N}}{\text{m}^2})$$

$$A = 0.000112473 \text{ m}^2$$

$$A = 1124,73 \text{ mm}^2$$

Donde:

F: Fuerza efectiva del émbolo, [N]

A: Área del embolo, [m<sup>2</sup>]

P: presión obtenida por la unidad hidráulica, [Pa]

### 2.1.8 Diámetro del émbolo (D)

Obtenida el área se calcula el diámetro con la ecuación 5.

$$D = \sqrt{4 \cdot \frac{A}{\pi}} \quad [\text{Ec. 5}]$$

$$D = \sqrt{4 \cdot \frac{1124.73 \text{ mm}^2}{\pi}}$$

$$D = 37.84 \text{ mm}$$

Del Anexo1 se tomará el valor de 50 mm de diámetro de émbolo, con un vástago de 22 mm de diámetro y con una relación de 1.25:1, se procederá a su comprobación de la fuerza ( $F$ ) corregida.

### 2.1.9 Área del émbolo corregida ( $A'$ )

Se aplica la ecuación 5.

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

y se despeja  $A'$ .

$$A' = \frac{(50 \text{ mm})^2 \cdot \pi}{4}$$

$$A' = 1963,495 \text{ mm}^2$$

$$A' = 0,0019635 \text{ m}^2$$

### 2.1.10 Fuerza del pistón con mayor carga de corte corregido ( $F'$ )

Con el área obtenida se emplea la ecuación 4 y se recalcula y se obtendrá la fuerza que ejercerá cada cilindro al momento de ejecutar el trabajo de muescado.

$$F' = P \cdot A$$

$$F' = 8004813,22 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0,0019635 \text{ m}^2$$

$$F' = 15717,41 \text{ N}$$

El resultado obtenido es superior a la fuerza que ejerce el cilindro con mayor carga de trabajo que es de 9003,24 N.

## 2.2 Factor de seguridad basado a la resistencia a la fluencia

Según factor de seguridad para metales dúctiles y basados en la resistencia de fluencia se toma de la tabla 10 el valor de.  $\eta = 2$

**Tabla 10:** Factor de seguridad.

CLASE DE CARGA	ACERO, METALES DUCTILES		HIERRO, FUNDIDO, METALES QUEBRADIZOS	MADERA DE CONS- TRUCCION
	<i>basada en la resistencia maxima</i>	<i>basada en la resistencia a de</i>	<i>Basado en la resistencia maxima</i>	
Carga permanente, $N =$	3 - 4	1,5 - 2	5 - 6	7
Repetida, una direccion, gradual (choque suave ), $N =$	6	3	7 - 8	10
Repetida, invertida, gradual (choque suave ), $N =$	8	4	10 - 12	15
Choque, $N =$	10 - 15	5 - 7	15 - 20	20

Fuente: (Faires V. M., 1998).

## 2.3 Selección de material para vástago

Según el material para ejes obtenido del anexo 3: catálogo de barras lisas y sus propiedades mecánicas, se toma el límite de fluencia de 900 N/mm<sup>2</sup> que cumple con la norma AISI 4340 cuyo vástago será de 22 mm.

### 2.3.1 Esfuerzo permisible del vástago ( $\sigma_m$ )

Se comprobará el esfuerzo permisible del vástago con el factor de seguridad de la tabla 10, utilizando la ecuación 6 (Faires V. M., 1998) y (Shigley & Mischke, 2002).

$$\sigma_m = \frac{\sigma}{\eta} \quad [\text{Ec. 6}]$$

$$\sigma_m = \frac{900 \frac{N}{\text{mm}^2}}{2}$$

$$\sigma_m = 450 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Donde:

$\sigma$ : Esfuerzo del material, [Pa]

$\sigma_m$ : Esfuerzo admisible, [Pa]

$\eta$ : Factor de seguridad.

### 2.3.2 Fuerza permisible del vástago ( $F_m$ )

Se comprobará el esfuerzo permisible para el vástago con la ecuación 7 (Shigley & Mischke, 2002)

$$\sigma_m = \frac{Fm}{A} \quad [\text{Ec. 7}]$$

$$Fm = A \cdot \sigma_m$$

$$A' = \frac{(0,022 \text{ m})^2 \cdot \pi}{4}$$

$$A' = 0,0003801 \text{ m}^2$$

$$Fm = 0,0003801 \text{ m}^2 \cdot 450000000,00 \frac{N}{\text{m}^2}$$

$$Fm = 171095,72 \text{ N}$$

Donde:

$\sigma_m$  : Esfuerzo del material del vástago, [Pa]

$Fm$ : Fuerza recalculada del émbolo con mayor carga, [N]

$A$ : Área del vástago, [m<sup>2</sup>]

Se obtiene que la fuerza permisible para el vástago es 171059,72 N y superior a la fuerza ( $F'$ ) 33915,84 N con lo cual el diámetro seleccionado se garantiza que no fallará por esfuerzos.

### 2.3.3 Longitud máxima del vástago ( $Lm$ )

Longitud máxima del vástago para evitar su pandeamiento por esbeltez se aplicará la ecuación 8 (Serra, 2011).

$$Lm = \sqrt{\pi^2 \cdot E \cdot \frac{I}{Fm}} \quad [\text{Ec. 8}]$$

Donde:

$Lm$ : Longitud máxima del vástago, [m]

$E$ : Módulo de elasticidad del material, [GPa]

$I$ : Momento de inercia de una barra circular, [ $m^4$ ]

Se calcula el momento de inercia con la ecuación 9 (Ingemeccanica, 2016).

$$I = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot r^4 \quad [\text{Ec. 9}]$$

$$I = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \left(\frac{0.022 \text{ m}}{2}\right)^4$$

$$I = 1,14990 E^{-8} m^4$$

Se obtiene por medio de Anexo 4: Propiedades mecánicas del **material AISI 4340.**, el módulo de elasticidad de 190 GPa.

Se sustituye

$$Lm = \sqrt{\pi^2 \cdot 190 E^9 \frac{N}{mm^2} \cdot \frac{1,14990 E^{-8} m^4}{171059,72 N}}$$

$$Lm = 355.04 \text{ mm}$$

$$Lm = 0,35 m$$

Con la fuerza ( $Fm$ ) se obtiene que la longitud del vástago debe ser menor o igual ( $Lm$ ) obtenida para el vástago.

#### 2.3.4 Falla por esbeltez (K)

Elementos sometidos a esfuerzos de compresión para evitar la deformación por esbeltez viene dada por la ecuación 10, para fines de diseño la longitud del vástago debe ser menor o iguala ( $Lm$ ), se selecciona una longitud del vástago de 100 mm para su construcción.

$$K = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} \quad [\text{Ec. 10}]$$

$$I = 1,14990 E^{-8} m^4$$

$$K = \frac{\pi^2 \cdot 190 E^9 \frac{N}{m^2} \cdot 1,14990 E^{-8} m^4}{(0.1 m)^2}$$

$$K = 2156323,76 N$$

$$K = 2,15 MN$$

Donde:

K: Fuerza máxima de pandeamiento por esbeltez, [N]

E: Modulo de elasticidad, [GPa]

L: Longitud del vástago, [m]

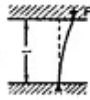

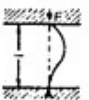
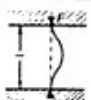



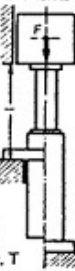
La fuerza ( $K$ ) es muy superior al esfuerzo obtenido por ( $F'$ ), lo que garantiza, que no sufrirá ningún tipo de deformación con la longitud seleccionada.



### 2.3.5 Longitud libre del vástago ( $S_K$ )

Se obtiene la longitud libre del recorrido del pistón según su tipo de montaje de la tabla 11, se especificará el tipo de montaje del cilindro hidráulico, y la longitud de recorrido para su construcción con la ecuación 11. (Ingemecanica, 2016).

**Tabla 11:** Longitud del recorrido libre de pandeamiento según su empotramiento.

Solicitaciones según Euler				
Solicitaciones según Euler	Caso 1 Un extremo libre, un extremo fijo	Caso 2 (básico) Dos extremos articulados	Caso 3 Un extremo articulado, un extremo fijo	Caso 4 Dos extremos fijos
Gráfico				
Longitud libre de pandeo	$s_K = 2l$	$s_K = l$	$s_K = l \cdot \sqrt{\frac{1}{2}}$	$s_K = \frac{l}{2}$
Situación de montaje del cilindro	 Forma de sujeción C, D, F, H, K L, M, N, P, Q, T	 Forma de sujeción B, E, G, R, S	Indicación: Guiado cuidadoso de la carga, posible bloqueo  Forma de sujeción C, D, F, H, K L, M, N, P, Q, T	Indicación: Desfavorable; gran posibilidad de bloqueo  Forma de sujeción C, D, F, H, K L, M, N, P, Q, T

Fuente (Ingemecanica, 2016)

$$S_K = \frac{L}{2} \quad [\text{Ec. 11}]$$

$$S_K = \frac{0.1 m}{2}$$

$$S_K = 0.05 m$$

Donde:

$S_K$ : Carrera total del vástago según empotramiento, [m]

L: longitud total del vástago, [m]

El desplazamiento máximo del vástago ( $S_K$ ) con el tipo de empotramiento fijo es de 0.05 m o 50 mm, el diseño de la máquina muescadora requiere un avance máximo de

20 mm de salida del vástago para el muescado en la lámina galvanizada, dado que el espesor de la lámina varía desde 0.45 a 0.9 mm no superan el avance antes seleccionado.

## 2.4 Espesor del embolo

Para el cálculo del espesor del embolo se utiliza la ecuación 12 (Timoshenko, 1957).

$$\sigma_{max} = K \frac{qa^2}{h^2} \quad [\text{Ec. 12}]$$

Donde:

$\sigma_{max}$ : Esfuerzo máximo de flexión, [N/mm<sup>2</sup>]

$K$ : Coeficiente de placas circulares

$h^2$ : Espesor del embolo, [mm]

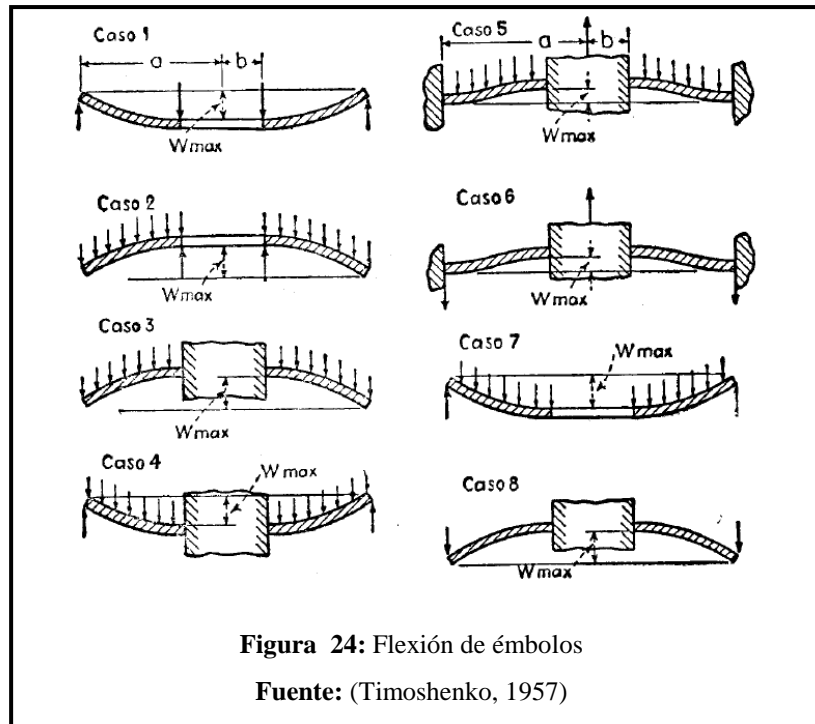
$a^2$ : Radio externo del pistón, [mm<sup>2</sup>]

$q$ : Carga distribuida, [N/mm<sup>2</sup>]

Para el cálculo se despeja  $h$  de la ecuación 12.

$$h = \sqrt{K \frac{qa^2}{\sigma_{max}}} \quad [\text{Ec. 12}]$$

Se toma el caso 2, flexión para émbolos de la figura 24 (Timoshenko, 1957).



Para el coeficiente  $K$  de placas circulares se relaciona sus radios donde se toma de la tabla 12 (Timoshenko, 1957).

$$\frac{a}{b} = \frac{25}{11} = 2.27$$

**Tabla 12:** Coeficiente  $k$  y  $k_1$

$\frac{a}{b}$	1,25		1,5		2		3		4		5	
	$k$	$k_1$	$k$	$k_1$	$k$	$k_1$	$k$	$k_1$	$k$	$k_1$	$k$	$k_1$
1	1,10	0,341	1,26	0,519	1,48	0,672	1,88	0,734	2,17	0,724	2,34	0,704
2	0,66	0,202	1,19	0,491	2,04	0,902	3,34	1,220	4,30	1,300	5,10	1,310
3	0,135	0,00231	0,410	0,0183	1,04	0,0938	2,15	0,293	2,99	0,448	3,69	0,564
4	0,122	0,00343	0,336	0,0313	0,74	0,1250	1,21	0,291	1,45	0,417	1,59	0,492
5	0,090	0,00077	0,273	0,0062	0,71	0,0329	1,54	0,110	2,23	0,179	2,80	0,234
6	0,115	0,00129	0,220	0,0064	0,405	0,0237	0,703	0,062	0,938	0,092	1,13	0,114
7	0,592	0,184	0,976	0,414	1,440	0,664	1,880	0,824	2,08	0,830	2,19	0,813
8	0,227	0,00510	0,428	0,0249	0,753	0,0877	1,205	0,209	1,514	0,293	1,745	0,350

Fuente: (Timoshenko, 1957) pág. 159

Se toma el esfuerzo permisible del material de vástago obtenido de la ecuación 6 y la presión de la unidad hidráulica de la tabla 9.

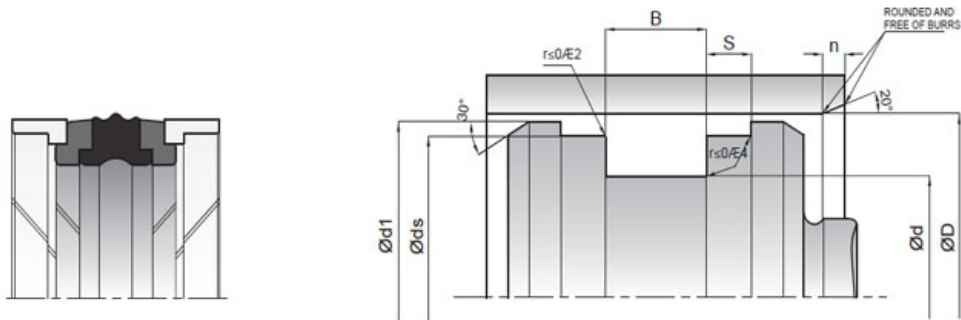
$$h = \sqrt{3.34 \frac{8.00481321738 \frac{N}{mm^2} 25mm^2}{450 \frac{N}{mm^2}}}$$

$$h = 6.09 \text{ mm}$$

El valor obtenido es el espesor mínimo del émbolo, sin embargo, su dimensión real será establecida por los sellos hidráulicos a utilizarse, visualizar la figura 25.

Modelo k18050-034/1 o DAS050034, como se aprecia en la tabla 13.

**Tabla 13:** Hydraulic Piston Sealing Elements.



KASTAŞ NO	D(H8)	d(h9)	B(-0/+0,2)	ds(h8)	d1(±0,1)	s(-0/+0,2)	n
U34,92							
K18 050,8-041,27	50,8	41,27	11,1	46,27	49,19	3,81	4
K18 050-034	50	34	20,5	46	49	3,1	5
K18 050-034/1	50	34	18,4	45,41	48,66	6,35	5
K18 050-035	50	35	20	46	48,5	5	5
K18 050-038	50	38	20,5	46	49,4	4,2	4
K18 050-040	50	40	12,5	47	49	4	4
K18 055-039	55	39	20,5	51	54	3,1	5
K18 055-039/1	55	39	18,4	50,37	53,65	6,35	5
K18 055-045	55	45	12,5	52	54	4	4
K18 056-040	56	40	20,5	52	55	3,1	5
K18 057,15-041,27	57,15	41,27	19,45	52,55	55,8	6,35	5
.....							

Fuente: (Timoshenko, 1957)



## 2.5 Soporte cilindro y matriz

Este elemento contiene tanto el cilindro hidráulico como la matriz macho y hembra ya que son los dos elementos que actúan en conjunto para producir el muescado del material en láminas galvanizadas.

### 2.5.1 Diagrama de cuerpo libre soporte cilindro y matriz

Se despeja la fuerza distribuida de la ecuación 13.

$$Fd = \frac{F'}{x} \quad [\text{Ec. 13}]$$

$$Fd = \frac{15717.41 \text{ N}}{28 \text{ mm}}$$

$$Fd = 561330 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

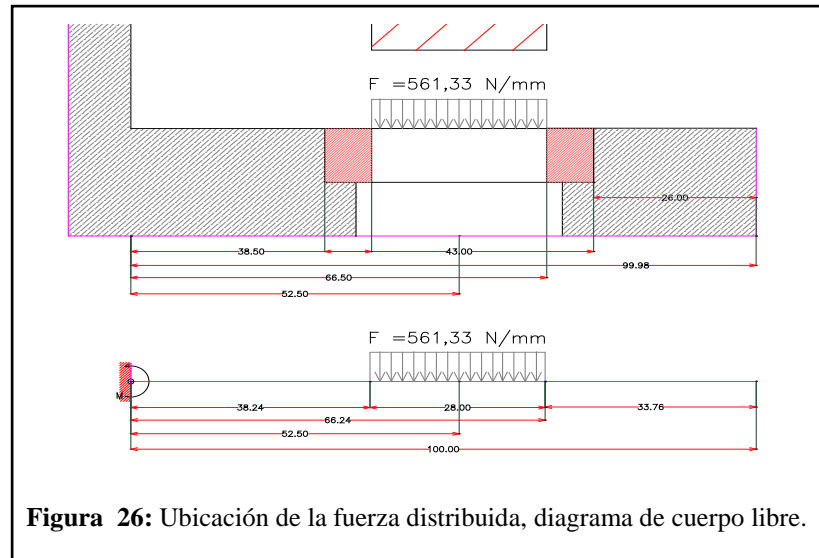
Donde:

$F'$ : Fuerza de mayor carga corregida, [N]

$Fd$ : Fuerza distribuida, [N/mm<sup>2</sup>]

$x$ : Distancia, [mm]

Diagrama de cuerpo libre del soporte cilindro y matriz, de la fuerza distribuida véase figura 26.



### 2.5.2 Momento máximo flector soporte cilindro y matriz ( $M$ )

El momento flector máximo viene dado por la ecuación 14. Para vigas en voladizo con fuerza distribuida, tomado del Anexo 9: **Vigas en voladizo**. (web formulario vigas pdf).

$$M = 2 \cdot q \cdot c \cdot a \quad [\text{Ec. 14}]$$

$$M = (2 \cdot 561,33 \frac{N}{mm} \cdot 14 \text{ mm} \cdot 53,00 \text{ mm})$$

$$M = 833,01 \text{ N m}$$

Donde:

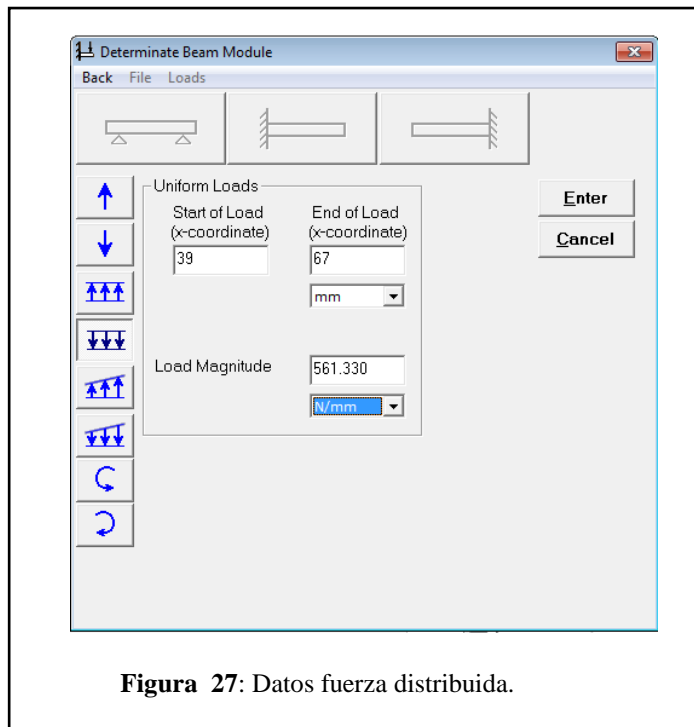
M: Momento máximo flector, [N mm]

Q: Fuerza distribuida, [N/mm]

A: Distancia al centro de la fuerza distribuida, [mm]

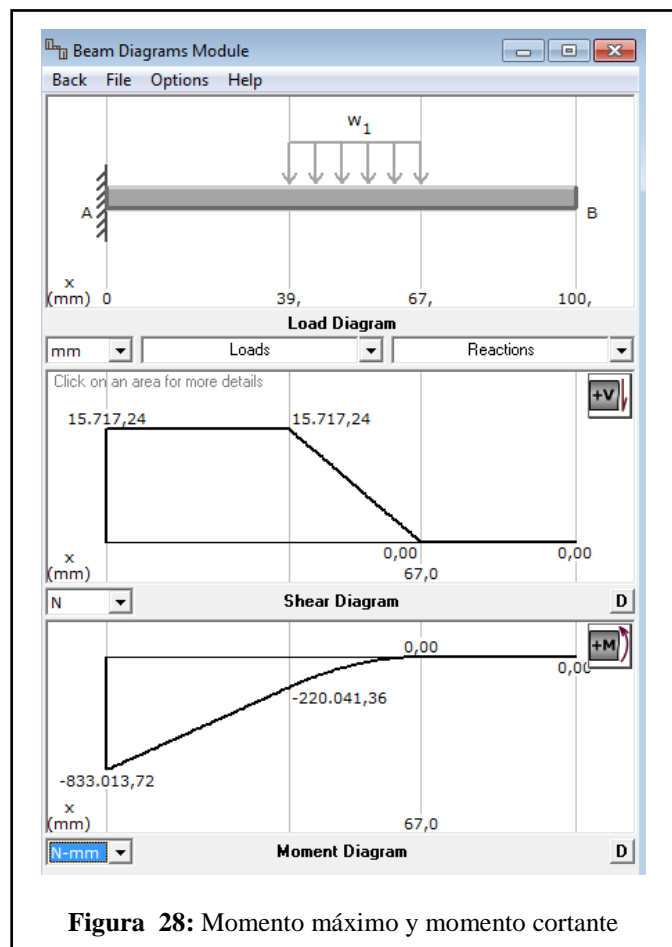
c: Punto medio de la distancia a la fuerza distribuida, [mm]

Para el análisis estático del soporte cilindro y matriz se considera como una viga en voladizo con una fuerza distribuida central para determinar el momento máximo se comprueban los cálculos mediante el programa MDsolid 3.5, como se aprecia en la figura 27.



**Figura 27:** Datos fuerza distribuida.

Una vez ingresado los datos correspondientes se procede a realizar el cálculo en el programa antes mencionado, se obtiene los siguientes resultados mostrados en la figura 28.



**Figura 28:** Momento máximo y momento cortante

### 2.5.3 Espesor mínimo del soporte cilindro y matriz ( $e$ )

Para determinar el espesor mínimo del soporte cilindro y matriz se obtendrá mediante la ecuación 15. (Montt, 2009).

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{I} \quad [\text{Ec. 15}]$$

Donde:

$\sigma_{max}$ : Esfuerzo máximo, [N/mm<sup>2</sup>]

$M$ : Momento flexionante en la sección de interés, [N .mm]

$c$ : Distancia del eje centroidal de la viga a las fibras más externas, [mm]

$I$ : Momento de inercia de la sección transversal, [mm<sup>4</sup>]

Se utiliza un material con esfuerzo a la fluencia máxima de 250 MPa tomado del Anexo 6: Especificaciones técnicas del acero **ASTM A36**. Para el diseño se toma el valor del esfuerzo permisible  $\sigma_m$  y un factor de seguridad de  $\eta = 2$  tomado de la tabla 10 y la ecuación 6.

$$\sigma_m = \frac{\sigma}{\eta}$$
$$\sigma_m = 125 \frac{N}{mm^2}$$

Mediante el momento de inercia para una sección rectangular está dada por la ecuación 16, Anexo 10 (Shigley & Mischke, 2002).

$$I = \frac{be^3}{12} \quad [\text{Ec. 16}]$$

Donde:

$I$ : Momento de inercia, [m<sup>4</sup>]

$b$ : Base, [m]

$e^3$ : Espesor, [m<sup>3</sup>]

Se reemplaza  $I$  en la ecuación 15 y se despeja  $e$ .



$$e = \sqrt{\frac{6 \cdot M}{b \cdot \sigma}} \quad [\text{Ec. 17}]$$

$$e = \sqrt{\frac{6 \cdot 833.01 \text{ N m}}{0.1 \text{ m} \cdot 125 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}}$$

$$e = 0,019996 \text{ m}$$

$$\mathbf{e = 20.00 \text{ mm}}$$

El espesor calculado es de 20 mm, en la parte inferior donde se acoplará a la matriz hembra, se aumentará 10 mm al espesor, para un mejor alojamiento.

#### 2.5.4 Esfuerzo del soporte cilindro y matriz con el nuevo espesor ( $\sigma_m$ )

Para fines de diseño y productos en el mercado, obtener el nuevo esfuerzo del émbolo con la ecuación 6 y su factor de seguridad.

$$\sigma_m = \frac{6 \cdot M}{b \cdot e^2}$$

$$\sigma_m = \frac{6 \cdot 833013.73 \text{ N mm}}{100 \text{ mm} \cdot (30 \text{ mm})^2}$$

$$\sigma_m = 55.53 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

#### 2.5.5 Factor de seguridad del soporte cilindro y matriz con el nuevo espesor ( $\eta$ )

Para evitar fallas por el material se determina el factor de seguridad, con las cargas de diseño y los esfuerzos del material con la ecuación 6 donde se despeja ( $\eta$ ).

$$\sigma_m = \frac{\sigma}{\eta}$$

$$\eta = \frac{250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{55,53 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

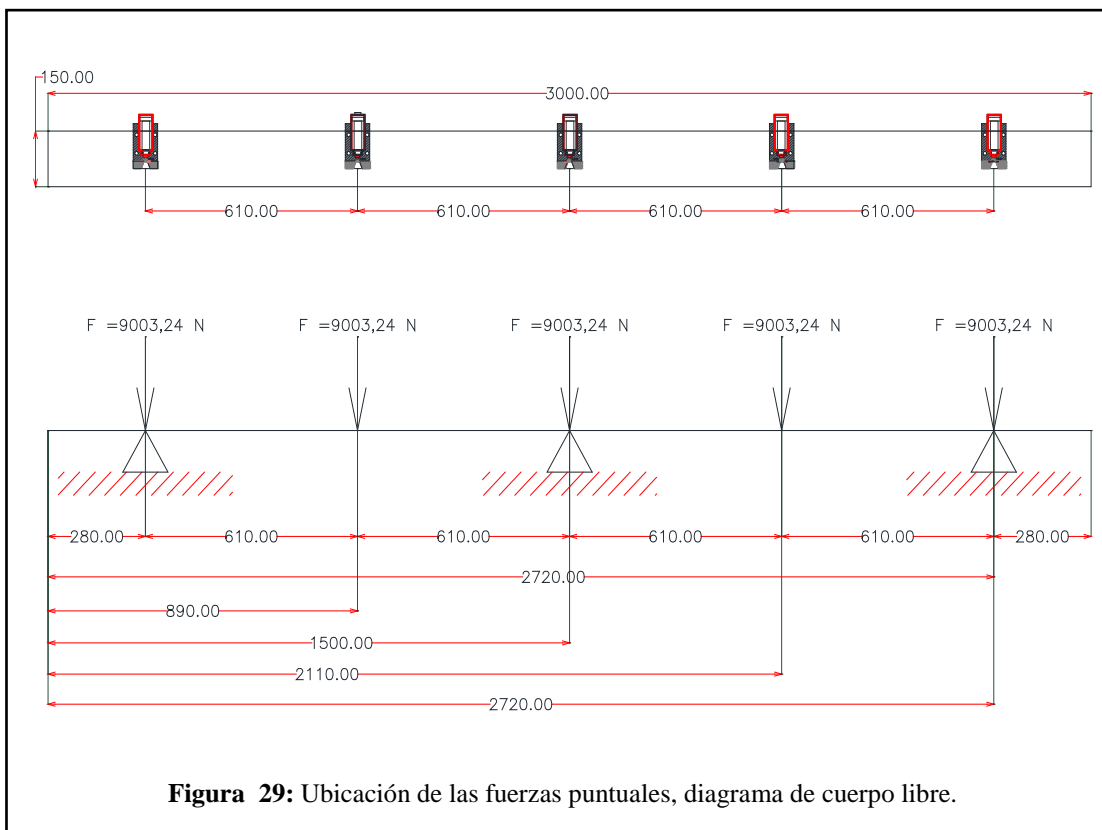
$$\mathbf{\eta = 4.50}$$

## 2.6 Riel principal (*Rpr*)

Este elemento sirve como soporte y deslizamiento de los cilindros hidráulicos, su función es calibrar las distancias requeridas para efectuar el muescado en la lámina galvanizada.

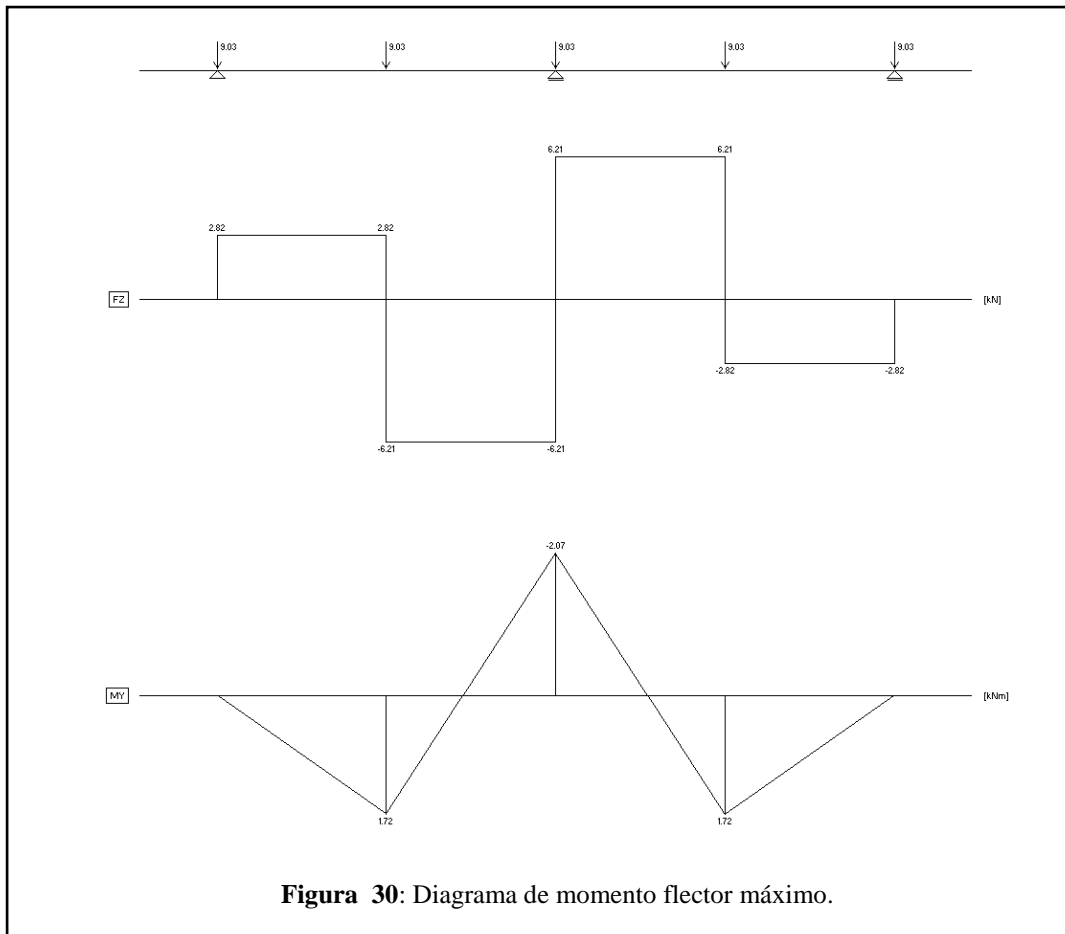
### 2.6.1 Diagrama de cuerpo libre riel principal (*Rpr*)

Diagrama de cuerpo libre del riel principal con su respectiva fuerza, como se muestra en la figura 29.



### 2.6.2 Momento máximo flector (*M*)

Mediante el programa Beamax se determina el momento flector máximo para una viga continua con tres apoyos, visible en la figura 30.



Mediante el programa Beamax se determina:

Reacciones:  $R1 = 2.82 \text{ KN}$        $R2 = 6.21 \text{ KN}$        $R3 = 2.82 \text{ KN}$

Momento máximo:  $M = 2.07 \text{ KN} - m$  en punto central del riel.

$$M = 2070,00 \text{ N} - m$$

### 2.6.3 Espesor mínimo del riel principal ( $e$ )

Para determinar el espesor mínimo del riel principal se utiliza la ecuación 17. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

$$e = \sqrt{\frac{6M}{b\sigma}}$$

$$e = 5,75 \text{ mm}$$

Por facilidad de material en el mercado se procede a seleccionar el riel principal con un espesor de 10 mm.

#### 2.6.4 Esfuerzo del riel principal con el nuevo espesor ( $\sigma_{Prn}$ )

$$\sigma_{Prn} = \frac{6 \cdot M}{b \cdot e^2}$$
$$\sigma_{Prn} = \frac{2070000 \text{ N} \cdot \text{mm} \cdot 6}{3000 \text{ mm} \cdot (10 \text{ mm})^2}$$
$$\sigma_{Prn} = 41.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Se determina que el esfuerzo del riel principal ( $\sigma_{Prn}$ ) es menor al esfuerzo del material ASTM A36.

#### 2.6.5 Factor de seguridad del riel principal con el nuevo espesor ( $\eta$ ).

$$\sigma_m = \frac{\sigma}{\eta}$$
$$\eta = \frac{250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{41,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$
$$\eta = 6$$

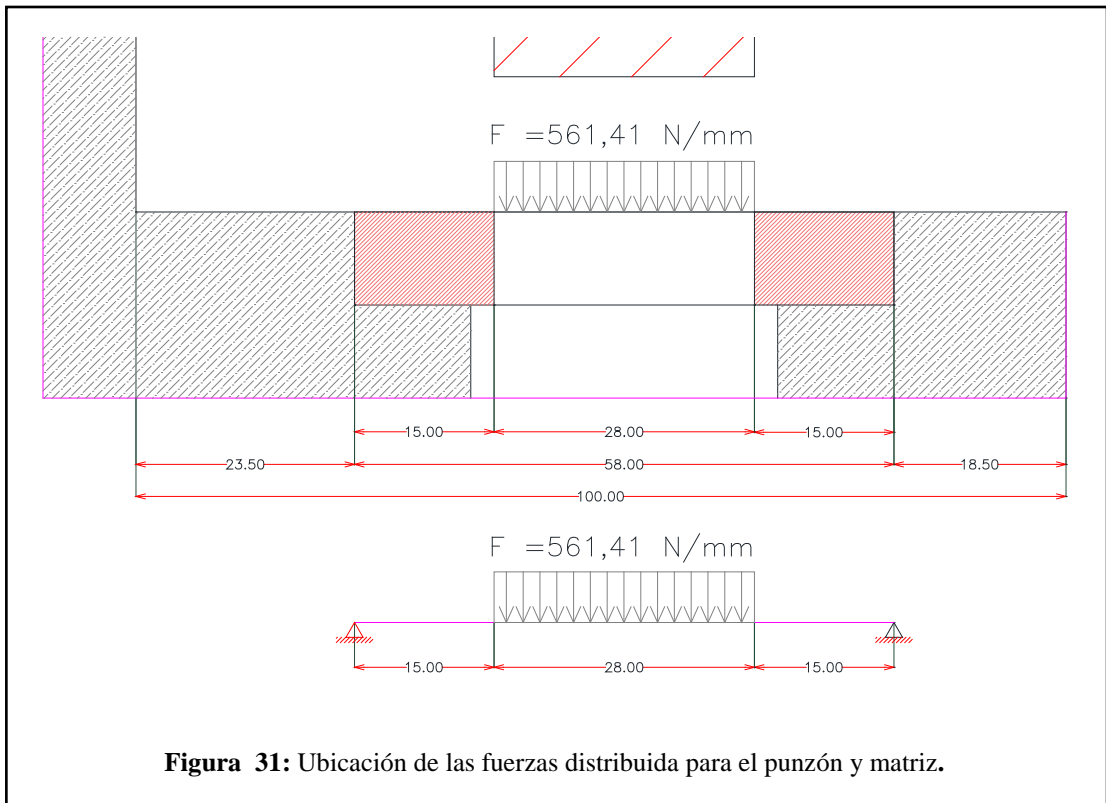
### 2.7 Cálculo del punzón y matriz ( $Pm$ )

Estos elementos ejecutan el trabajo de muescado en la lámina galvanizada. Estos elementos tienen áreas determinadas con anterioridad, en la tabla 5.

#### 2.7.1 Diagrama de cuerpo libre para punzón y matriz ( $Pm$ )

Diagrama de cuerpo libre para el punzón y matriz dado por una carga distribuida en toda su superficie, se toma la ecuación 13 y se despeja ( $Fd$ ) . (Robert L. Mott).

$$Fd = \frac{F'}{x}$$
$$Fd = \frac{15717,41 \text{ N}}{28 \text{ mm}}$$
$$Fd = 561,26 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$



### 2.7.2 Momento máximo flector ( $M$ ) punzón y matriz

El momento flector máximo viene dado por la ecuación 18 para vigas apoyadas con fuerza distribuida según el anexo 11 (en la web formulario vigas pdf).

$$M = \frac{p \cdot c(l-c)}{2} \quad [\text{Ec. 18}]$$

$$M = \frac{(561,26 \text{ N} \cdot 14\text{mm}(58 - 14)\text{mm})}{2}$$

$$M = 172868,08 \text{ N mm}$$

Donde:

M: Momento máximo flector, [N mm]

p: Fuerza distribuida, [N/mm]

a: Distancia al centro de la fuerza distribuida, [mm]

c: Punto medio de la distancia a la fuerza distribuida, [mm]

Mediante el programa MDSolid 3.5 se comprueba el momento máximo flector para esta viga con una carga distribuida desplazada del centro con empotramiento en sus extremos como se muestra en la figura 32.

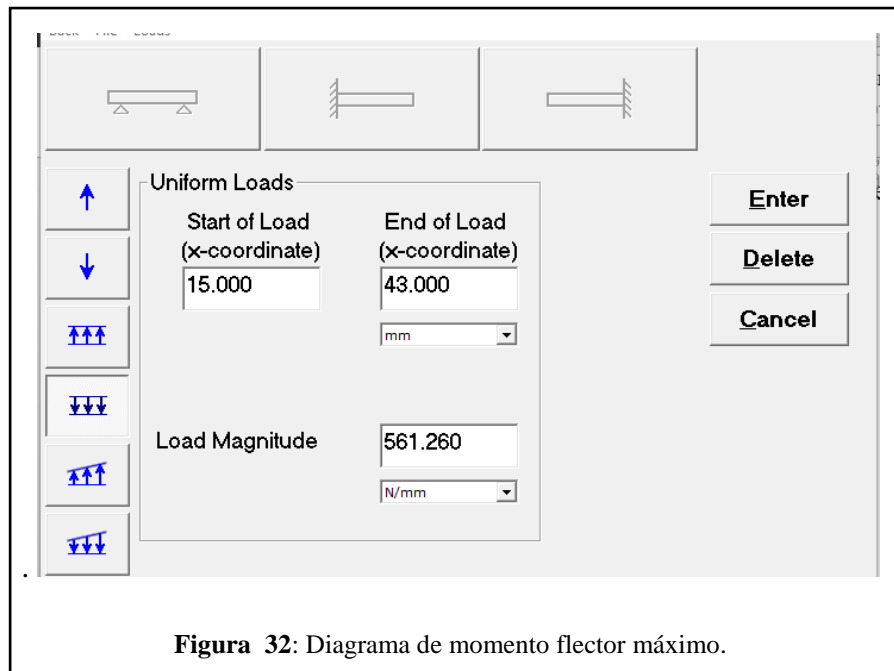


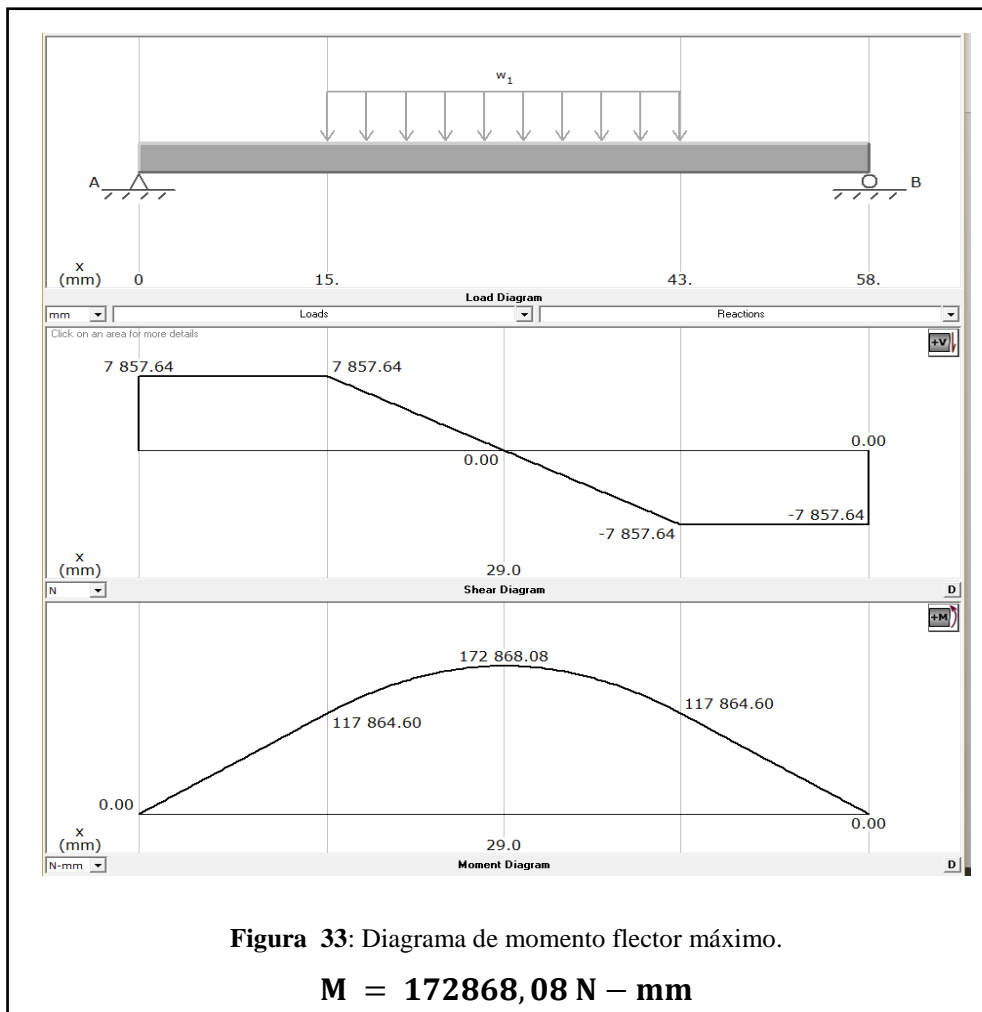
Figura 32: Diagrama de momento flector máximo.

### 2.7.3 Espesor mínimo del punzón y matriz ( $e$ ).

Para determinar el espesor mínimo se obtendrá de la ecuación 17.

$$e = \sqrt{\frac{6M}{b\sigma}}$$

El material a ser usado es acero k100 como se muestra en el Anexo 7 con una dureza de 57 a 62 RHC tiene una equivalencia de 195,10 kg/mm<sup>2</sup> como se muestra en el anexo 8, que da una resistencia a la fluencia de 1913,28 N/mm<sup>2</sup>. Para diseño se tomará el valor del esfuerzo permisible  $\sigma_m$  y un factor de seguridad de  $\eta = 2$  tomado de la tabla 10 y ecuación 6.



$$\sigma_m = \frac{\sigma}{\eta}$$

$$\sigma_m = \frac{1913,28 \frac{N}{mm^2}}{2}$$

$$\sigma_m = 956,64 \frac{N}{mm^2}$$

Se reemplaza los valores en la ecuación 17 y se obtiene el espesor mínimo

$$e = \sqrt{\frac{6 \cdot 172868,08 \text{ N} - \text{mm}}{58 \text{ mm} \cdot 956.64 \frac{N}{mm^2}}}$$

$$e = 4,32 \text{ mm}$$

El espesor mínimo del punzón matriz es 4.32 mm se tomará un espesor de 15 mm. Por motivos de construcción y vida útil.

#### 2.7.4 Esfuerzo del punzón y matriz con el nuevo espesor ( $\sigma_m$ )

Para fines de diseño se obtendrá el nuevo esfuerzo del punzón y matriz se despejará el  $\sigma_m$  de la ecuación 17 con el nuevo espesor y se obtiene la ecuación 18.

$$\sigma_m = \frac{6 \cdot M}{b \cdot e^2} \quad [\text{Ec. 18}]$$

$$\sigma_m = \frac{6 \cdot 172868,08 \text{ N} \cdot \text{mm}}{58 \text{ mm} \cdot (15 \text{ mm})^2}$$

$$\sigma_m = 79,45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Se determina el esfuerzo que tolera el punzón y matriz principal ( $\sigma_m$ ) es menor al esfuerzo del material acero K100.

#### 2.7.5 Factor de seguridad del punzón y matriz con el nuevo espesor ( $\eta$ )

$$\sigma_m = \frac{\sigma}{\eta}$$

$$\eta = \frac{1913,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{78,45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$\eta = 24$$

### 2.8 Diseño de la estructura de la máquina

Para este tipo de diseño se tiene restricciones de espacio para colocar soportes y que no interfieran con el funcionamiento de la máquina para que permitan el acceso para el ensamblaje o mantenimiento de la misma. (MOTT, 2006).

Debe cumplir los siguientes parámetros:



- Resistencia
- Rigidez
- Costo de fabricación
- Tamaño
- Peso

Factores que se debe considerar:

- Fuerzas ejercidas por los componentes de la máquina.
- Forma de soportar la estructura
- Ambiente donde trabajara la unidad.

Los parámetros que se debe tener más control son: la selección del material, geometría de las partes de carga de la estructura.

### **2.8.1 Materiales**

Los materiales utilizados para el diseño de la muescadora, deben ser seleccionados bajo ciertas consideraciones, entre ellas está la rigidez, el módulo de Young y el coeficiente de Poisson.

### **2.8.2 Diseño para resistir la flexión**

La resistencia a la flexión por rigidez de una estructura es el factor determinante, más que la resistencia. En esos casos la resistencia del material, representada por su módulo de elasticidad que es el factor más importante (MOTT, 2006), en la figura 34 se aprecia las cargas que va a soportar la estructura.

Peso total de la máquina

$P = \text{Peso total de los elementos} + \text{fuerza de corte}$

$P = 354.637\text{N} + 9003.24\text{N}$

$P = 9357.877\text{N}$

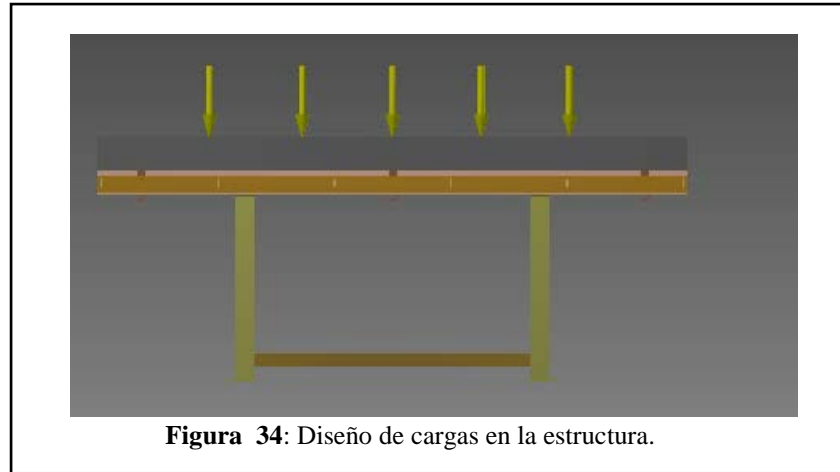


Figura 34: Diseño de cargas en la estructura.

Tabla 1: Material de la estructura.

Material(es)

Nombre	Acero	
General	Densidad de masa	7,85 g/cm <sup>3</sup>
	Límite de elasticidad	207 MPa
	Resistencia máxima a tracción	345 MPa
Tensión	Módulo de Young	210 GPa
	Coefficiente de Poisson	0,3 su
	Módulo cortante	0 GPa
Tensión térmica	Coefficiente de expansión	0,000012 su/c
	Conductividad térmica	56 W/( m K )
	Calor específico	460 J/( kg c )

Fuente: (Timoshenko, 1957)

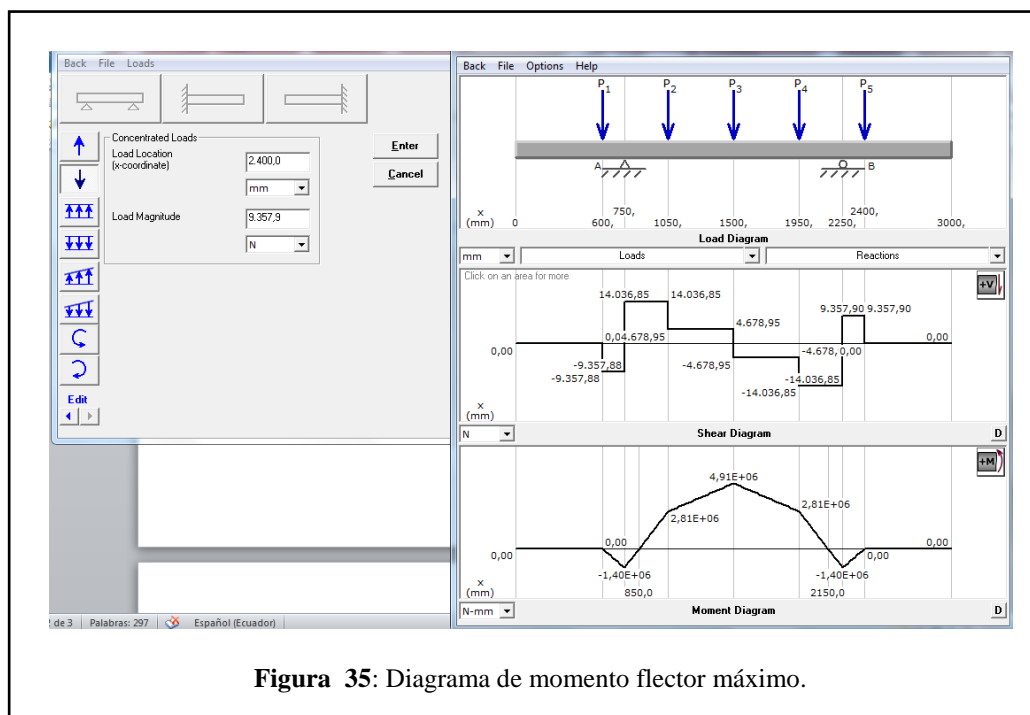
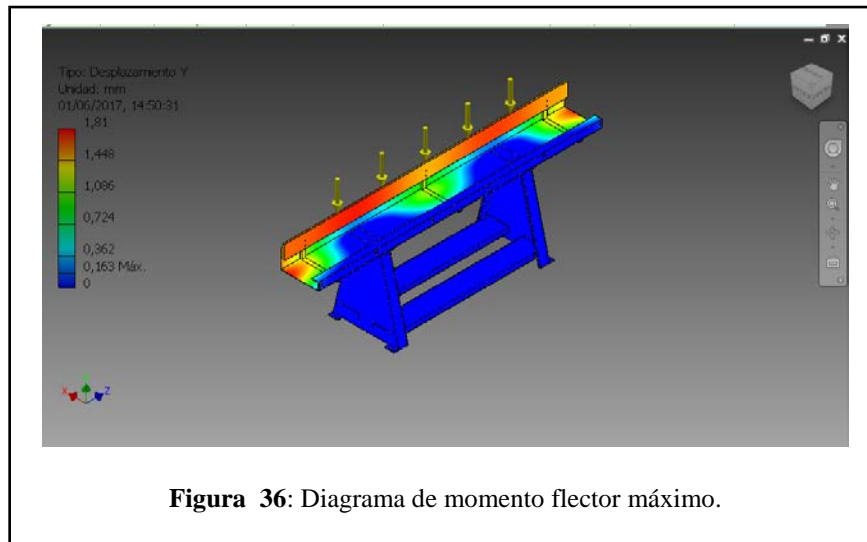


Figura 35: Diagrama de momento flector máximo.



**Figura 36:** Diagrama de momento flector máximo.

En las figuras 35 y 1 se pueden observar que, si se aplican diversas cargas, la estructura tomará diferentes colores dados y este se comparará con la barra que se encuentra en la parte izquierda, donde el color azul es el valor mínimo y la estructura no falla, mientras el color rojo es donde puede fallar ante la carga aplicada.

Se observa que el desplazamiento vertical es de 0.3449 mm, lo cual indica que no fallara por flexión, el factor de seguridad es alto por lo tanto el diseño es adecuado.

**Tabla 2:** Datos de simulación con cargas aplicadas.

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	23922700 mm <sup>3</sup>	
Masa	187,793 kg	
Tensión de Von Mises	0,000259642 MPa	638,406 MPa
Primera tensión principal	-163,805 MPa	350,626 MPa
Tercera tensión principal	-823,889 MPa	61,1563 MPa
Desplazamiento	0 mm	3,09322 mm
Coefficiente de seguridad	0,324245 su	15 su
Tensión XX	-404,929 MPa	274,232 MPa
Tensión XY	-134,562 MPa	214,813 MPa
Tensión XZ	-166,737 MPa	146,137 MPa
Tensión YY	-718,006 MPa	263,324 MPa
Tensión YZ	-127,032 MPa	92,8579 MPa
Tensión ZZ	-253,823 MPa	207,538 MPa
Desplazamiento X	-2,67339 mm	1,83149 mm
Desplazamiento Y	-1,8103 mm	0,1627 mm
Desplazamiento Z	-0,271086 mm	0,242845 mm
Deformación equivalente	0,0000000122752 su	0,00282089 su
Primera deformación principal	-0,0000378441 su	0,00178199 su
Tercera deformación principal	-0,00336283 su	0,0000140201 su
Deformación XX	-0,00181157 su	0,00131443 su
Deformación XY	-0,000833006 su	0,00132979 su
Deformación XZ	-0,00103218 su	0,000904657 su
Deformación YY	-0,00300102 su	0,0011251 su
Deformación YZ	-0,000786387 su	0,000574835 su
Deformación ZZ	-0,000912269 su	0,000794882 su
Presión de contacto	0 MPa	860,399 MPa
Presión de contacto X	-527,032 MPa	858,91 MPa
Presión de contacto Y	-456,985 MPa	283,584 MPa
Presión de contacto Z	-409,986 MPa	351,988 MPa

**Fuente:** (Timoshenko, 1957)

En la tabla 3 se pueden observar que si se aplican estas cargas la estructura tomará diferentes colores dados y este se comparará con la barra que se encuentra en la parte izquierda, donde el color azul es el valor mínimo donde la estructura no falla, mientras el color rojo es donde puede fallar ante la carga aplicada.

Se observa que el desplazamiento vertical es de 0.1627 mm, lo cual indica que no fallará por flexión.

## 2.9 Diseño de tornillos

Carga de corte

$$P=28073.631N \quad - \quad 6311 \text{ lbf}$$

### 2.9.1 Momento

$$M = P * a$$

$$M = 6311 \text{ lbf} * 35.43 \text{ plg}$$

$$M = 223598.73 \text{ lbf-plg}$$

$$r = \sqrt{25.9^2 + 0.855^2}$$

$$r = 25.21 \text{ plg}$$

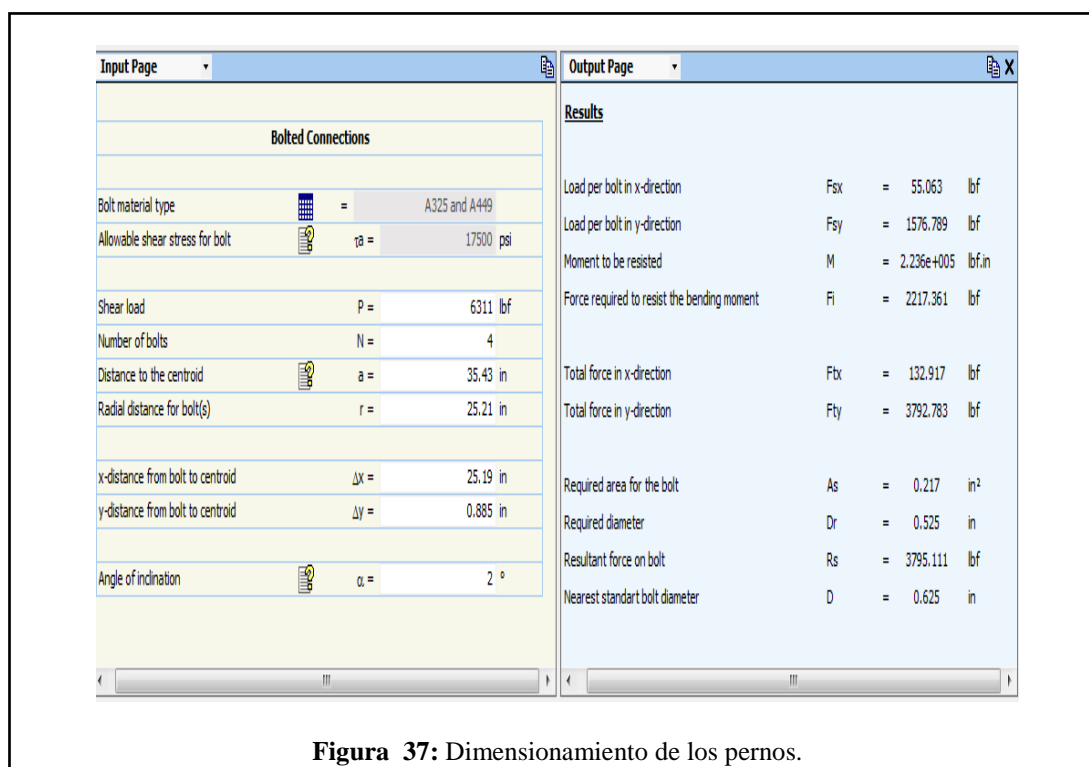


Figura 37: Dimensionamiento de los pernos.

El material para los pernos es A325, para requerimientos de alta resistencia a la tracción y otros, especialmente para juntas estructurales exigidas mecánicamente. Con un esfuerzo cortante admisible de 17500 psi.

$$D = \sqrt{4 \cdot As / \pi}$$

$$D = 0.525 \text{ plg}$$

Entonces se selecciona un perno de 5/8

## 2.10 Cálculo de volúmenes caudales y velocidades, cilindros hidráulicos

Se procederá a calcular todos los factores que intervienen en la selección de todos los elementos para el sistema hidráulico, que componen la máquina muescadora.

### 2.10.1 Volumen de la cámara o cilindrada por su recorrido ( $V_c$ )

Se calcula el volumen del cilindro por su recorrido para obtener el total requerido para la unidad hidráulica con el desplazamiento del émbolo de 20 mm con la ecuación 20, (Ingemecanica, 2016).

$$V_c = \left( \frac{\pi D^2}{4} L_p \right) \cdot P_s \quad [\text{Ec. 20}]$$

$$V_c = \left( \frac{\pi (0.050 \text{ m})^2}{4} 0.020 \text{ m} \right) \cdot 5$$

$$V_c = 0.00003926991 \text{ m}^3 \quad \text{Volumen por un cilindro}$$

$$V_c = 0,00019634955 \text{ m}^3 \quad \text{Volumen para cinco cilindros}$$

$$V_c = 196349,55 \text{ mm}^3 \quad \text{Volumen para los cinco cilindros}$$

Donde:

$V_c$ : Volumen o cilindrada por desplazamiento del émbolo, [ $\text{m}^3$ ]

$D$ : Diámetro del émbolo, [m]

$L_p$ : Recorrido total del émbolo, [m]

$P_s$ : Número de émbolos

### 2.10.2 Velocidad de salida del vástago ( $v$ )

Para la construcción de la máquina se debe calcular la velocidad del recorrido del vástago de un punto inicial a un punto final, por el desplazamiento total de 20 mm.

Para fines prácticos, se tomará un tiempo ( $t$ ) de 2 segundos, para que se efectuó el recorrido total del vástago. (Galarraga, 2012)

$$v = \frac{L}{t} \quad [\text{Ec. 21}]$$

$$v = \frac{20 \text{ mm}}{3 \text{ s}}$$

$$v = 6.66 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

$v$ : Velocidad de salida del vástago, [m/s]

$L$ : Distancia recorrida del vástago, [m]

$t$ : Tiempo de recorrido del punto inicial al punto final, [s]

### 2.10.3 Caudal requerido para el desplazamiento ( $Q$ )

Con la velocidad de 6.66 mm/s obtenida en cálculos previos, se determinará el caudal requerido para la máquina muescadora con la ecuación 22, (Galarraga, 2012), factor de conversión ( $1 \text{ Gpm} = 63.090,20 \text{ mm}^3/\text{s}$ )

$$Q = v \cdot A' \quad [\text{Ec. 22}]$$

$$Q = \frac{\text{mm}}{\text{s}} \cdot \frac{D^2 \cdot \pi}{4}$$

$$Q = 10 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \cdot \frac{(50\text{mm})^2 \cdot \pi}{4}$$

$$Q = 19.634,95 \frac{\text{mm}^3}{\text{s}} \quad \text{Por cada cilindro}$$

$$Q = 98.174,77 \frac{\text{mm}^3}{\text{s}} \quad \text{Caudal total}$$

$$Q = 1.56 \text{ Gpm}$$

**Galones por minuto en los cinco cilindros**

Donde:

Q: Caudal, [Gpm]

V: Velocidad del cilindro, [m/s]

A': Área del émbolo a construir, [mm<sup>2</sup>]

#### 2.10.4 Potencia del motor de la bomba (Pt)

Con el caudal total se obtiene la potencia del motor en HP tomando en cuenta las pérdidas del sistema como se observa en la figura 38, (Galarraga, 2012), se emplea la ecuación 23.

$$Pt = \frac{Q \cdot Pmax}{1714} \quad [Ec. 23]$$
$$Pt = \frac{1.56 \text{ Gpm} \cdot 1161 \text{ psi}}{1.714}$$
$$Pt = 1,28 \text{ HP}$$

Donde:

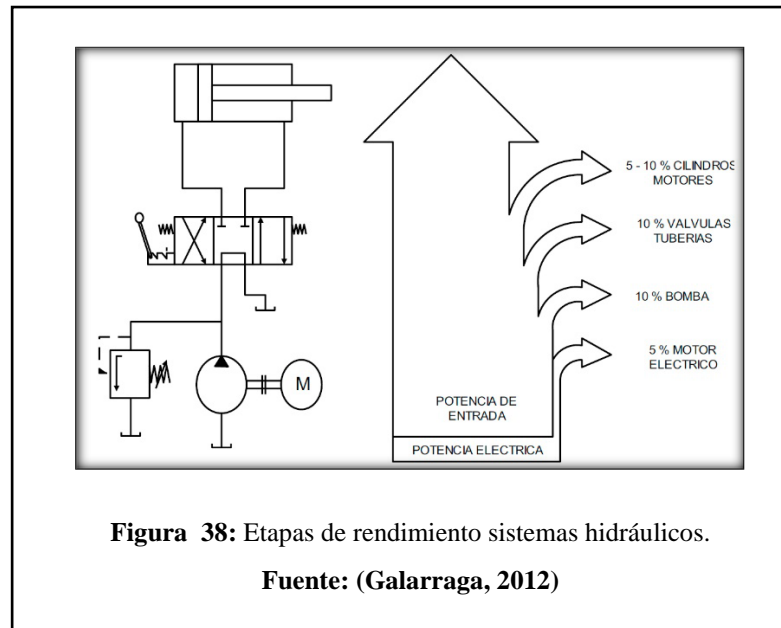
Pt: Potencia del motor de la bomba, [HP]

Pmax: Presión del sistema, [psi]

Q: Caudal requerido, [Gpm]

#### 2.10.5 Potencia del motor de la bomba con factor de eficiencia (Po)

Potencia de la bomba requerida, con factor de corrección de eficiencia, para lo cual se tomará un valor de 85 % con la ecuación 24, (Galarraga, 2012).



$$P_o = \frac{P_t}{\eta} \quad [\text{Ec. 24}]$$

$$P_o = \frac{1.28 \text{ HP}}{0.85}$$

$$P_o = 1.5 \text{ Hp}$$

Donde:

$P_o$ : Potencia del motor de la bomba con factores de rendimiento, [HP]

$P_t$ : Potencia de la bomba, [HP]

$H$ : Rendimiento de los émbolos.

Con la potencia de la bomba obtenida de 1.5 HP, se considera un motor de 2 HP el cual suplirá las necesidades del sistema con la potencia requerida y caudal de suministro de 1.56 Gpm para los cinco cilindros hidráulicos.

### 2.11 Cálculo de las mangueras por sistema

Se determina el diámetro interior de la tubería flexible de acuerdo a cada sistema. Para sistemas hidráulicos, se dividen cuatro partes a diseñar, la línea de succión, línea de retorno, línea de presión y velocidad de los actuadores.

Para la selección de la tubería se toma en cuenta las pérdidas de energía existente debido al rozamiento entre el fluido y la tubería, se recomienda las siguientes velocidades en (m/s) para el cálculo del diámetro mínimo, tabla 14.



**Tabla 14:** Velocidades recomendadas para tuberías de acuerdo a presión de trabajo.

LÍNEAS QUE INTERVIENEN EN UN SISTEMA HIDRÁULICO	VELOCIDADES RECOMENDADAS DEPENDIENDO DE LA LÍNEA.
Línea hidráulica de succión.	0.5 hasta 1.5 (m/s)
Línea de retorno al tanque.	1.0 hasta 2.0 (m/s)
Línea de presión del fluido a los cilindros hidráulicos.	hasta 50 bar 3 a 4,0 (m/s); hasta 100 bar 4,5 (m/s); hasta 150 bar 5,0 (m/s); hasta 200 bar 5,5 (m/s); hasta 300 bar 6,0 (m/s);

### 2.11.1 Cálculo del sistema de succión (As)

Se obtiene el diámetro mínimo de la tubería requerida mediante la ecuación 25 para la línea de succión. (Galarraga, 2012).

$$Q = V_s \cdot A_s \quad [\text{Ec. 25}]$$

$$A_s = Q_r / V_s$$

$$A_s = 98.174,77 \text{ (mm}^3/\text{s)} / 1500 \text{ (mm/s)}$$

$$A_s = 65.45 \text{ (mm}^2/\text{s)}$$

$$D_s = \sqrt{\frac{A_s^2 \cdot \pi}{4}}$$

$$D_s = \sqrt{\frac{65.45^2 \cdot \pi}{4}}$$

$$D_s = 58 \text{ mm}$$

$$D_s = 2\frac{1}{2} \text{ pulgada}$$

Donde:

Qr: Caudal del sistema, [mm<sup>3</sup>/s]

Vs: Velocidad del fluido dentro de la tubería, [mm/s]

As: Área trasversal de la tubería de succión, [mm<sup>2</sup>]

Ap: Área trasversal de la tubería de presión, [mm<sup>2</sup>]

Ds: Diámetro mínimo de la tubería de succión, [mm]

Dp: Diámetro mínimo de la tubería de presión, [mm]

Para la línea de succión, se tomará el diámetro mínimo de 2.5 pulgadas, en tubería rígida el cual satisface el caudal requerido.

### 2.11.2 Cálculo del sistema de presión (Ap)

Diámetro mínimo de la tubería de presión requerida mediante la ecuación 25, (Galarraga, 2012)

$$Ap = Q / Vp$$

$$Ap = 19.634,95 \text{ (mm}^3/\text{s)} / 5500 \text{ (mm/s)}$$

$$Ap = 3.56 \text{ (mm)}$$

$$Dp = \sqrt{\frac{Ap^2 \cdot \pi}{4}}$$

$$Dp = \sqrt{\frac{3.56^2 \cdot \pi}{4}}$$

$$Dp = 3.16 \text{ mm}$$

$$\mathbf{Dp = 5/16 \text{ pulgada}}$$

De la tabla 16, catálogo de tuberías de alta presión se seleccionará, la tubería para el sistema de presión y descarga de los cinco cilindros hidráulicos de la máquina

muescadora, en la tabla 15 se identifica el tipo de manguera hidráulica con referencia a la temperatura de trabajo.

**Tabla 15:** Parámetros para el diseño del resorte.

MANGUERAS HIDRAULICAS	ESTANDARES	RESISTE TEMPERATURA
Baja presión	SAE 100R3	-40°C a +150°C
Media presión	DIN 20022-1SN	-40°C a +100°C
Media presión	SAE 100R1AT ISO 1436 Type 1	-40°C a +100°C
Media presión	SAE 100R5 SAE J1402	-40°C a +150°C
Alta presión	SAE 100R12 487TC / 487ST	-40°C a +125°C
Alta presión	SAE 100R13 ISO 3862 / J1942 TYPE 13	-40°C a +125°C

**Tabla 16:** Tubería de alta presión para el sistema de presión y descarga.



### Manguera hidráulica fabricada bajo Norma SAE 100R1AT

**Uso:** En equipo y maquinarias de construcción, agrícolas, mineras y transporte en general, en líneas de mediana presión, para el transporte de aceites minerales, hidráulicos, emulsiones de agua y aceite. Resiste temperaturas entre -40° y +100° C máximo y en lapsos cortos de hasta 125° C

**Tubo interior:** De caucho sintético resistente a los aceites

**Refuerzo:** Una malla trenzada de alambre de acero endurecida y templado

**Cubierta:** Caucho sintético resistente a la abrasión e intemperie

#### ESPECIFICACIONES TECNICAS

Medida	Diámetro interior (Pulg./mm)	Diámetro Exterior mm (+/- 1.2)	Presión de Trabajo		Presión de Prueba		Presión de Ruptura		Radio de Curvatura
			Bar	PSI	Bar	PSI	Bar	PSI	
4	1/4 / 6.4	13.4	190	2750	303	4390	758	11000	102
5	5/16 / 7.9	15	172	2500	275	3985	689	10000	114
6	3/8 / 9.5	17.4	155	2250	248	3594	620	9000	127
8	1/2 / 12.7	20.6	138	2000	220	3188	552	8000	178
10	5/8 / 15.9	23.7	103	1500	165	2390	414	6000	203
12	3/4 / 19.0	27.7	86	1250	138	2000	345	5000	241
16	1 / 25.4	35.6	69	1000	110	1595	276	4000	305
20	1 1/4 / 31.8	43.5	43	625	69	1000	172	2500	419
24	1 1/2 / 38.1	50.7	34	500	55	797	138	2000	508
32	2 / 50.8	64.6	26	375	41	594	103	1500	635

Fuente: (LTDA., Independencia 1923)

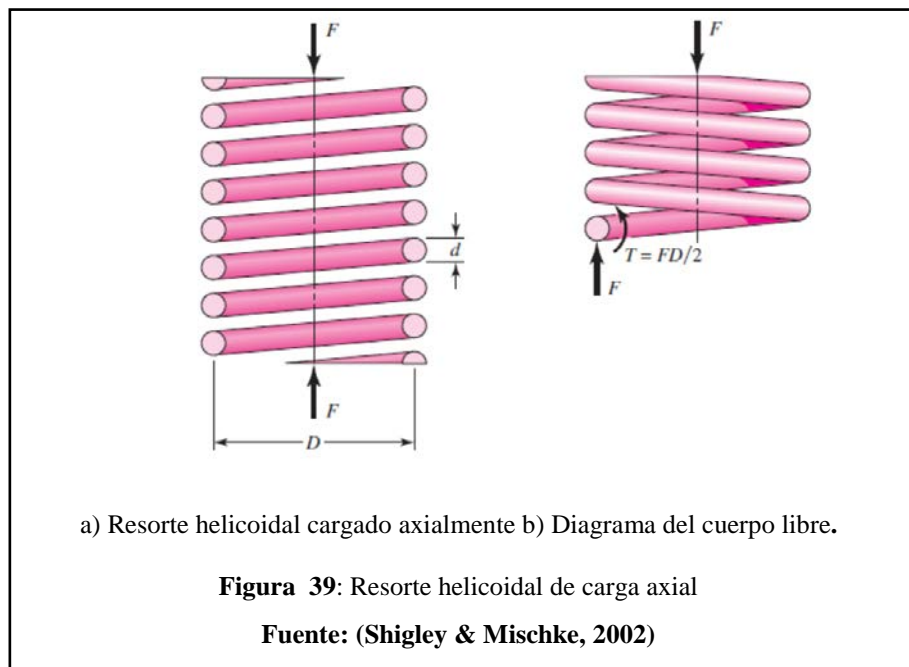
Se selecciona de la tabla 16 la manguera de diámetro interior de 5/16'' pulgadas y de diámetro exterior 15 mm, que soporta una presión de trabajo nominal de 2.500 psi y de ruptura a 10.000 psi.

### 2.11.3 Cálculo de las tuberías

El cálculo de la tubería se realiza mediante el Anexo 5: Determinación de la **tubería gráficamente**. Indica que, para la tubería de succión, gráficamente se obtiene 31 mm de diámetro, y para la tubería de presión y descarga 6.5 mm, lo que representa el cálculo expuesto.

### 2.12 Cálculo de los resortes

Se realizará el cálculo de resortes helicoidales de compresión para el retorno del émbolo y del vástago a su posición original antes de aplicar la fuerza de corte. En la figura 39, se aprecian resortes helicoidales.



#### 2.12.1 Paramentos iniciales del resorte.

Para el cálculo del resorte se partirá de paramentos ya establecidos como dimensiones del pistón y fuerzas requeridas para su retorno.

### 2.12.2 Paramentos iniciales del resorte.

Para el cálculo del resorte se toma de la tabla 17, la resistencia al corte.

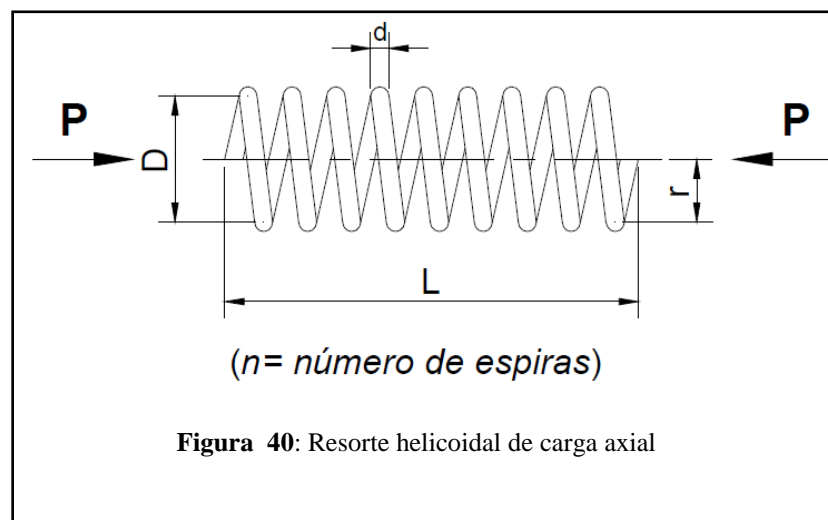
**Tabla 17:** Materiales para resortes.

Material	Límite elástico, porcentaje de $S_{utr}$		Diámetro $d$ , pulg	E		G	
	tensión	torsión		Mpsi	GPa	Mpsi	GPa
Alambre de piano A228	65-75	45-60	<0.032	29.5	203.4	12.0	82.7
			0.033-0.063	29.0	200	11.85	81.7
			0.064-0.125	28.5	196.5	11.75	81.0
			>0.125	28.0	193	11.6	80.0
Resorte estirado duro A227	60-70	45-55	<0.032	28.8	198.6	11.7	80.7
			0.033-0.063	28.7	197.9	11.6	80.0
			0.064-0.125	28.6	197.2	11.5	79.3
			>0.125	28.5	196.5	11.4	78.6
Templado en aceite A239	85-90	45-50		28.5	196.5	11.2	77.2
Resorte de válvula A230	85-90	50-60		29.5	203.4	11.2	77.2
Cromo vanadio A231	88-93	65-75		29.5	203.4	11.2	77.2
			A232	29.5	203.4	11.2	77.2
Cromo silicio A401	85-93	65-75		29.5	203.4	11.2	77.2
Acero inoxidable							
A313*	65-75	45-55		28	193	10	69.0
17-7PH	75-80	55-60		29.5	208.4	11	75.8
414	65-70	42-55		29	200	11.2	77.2

Fuente: (Shigley & Mischke, 2002)

### 2.12.3 Diámetro del alambre del resorte ( $d$ )

Se obtiene el diámetro mínimo del alambre para el resorte ( $d$ ) sometido a compresión con la ecuación 26 y de donde se despaja el diámetro del alambre como se muestra en la ecuación 27. En la figura 40 se visualiza un resorte helicoidal sometido a una carga axial.



Para determinar el diámetro del resorte es necesario encontrar el índice del muelle, que depende del torsional debido a la tracción inicial, este valor (C), se encuentra en la tabla 18.

**Tabla 18:** Intervalos de índice de resorte.

Índice del resorte (C)	Intervalo de esfuerzo	
	MPa	psi
4	115-183	16700-26600
6	95-160	13800-23200
8	82-127	9900-18400
10	60-106	8710-15400
12	48-86	6970-12500
14	37-60	5370-8710
16	25-50	3630-7260

**Fuente:** (Universidad de los Andes, 2010)

$$D = C \cdot d \quad [\text{Ec. 26}]$$

$$d = \frac{D}{C} \quad [\text{Ec. 27}]$$

$$d = \frac{36 \text{ mm}}{10}$$

$$d = 3.6 \text{ mm}$$

Donde:

d: Diámetro del alambre, [mm]

P: Variación de carga que soporta el resorte, [N]

G: Resistencia al corte del material, [N/mm<sup>2</sup>]

r: Radio del resorte, [mm]

y: Deformación del resorte sometido a carga, [mm]

D: Diámetro del resorte mayor, [mm]

#### 2.12.4 Número de espigas ( $N_a$ )

Se obtiene el desplazamiento en metros y de la ecuación 28, se despeja ( $N_a$ ) para obtener el número de espigas activas con la ecuación 29.

$$y = \frac{8 \cdot P \cdot D^3 \cdot N_a}{d^4 \cdot G} \quad [\text{Ec. 28}]$$

$$N_a = \frac{d^4 \cdot G \cdot y}{8 \cdot P \cdot D^3} \quad [\text{Ec. 29}]$$

$$N_a = \frac{(3.6 \text{ mm})^4 \cdot 80000 \frac{N}{\text{mm}^2} \cdot 20 \text{ mm}}{8 \cdot 261.954 \text{ N} \cdot (36 \text{ mm})^3}$$

$$N_a = 2.748$$

$$N_a = 3$$

#### 2.12.5 Número de espigas totales ( $N_a$ )

Para la construcción del resorte se tomará 3 espigas activas. Se determina el número de espigas totales ( $N_t$ ) de la tabla 19 el caso del resorte para la máquina muescadora se tomará a escuadra y cerrado para el cálculo.

**Tabla 19:** Número de espigas activas.

Término	Tipo de extremos de resortes			
	Plano	Plano y esmerilado	A escuadra y cerrado	A escuadra y esmerilado
Espigas de extremo, $N_e$	0	1	2	2
Espigas totales, $N_t$	$N_a$	$N_a + 1$	$N_a + 2$	$N_a + 2$
Longitud libre, $l_0$	$pN_a + d$	$p(N_a + 1)$	$pN_a + 3d$	$pN_a + 2d$
Longitud sólida, $l_s$	$d(N_t + 1)$	$dN_t$	$d(N_t + 1)$	$dN_t$
Paso, $p$	$(l_0 - d)/N_a$	$l_0/(N_a + 1)$	$(l_0 - 3d)/N_a$	$(l_0 - 2d)/N_a$

Fuente: (Shigley & Mischke, 2002)

$$N_t = N_a + 2$$

$$N_t = 5$$

### 2.12.6 Paso del resorte ( $p$ )

El cálculo del paso ( $p$ ) se tomará de la tabla 21.

$$p = \frac{L_o - 3 \cdot d}{N_a}$$

$$p = \frac{100 \text{ mm} - 3 \cdot 3.6 \text{ mm}}{3}$$

$$\mathbf{p = 29.73 \text{ mm}}$$

### 2.12.7 Longitud sólida del resorte ( $L_s$ )

El cálculo de la longitud sólida ( $L_s$ ) se tomará de la tabla 21.

$$L_s = d(N_t + 1)$$

$$L_s = 3.6 \text{ mm} (5 + 1)$$

$$\mathbf{L_s = 21.6 \text{ mm}}$$

### 2.12.8 Dimensiones del resorte diseñado ( $R_d$ )

- Diámetro medio  $D$  = 36 mm
- Longitud libre  $L_o$  = 100 mm
- Paso del resorte  $p$  = 29.73 mm
- Número de espigas  $N_t$  = 5
- Diámetro del alambre = 3.6 mm



## CAPÍTULO 3

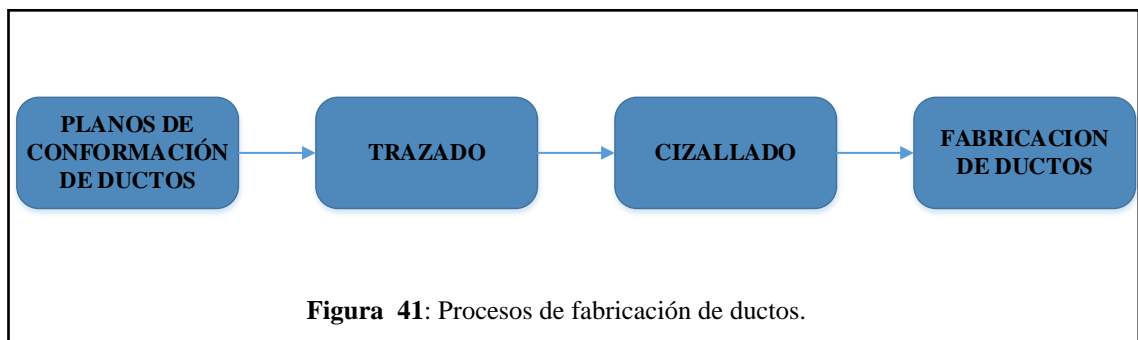
### ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

#### 3.1 Análisis de optimización de proceso

Para el análisis de optimización del proceso para la producción de ductos de tol galvanizado se tomará en base a los tiempos de almacenamiento, marcado, corte, doblado y engrape de este producto para la utilización en climatización y ventilación mecánica.

#### 3.2 Análisis de proceso para fabricación de ductos en la actualidad

Para el análisis de proceso en la fabricación de ductos en láminas galvanizadas para climatización y ventilación mecánica, por parte de la empresa A&T Climatización Integral, se divide en cuatro pasos definidos, que se muestran en la figura 41.



Cada uno de estos pasos están compuestos por más operaciones como se indica a continuación.

##### 3.2.1 Planos de conformación de ductos

- Diseño del sistema de aire acondicionado o ventilación mecánica
- Presentación de planos con especificaciones de caudales.
- Presentación de secciones de ductería.
- Elaboración de hoja de trabajo
- Selección de material

##### 3.2.2 Trazado

- Trazado desarrollo de ducto

- Muescado artesanal (en lados longitudinales mayores)

### 3.2.3 Cizallado











- Cizallado de material excedente.

### 3.2.4 Fabricación de ducto

- Dobles de engrape en ambos extremos (Pittsburgh, dobles a 90°)
- Dobles de caras de ducto
- Engrape de ductos

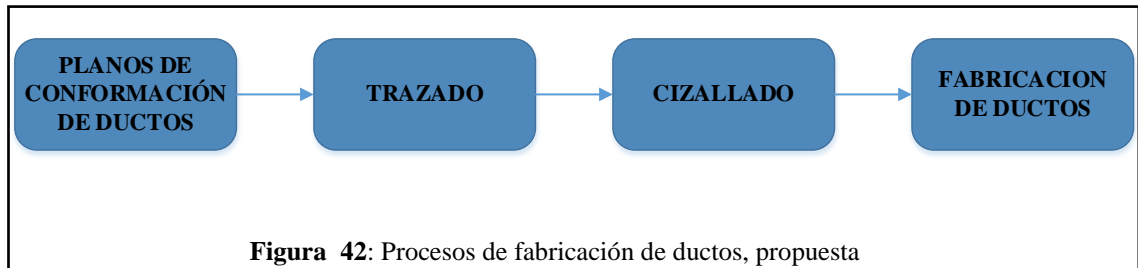
### 3.2.5 Diagrama de flujo actual

**Tabla 20:** Diagrama de flujo actual de producción.

HOJA DE DIAGRAMA DE FLUJO METODO ACTUAL								
Empresa:	A&T CLIMATIZACIÓN INTEGRAL	Hoja:	Nº 1					
Objeto del diagrama:	Conformación de ductos en láminas	Diagrama:	Nº 1					
Materia prima:	Tol galvanizado de 0.45 a 0.9	Fecha:	14/05/2017					
Diagrama:	Flujograma	Área:	Producción					
NOMENGLATURA								
Operación		=	7	Recomendaciones:				
Almacenamiento		=	1					
Inspección		=	2					
Transporte		=	4					
Demoras		=	0					
Ítem	descripción	Simbología					tiempo (min)	distancia (mt)
								
1	Recepción de materia prima, láminas galvanizadas diversos espesores.	x					-	-
2	Almacenamiento		x				-	-
3	Selección de láminas galvanizada según hoja de trabajo			x			1	-
4	Transportar a mesa de trabajo				x		0,33	5
5	Trazado y desarrollo del ducto	x			x		5	7,2
6	Muescado manual	x					2,5	7,2
7	Transportar lámina galvanizada a máquina cizalladora				x		1,16	1
8	Corte de material excedente	x					1,5	0,5
9	Control de medidas			x			0,35	2
10	Transportar lámina galvanizada a mesa de trabajo				x		0,16	1
11	Doblar un extremo de la lámina galvanizada de forma tipo Pittsburgh	x					3	1
12	Doblar un extremo de la láminas galvanizada a 90°	x					0,58	1
13	Dobles de caras de ductos a conformar	x					1	1
<b>TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN</b>							<b>16,58</b>	<b>26,90</b>

### 3.3 Análisis de proceso para fabricación de ductos propuesta

Para el análisis de proceso para la fabricación de ductos en láminas galvanizadas, para climatización y ventilación mecánica, por parte de la empresa A&T Climatización Integral, se divide en cuatro partes de la misma manera que el actual sus pasos definidos, que se muestran en la figura 42.



En cada uno de estos pasos están compuestos por más operaciones como se indica a continuación.

#### 3.3.1 Planos de conformación de ductos

- Diseño del sistema de aire acondicionado o ventilación mecánica
- Presentación de planos con especificaciones de caudales.
- Presentación de secciones de ductería.
- Elaboración de hoja de trabajo
- Selección de material

#### 3.3.2 Trazado

- Trazado desarrollo de ducto (desplazamiento de los cabezales muescadores)
- Muescado hidráulico (en lados longitudinales mayores)

#### 3.3.3 Cizallado

- Cizallado de material excedente.











#### 3.3.4 Fabricación de ducto

- Dobles de engrape en ambos extremos (Pittsburgh, dobles a 90°)
- Dobles de caras de ducto

- Engrape de ductos

### 3.4 Diagrama de flujo propuesto con la máquina muescadora

**Tabla 21:** Diagrama de flujo propuesto para la producción con la muescadora hidráulica.











HOJA DE DIAGRAMA DE FLUJO METODO PROPUESTO								
Empresa:	A&T CLIMATIZACIÓN INTEGRAL			Hoja:	Nº 2			
Objeto del diagrama:	Conformación de ductos en láminas			Diagrama:	Nº 2			
Materia prima:	Tol galvanizado de 0.45 a 0.9			Fecha:	14/05/2017			
Diagrama:	Flujograma			Área:	Producción			
NOMENGLATURA								
Operación		=	6	Recomendaciones:				
Almacenamiento		=	1					
Inspección		=	1					
Transporte		=	3					
Demoras		=	0					
Ítem	descripción	Simbología					tiempo	distancia
							(min)	(mt)
1	Recepción de materia prima, láminas galvanizadas diversos espesores.	x					-	-
2	Almacenamiento		x				-	-
3	Selección de láminas galvanizada según hoja de trabajo			x			1	-
4	Transportar a mesa de trabajo				x		0,33	5
5	Muescado hidráulico	x					1	3,5
6	Transportar lámina galvanizada a máquina cizalladora				x		1	1
7	Corte de material excedente	x					1,5	0,5
8	Transportar lámina galvanizada a mesa de trabajo				x		0,16	1
9	Doblar un extremo de la lámina galvanizada de forma tipo Pittsburgh	x					3	1
10	Doblar un extremo de la láminas galvanizada a 90º	x					0,58	1
11	Dobles de caras de ductos a conformar	x					1	1
<b>TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN</b>						<b>9,57</b>	<b>14,00</b>	

### 3.5 Variaciones entre propuestas

Las variaciones entre el método actual de muescado para la fabricación de ductos y el método propuesto de muescado para el mismo propósito se indica en forma de porcentaje dado entre las dos, como se visualiza en la tabla 22.

### 3.5.1 Variación de pasos entre las dos propuestas

**Tabla 22:** Variación en porcentaje entre el método propuesta con respecto al método actual.

VARIACIÓN ENTRE DIAGRAMA DE FLUJO				
<b>Empresa:</b>	A&T CLIMATIZACIÓN INTEGRAL	<b>Hoja:</b>	Nº 3	
<b>Objeto del diagrama:</b>	COMPARACIÓN DE TIEMPOS EN	<b>Diagrama:</b>	Nº 3	
<b>Materia prima:</b>	LAMINAS DE TOL GALVANIZADA	<b>Fecha:</b>	14/05/2017	
<b>Diagrama:</b>	DIAGRAMA DE FLUJO	<b>Área:</b>	Producción	
NÚMERO DE PASOS POR CADA MÉTODO				
NOMENGLATURA	MÉTODO ACTUAL		MÉTODO PROPUESTO	
Operación		= 7		= 6
Almacenamiento		= 1		= 1
Inspección		= 2		= 1
Transporte		= 4		= 3
Demoras		= 0		= 0

### 3.5.2 Variación en porcentaje entre las dos propuestas

**Tabla 23:** Variación en porcentaje entre el método propuesta con respecto al método actual.

VARIACIÓN EN PORCENTAJE ENTRE LOS DOS MÉTODOS							
Ítem	Descripción	MÉTODO ACTUAL		MÉTODO PROPUESTO		DIFERENCIA EN % MÉTODO PROPUESTO	
		tiempo	distancia	tiempo	distancia	tiempo	distancia
		(min)	(mt)	(min)	(mt)	%	%
1	Recepción de materia prima, láminas galvanizadas diversos espesores.	-	-	-	-	-	-
2	Almacenamiento	-	-	-	-	-	-
3	Selección de láminas galvanizada según hoja de trabajo	1,00	-	1,00	-	0%	0%
4	Transportar a mesa de trabajo	0,33	5,00	0,33	5,00	0%	0%
5	Trazado y desarrollo del ducto	5,00	7,20	-	-	0%	0%
6	calibracion de medidas en M. Hidráulica	-	-	1,00	2,50	0%	0%
7	Muescado Manual / Muescado Hidráulico	2,50	7,20	1,00	3,50	-60%	-51%
8	Transportar lámina galvanizada a maquina cizalladora	1,16	1,00	1,00	1,00	-14%	0%
9	Corte de material excedente	1,50	0,50	1,50	0,50	0%	0%
10	Control de medidas	0,35	2,00	-	-	0%	0%
11	Transportar lámina galvanizada a mesa de trabajo	0,16	1,00	0,16	1,00	0%	0%
12	Doblar un extremo de la lámina galvanizada de forma tipo Pittsburgh	3,00	1,00	3,00	1,00	0%	0%
13	Doblar un extremo de la láminas galvanizada a 90º	0,58	1,00	0,58	1,00	0%	0%
14	Dobles de caras de ductos a conformar	1,00	1,00	1,00	1,00	0%	0%
<b>TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN Y %</b>		<b>16,58</b>	<b>26,90</b>	<b>10,57</b>	<b>16,50</b>	<b>-36%</b>	<b>-39%</b>

Debido el resultado obtenido entre las dos propuestas, existe un ahorro en tiempo de -36 % del tiempo total y un -39 % de ahorro en el recorrido total que el personal técnico recorre en metros para conforman los ductos.

Estos decrementos que se producen tanto en el tiempo y en el recorrido, se dan por los siguientes factores que son: el no ejecutar dos pasos que son obligatorios en el método tradicional el cual incrementa el tiempo de producción, y en la reducción de tiempos, específicamente en el muescado existiendo un 39 % menos de tiempo.

### 3.6 Análisis de costos de la muescadora

En este capítulo se hace un análisis de todos los costos directos e indirectos que se encuentran incluidos en el diseño y construcción de la máquina muescadora para llegar al costo total.

#### 3.6.1 Costos directos

Los costos directos son todos aquellos que intervienen directamente en el proceso de fabricación de la máquina muescadora. Entre ellos se tiene:

- Costos de mano de obra.
- Costos de materiales, accesorios y sistema hidráulico.

#### 3.6.2 Costos de mano de obra

Los costos de fabricación se encuentran asignados por cada uno de los elementos en base a maquinado, tratamiento térmico, soldadura e instalación de cada una de las partes que forman la máquina muescadora como se aprecia en la tabla 24.

**Tabla 24:** Mano de obra directa.

COSTO DE MANO DE OBRA					
ÍTEM	PROCESO	TIEMPO (h)	TRABAJADORES (N)	COSTO/(h)	SUB TOTAL
1	CORTE	25	2	\$ 2,35	\$ 117,50
2	TALADRADO	15	1	\$ 1,05	\$ 15,75
3	RECTIFICADO	10	2	\$ 7,52	\$ 150,40
4	SOLDAURA MIG	16	2	\$ 1,24	\$ 39,68
5	DESBASTADO	75	2	\$ 0,56	\$ 84,00
6	AVELLANADO	6	1	\$ 0,62	\$ 3,72
7	MATRICERIA	45	2	\$ 4,10	\$ 369,00
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 780,05</b>

#### 3.6.3 Costos de materiales, accesorios y sistema hidráulico.

En estos costos de materiales y accesorios se considera el sistema hidráulico requerido para la construcción de la máquina como se muestra en la tabla 25.

**Tabla 25: Costos de materiales y accesorios.**

**COSTO DEL MATERIALES Y ACCESORIOS**

ÍTEM	ELEMENTO	MATERIAL	DESCRIPCION	NORMA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/UNI	SUB TOTAL
1	RIEL PRINCIPAL	PLANCHA DE ACERO	3000 * 100 * 16 mm	ASTM A36	C/U	1	\$ 120,00	\$ 120,00
2	MATRIZ HEMBRA 0,45	HEMBRA	60 mm x 60 mm x 15 mm	K100	C/U	5	\$ 85,00	\$ 425,00
3	MATRIZ HEMBRA 0,7	HEMBRA	61 mm x 60 mm x 15 mm	K101	C/U	5	\$ 85,00	\$ 425,00
4	MATRIZ MACHO	MACHO	60 mm x 60 mm x 15 mm	K100	C/U	5	\$ 30,00	\$ 150,00
5	PORTA MATRIZ	INFERIOR	100 mm x 100 mm x 30 mm	ASTM A36	C/U	5	\$ 19,50	\$ 97,50
6	PORTA MATRIZ	CILINDRO	100 mm x 100 mm x 30 mm	ASTM A36	C/U	5	\$ 19,50	\$ 97,50
7	PLACA PARA RIEL	PLANCHA DE ACERO	210 mm x 100 mm x 20 mm	ASTM A36	C/U	5	\$ 25,10	\$ 125,50
8	PERNOS CABEZA CILINDRICA	PERNOS CABEZA CILINDRICA EXAGONALES	M10 x 1.5 x 30 mm	ANSI B 18.3	C/U	60	\$ 0,95	\$ 57,00
9	PERNOS CABEZA AVELLANADA	PERNOS CABEZA AVELLANADA EXAGONALES	M10 x 1.5 x 40 mm	ANSI B 18.3	C/U	10	\$ 0,95	\$ 9,50
10	SUJECION RIEL	PLACA DE ACERO	100 mm x 100 mm x 20 mm	ASTM A36	C/U	5	\$ 12,50	\$ 62,50
11	RESORTE	RESORTE DE RETORNO PARA LOS CILINDROS	Øe 4 mm x 250 mm	ASTM A231	C/U	5	\$ 15,00	\$ 75,00
12	VANCADA	SOPORTERIA PARA LA MAQUINA HORIZONTAL	PLANCHAS DE TOL NEGRO DE 2.40 m x 1.22 m x 3 mm	ASTM A36	C/U	2	\$ 43,50	\$ 87,00
13	SOPORTE VERTICALES	SOPORTERIA PARA LA MAQUINA PATAS	PLANCHAS DE TOL NEGRO DE 2.40 m x 1.22 m x 3 mm	ASTM A36	C/U	1	\$ 43,50	\$ 43,50
14	SOPORTE HORIZONTAL	SOPORTERIA PARA ALOJAMIENTO DE UNIDAD HIDRAULICA	PLANCHAS DE TOL NEGRO DE 2.40 m x 1.22 m x 3 mm	ASTM A36	C/U	0,5	\$ 43,50	\$ 21,75
15	REFUERZOS	REFORZAMIENTO DE LA VANCADA	TUBO CUADRADO DE 20 mm x 40 mm x 3 M	ASTM A36	C/U	3	\$ 19,54	\$ 58,62
16	CILINDRO	TUBO PARA CILINDROS HIDRAULICOS	Øi 50 mm x Øe 65 mm X 130 mm	AISI 4340	C/U	5	\$ 30,00	\$ 150,00
17	VASTAGO	BARRA LIZA	Øe 28 mm x 190 mm	AISI 4341	C/U	5	\$ 10,00	\$ 50,00
18	EMBOLO	BARRA LIZA	Øe 50 mm x 20 mm	AISI 4341	C/U	5	\$ 15,00	\$ 75,00
19	CELLOS HIDRAULICOS	POLIPACK SELLO DE EMBOLO	Øe 50 mm					
20	TAPA SUPERIOS	BARRA LIZA	Øe 82 mm x 50 mm	AISI 4340	C/U	5	\$ 10,00	\$ 50,00
21	TAPA INFERIOR	BARRA LIZA	Øe 82 mm x 50 mm	AISI 4341	C/U	5	\$ 10,00	\$ 50,00
21	MANGUERAS	MANGUERAS HIDRAULICAS DE ALTA PRESION	5/16 in x 10 fi	SAE 100R1AT	C/U	5	\$ 30,00	\$ 150,00
22	ACOPLES	ACOPLES PARA MANGUERAS HIDRAULICAS	5/16 in	SAE 100R1AT	C/U	20	\$ 5,00	\$ 100,00
23	UNIDAD HIDRAULICA	UNIDAD HIDRAULICA	1161 psi x 3740 rpm x 2Gpm	LESSON	C/U	1	\$ 1.540,00	\$ 1.540,00
27	PULSADOR	PULSADOR DE PIE	PULSANTE NORMALMENTE ABIERTO ON - OFF	ON - OFF	C/U	1	\$ 16,50	\$ 16,50
28	CABLE	CABLE SUCRE # 12	ELECTROLEC	HTTU # 12	m	10	\$ 1,56	\$ 15,60
29	CONETOR TIPO TOMA	TOMA DE 220 V	TOMACORRIENTE 220 V BIPOLAR	SIAN 220 V	C/U	1	\$ 6,50	\$ 6,50
30	VARIOS	-	-	-	GLOB	1	\$ 25,00	\$ 25,00
							<b>TOTA</b>	<b>\$ 4.083,97</b>



### 3.7 Costos indirectos

Los costos indirectos son todos aquellos que; no son claramente identificables en la elaboración del proceso de producción, visible en la tabla 26.

**Tabla 26:** Costos indirectos.

COSTOS INDIRECTOS					
ÍTEM	PROCESO	TIEMPO (h)	TRABAJADORES (N)	COSTO/(h)	SUB TOTAL
1	COSTO DE DISEÑO	120	2	\$ 1,50	\$ 360,00
2	COSTO GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	50	2	\$ 2,50	\$ 250,00
3	COSTO DE TRASPORTE	90	1	\$ 0,60	\$ 54,00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 664,00</b>

#### 3.7.1 Costos totales de fabricación

Los costos totales de fabricación, es la sumatoria de total de los costos directos e indirectos que se encuentran incluidos en la fabricación de la máquina muescadora, como se observa en la siguiente tabla 27.

**Tabla 27:** Costos de la máquina muescadora.

COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA MUESCADORA			
ÍTEM	PROCESO	COSTO/PROCE	SUB TOTAL
1	COSTO DE MATERIALES, ACCESORIOS Y SISTEMA HIDRULICO	\$ 4.083,97	\$ 4.083,97
2	COSTO DE MANO DE OBRA	\$ 780,05	\$ 780,05
3	COSTOS INDIRECTOS	\$ 664,00	\$ 664,00
4	IMPREVISTOS	\$ 276,00	\$ 276,00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 5.804,02</b>

## CONCLUSIONES GENERALES

- Al finalizar la investigación se determinó la fuerza que ejercen los cinco punzones para el muescado en lámina galvanizada, esta llega a ser de 3400 Kg (3.4) Ton, este valor garantiza seguridad y sostenibilidad del proceso de muescado de las láminas de tol galvanizado.
- Mediante la investigación de los tipos de mescadoras se selecciona la mescadora hidráulica para su fabricación, ya que su importación excedería un 40% más del valor de fabricación en el país.
- Los tiempos en el proceso de corte, se reducen en un 36 % del tiempo total de producción, comparado con el proceso artesanal.
- Con la implementación de la mescadora hidráulica semiautomática se optimiza el tiempo de desplazamiento en un 39 % en la elaboración de los ductos.

## **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Complementar el presente proyecto investigativo efectuando pruebas de la máquina muescadora en láminas galvanizadas y espesores comprendidos entre 0,45mm 0.70mm para establecer parámetros de capacidad.
- Se recomienda automatizar por completo a este tipo de equipos, mediante la adición de controladores lógicos programables, y así reducir los tiempos del proceso de corte hidráulico, al realizar esta aplicación se converge en minimizar los costos de producción final.
- Para que la máquina muescadora posea un ciclo de vida largo, es recomendable realizar mantenimientos oportunos y específicos a las partes más críticas, así como, mantener un stock mínimo de ciertos accesorios que se encuentren con facilidad en el mercado industrial, para minimizar los tiempos de para.

## BIBLIOGRAFÍA

- acero, D. p. (19 de ENERO de 2017). *DIPAC*. Obtenido de DIPAC:  
<http://www.dipacmanta.com/>
- Automatización Industrial, s. (14 de 04 de 2011). *Neumática, Hidráulica, MicroControladores y Autómatas*. Obtenido de <http://industrial-automatica.blogspot.com/2012/05/fluidos-hidraulicos-2.html>
- Bermudez, L. S. (2009). *Metodología para el diseño de troqueles de corte de chapas metálicas*. Santiago de Cali: Tesis.
- Dinámica industrial. (2015). *Cordinsa*. Obtenido de <http://www.cordinsa.com/>
- E. J. Representaciones. (2014). *E. J. Representaciones*. Obtenido de <http://www.ejrepresentaciones.com/descripcion.php?codprod=172>
- Ecuador, H. m. (17 de Enero de 2017). *Hidro mecanica del Ecuador*. Obtenido de  
Hidro mecanica del Ecuador:  
<http://www.hydropneumatica.com/index.php/quienes-somos>
- Faires, V. (2002). *Diseño de elementos de máquinas*. Mexico: 4 edición .
- Faires, V. M. (1998). *Diseño de Elementos de Máquinas*. Mexico: (4ta Edición).
- Ferreyros. (2001). *MANUAL DEL ESTUDIANTE INSTRUCCIÓN TÉCNICA*. CAT.
- Galarraga, J. P. (2012). *Diseño y construcción de un sistema de automatización hidráulica para la máquina de ensayos destructivos en juntas soldadas del laboratorio de soldadura de la escuela politécnica nacional*. Quito: Universidad politécnica nacional.
- Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*. Mexico: McGrawHill interamericana editores S.A.

Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de Manufactura Moderna*. Mexico: Interamericana Editorial, S.A. de C.V.

Hydraulics, P. (1996). Unidades Hidraulicas. En P. Hydraulics, *Parker Hydraulics*.

Industrial, A. (08 de 05 de 2011). <http://industrial-automatica.blogspot.com>. Obtenido de <http://industrial-automatica.blogspot.com/2011/05/elementos-de-un-circuito-hidraulico.html>

INEN. (1 de ENERO de 2009). LÁMINAS DE ACERO RECUBIERTAS CON ZINC (GALVANIZADAS) O RECUBIERTAS CON ALEACIÓN HIERRO ZINC (GALVANO-RECOCIDO) MEDIANTE PROCESOS DE INMERSIÓN EN CALIENTE. REQUISITOS. *NTE INEN 2 492:2009*. QUITO, PICHINCHA, ECUADOR: INEN.

Ingemecanica. (1 de Enero de 2016). *Ingemecanica*. Obtenido de Ingemecanica: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>

LTDA., S. C. (Independencia 1923 de Independencia 1923 de Independencia 1923). MANGUERAS HIDRAULICAS. Independencia 1923, E-mail marcoimp@entelchile.net, E-mail marcoimp@entelchile.net.

Mecalux. (2017). *logismarket*. Obtenido de <https://www.logismarket.com.mx/cesehsa/valvulas-hidraulicas-de-control-direccional/2313432550-1313791273-p.html>

Moliner, C. (15 de 02 de 2004). *interempresas.net*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Ferreteria/Articulos/7447-Teoria-del-punzonado.html>

Montt, R. (2009). *Resistencia de los materiales* (5 ta. ed.). Mexico: Pearson Eduaccion.

- Mott, R. L. (1996). *Mecanica de Fulidos Aplicada* . Naucalpan de Juares (Mexico): Prentic Hall Hispanoamerica Cana, S.A.
- MOTT, R. Y. (2006). *Diseño de elementos de Máquinas*, (4ta Edision ed.). Mexico: Pearson.
- NeoNickel. (s.f.). *NeoNickel*. Obtenido de NeoNickel: <http://www.neonickel.com/es/alloys/alloy-steels/4340-alloy-steel/>
- Nisbett, R. G. (2008). *Diseño en ingenieria mecanica de Shigley* (Vol. 1). (O. edicion, Ed.) Mexico: Gran Bill Mc GRAW-GilHil//interamericada editores S.A.
- Nisbett, R. G., & Budynas, R. G. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México: McGraw-Hill.
- opez, M. F. (2011). *Diseño de una Matriz progresiva para chapa*. Barcelona: Universidad Politecnica de Catalunya (UPC).
- Rey, G. G. (1995). *Mail x mail.com*. Obtenido de Mail x mail.com: <http://www.mailxmail.com/curso-calculo-componentes-transmisiones-mecanicas/coeficiente-seguridad-admisible-2>
- S.A., S. (1 de Enero de 2005). MANUAL BASICO DE OLEOHIDRAULICA. Cordoba, Argentina, Cordoba.
- Schmid, S. K. (2008). *Manufactura ingenieria y tecnologia*. Mexico: Pearson educacion.
- Serra, M. (2011). *“DISEÑO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA PARA CHAPAS*. Barcelona: Universidad politecnica de catalynya.
- Shigley, J., & Mischke, C. (2002). *Diseño en ingeniería mecánica* (8 va ed.). México: McGRAW'HILL/INTERAMERICANA.

Shugulí, J. (2006). *CONSTRUCCION DE UNA PRENSA HIDRAULICA MANUAL PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DE RODAMINETOS RIGIDOS DE BOLAS CON DIAMETRO INTERIOR DESDE 20mm HASTA 30mm*. Quito: EPN.

SV-AT VT, S. (13 de Julio de 2016). Quito.

TAAG MACHINERY. (21 de 12 de 2006). TIN KNOCKER. Recuperado el 25 de 01 de 2017, de <http://www.tinknocker.com/en/wp-content/uploads/2013/06/TK-1655-NOTCHER.pdf>

Timoshenko. (1957). *Resisrtencia de materiales*. Madrid: Espasa Calpe S.A.

TK Duct Notcher. (2017). *Maquinaria hojalatera*. Obtenido de <http://www.dobladorasdelamina.com/detalles-de-productos/muescadora/muescadora-tk-duct-notcher/>

Universidad de los Andes. (2010). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/vivianagomzalez/resortes>

## **ANEXOS**



## Anexo1: Parámetros de tolerancias de cilindros.

				Z	1X					*		
Cilindro diferencial = CD		Cilindro de barra pasante = CG										Otros datos en texto claro
Construcción 70 = 70		Construcción 210 = 210										Longitud del suplemento para la distancia entre guías
Forma de sujeción: ver hoja de medidas												Juntas del émbolo T = Anillo deslizante para rozamiento reducido A = Retén labiado para funcionamiento hermético bajo condiciones estáticas
Ø de émbolo	Ø de la barra	Relación de superficies $\varphi$	Referencia									Indicar la posición de la conexión en el pie de cilindro
* 25	12	1,25 : 1	= 25/12									Indicar la posición de la conexión en la cabeza de cilindro
	16	1,6 : 1	= 25/16									
* 32	18	1,4 : 1	= 32/18									M = Juntas NBR de perbunán, apropiadas para aceite mineral seg. DIN 51524 (HL, HLP) V = Juntas FPM de vitón, apropiadas para ester fosfórico (HFD-R)
	22	2 : 1	= 32/22									
40	25	2,5 : 1	= 32/25									U = Sin amortiguación K = Amortiguación en el pie S = Amortiguación en la cabeza D = Amortiguación en el pie y en la cabeza
	16	1,2 : 1	= 40/16									
	18	1,25 : 1	= 40/18									
50	25	1,6 : 1	= 40/25									B = Rosca exterior C = Rosca exterior E = Rosca interior F = Rosca para cojinete con articulación
	22	1,25 : 1	= 50/22									
	25	1,35 : 1	= 50/25									
63	36	2 : 1	= 50/36									H = Versión de barra Ck53, templada y a medida cromo duro hasta barras de $\varnothing \leq 100$ C = Ck45, cromo duro, a partir de barras de $\varnothing \geq 80$
	25	1,2 : 1	= 63/25									
	28	1,25 : 1	= 63/28									
80	36	1,4 : 1	= 63/36									00 = Conexión de las tuberías Conexión por brida con junta tórica; sólo posible en sujeción "M" 01 = Rosca de tubos Whitworth 02 = Rosca métrica ISO 13 = Conexión mayor con rosca Whitworth 14 = Conexión mayor con rosca métrica ISO
	45	2 : 1	= 63/45									
	36	1,25 : 1	= 80/36									
100	45	1,4 : 1	= 80/45									Los tamaños de las conexiones están en relación al $\varnothing$ del émbolo.
	56	2 : 1	= 80/56									
	45	1,25 : 1	= 100/45									
125	50	1,25 : 1	= 100/50									
	70	2 : 1	= 100/70									
	50	1,2 : 1	= 125/50									
150	56	1,25 : 1	= 125/56									
	63	1,35 : 1	= 125/63									
	90	2 : 1	= 125/90									
180	63	1,2 : 1	= 150/63									
	70	1,25 : 1	= 150/70									
	80	1,4 : 1	= 150/80									
200	100	1,8 : 1	= 150/100									
	80	1,25 : 1	= 180/80									
	90	1,35 : 1	= 180/90									
750 mm = 750 (indicar la carrera en mm)												
Serie 11 hasta 19 = 1X (11 hasta 19 $\varnothing$ medidas de montaje y conex. invariables)												

\* sólo posible en construcción 70 para  $\varnothing$  de émbolo 25 las formas de sujeción G, R y T no son posibles

\*\* sólo posible en construcción 210

### Ejemplos de pedido:

CD7CG50/22 - 200Z1X/01HBUM1-11  
CG21CG80/56 - 200Z1X/01HBDM1-1T

Para una versión especial (So) se coloca una "X" en el lugar correspondiente de la denominación y, al final, se completa con un número de "So".

Fuente: (Ingemecanica, 2016)

## Anexo 2 : Fierros Tradi S.A. planchas galvanizadas.

**FIERRO™**  
**TRADI S.A.**

**PLANCHAS Y BOBINAS ZINCADAS LISAS**  
**(Galvanizadas)**

**Descripción:** Bobina Laminada en Frío o Caliente, recubierta con una capa de Zinc en ambas caras, mediante un Proceso de Inmersión en Caliente. La capa de Zinc proporciona protección contra la corrosión ambiental.

**Usos:** Silos, ductos de aire acondicionado, perfiles plegados, techos, equipos avícolas tales como comederos, bebederos de aves y hojalatería en general.

● **PROPIEDADES MECÁNICAS**

NORMA TÉCNICA	F	R	A	NORMA EQUIVALENTE
	Kg/mm <sup>2</sup>	Kg/mm <sup>2</sup>	%	
ASTM A-653 CS Tipo B	---	28* min	30 min	JIS G 3302 - SGCC - SGHC

Generalmente con recubrimiento G-60 (180 gr/m<sup>2</sup>). También G-40 (120 gr/m<sup>2</sup>) y G-90 (270 gr/m<sup>2</sup>)  
\*Referencial

● **DIMENSIONES STANDARD, TOLERANCIA Y PESOS**

SISTEMA MÉTRICO (mms)	TOLERANCIA ESPESOR +/- en mms	PESO TEÓRICO kg/pl	SISTEMA INGLÉS Espesor Equiv. (pulg.)
0.25 x 920 x 1830	0.06	3.60	1/100"
0.30 x 920 x 1830	0.06	4.27	1/84"
0.40 x 920 x 1830	0.08	5.59	1/64"
0.45 x 920 x 1830	0.10	6.25	0.018"
0.45 x 1200 x 2400	0.10	10.69	0.018"
0.50 x 920 x 1830	0.10	6.91	1/54"
0.50 x 1200 x 2400	0.10	11.82	1/54"
0.55 x 1200 x 2400	0.10	12.95	0.022"
0.60 x 1200 x 2400	0.10	14.08	1/40"
0.75 x 1200 x 2400	0.10	17.47	0.030"
0.80 x 1200 x 2400	0.10	18.60	1/32"
0.85 x 1200 x 2400	0.10	19.74	0.034"
0.90 x 1200 x 2400	0.10	20.86	1/27"
1.00 x 1200 x 2400	0.10	23.12	1/24"
1.15 x 1200 x 2400	0.13	26.52	0.045"
1.20 x 1200 x 2400	0.13	27.65	1/20"
1.45 x 1200 x 2400	0.13	33.30	0.057"
1.50 x 1200 x 2400	0.13	34.43	1/16"
2.00 x 1200 x 2400	0.15	45.73	5/64"
2.50 x 1200 x 2400	0.20	57.04	3/32"
2.70 x 1200 x 2400	0.23	61.56	0.106"
3.00 x 1200 x 2400	0.23	68.34	1/8"

Tolerancia según ASTM A-924

Fuente: Tradi S.A. Planchas Galvanizadas.



**Anexo 3:** Catálogo de barras lisas y sus propiedades mecánicas.



## EJES

### Acero 705




#### Especificaciones Generales

**Calidad** AISI 4340 (705)

**Descripción** Es un acero bonificado al cromo, níquel, molibdeno, altamente resistente a la tracción, torsión y a cambios de flexión. Insensible al sobrecalentamiento en el forjado y libre de propensión a la fragilidad del revenido.

**Aplicaciones** Partes de maquinarias sometidas a altos esfuerzos, brazo de dirección, cigüeñales, árboles de leva, barras de torsión, embragues, piñones, barras de cardán, ejes de bombas, ejes para aviones, muñones, pernos de alto grado de tensión, rodillos de transportadora, etc...

**Longitud** 6 m

#### Propiedades Mecánicas

Diámetro (mm)	Resistencia Mecánica (N/mm <sup>2</sup> )	Punto de Fluencia (N/mm <sup>2</sup> )	Elongación % Mín.	Dureza ROKWELL B
16 o menos	1200 - 1400	1000	9	240 - 380
16 - 40	1100 - 1300	900	10	240 - 380
41 - 100	1000 - 1200	800	11	240 - 380

#### Composición Química

%C	%Si	%Mn	%P	%S
0.34	0.1 - 0.35	0.60 - 0.80	0.04 - 0.30	0.002 - 0.03

#### Dimensiones

Diámetro
25 mm
32 mm
38 mm
45 mm
50 mm
60 mm
70 mm
90 mm

[www.dipacmanta.com](http://www.dipacmanta.com)

Fuente: (acero, 2017) Productos de ejes y barras

## Anexo 4: Propiedades mecánicas del material AISI 4340.

### Propiedades físicas

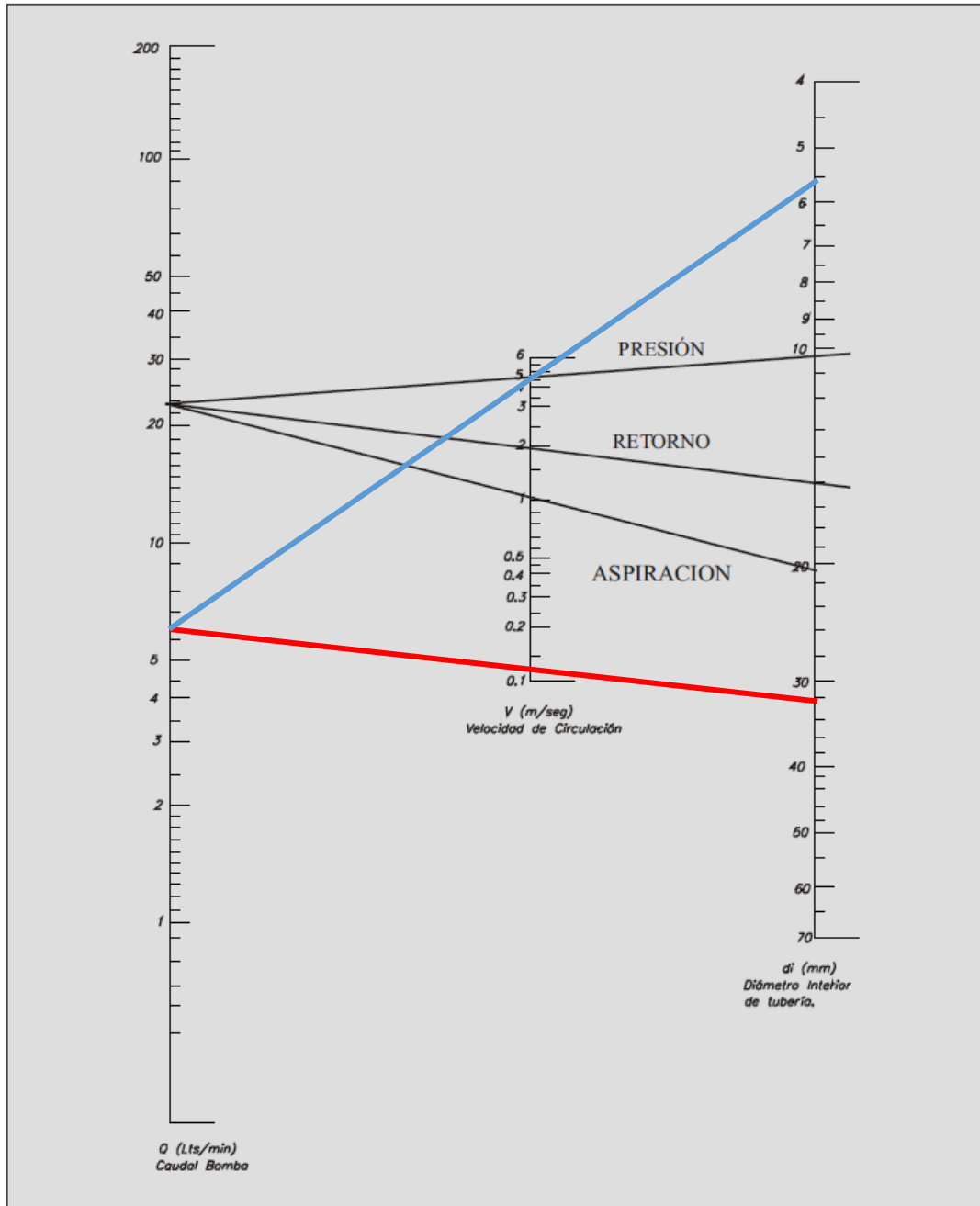
Propiedades	Métrico	Imperial
Densidad	7,85 g/cm <sup>3</sup>	0,284 lb/pulg. <sup>3</sup>
Punto de fusión	1427 °C	2600 °F

### Propiedades mecánicas

Propiedades	Métrico	Imperial
Esfuerzo de tracción	745 MPa	108000 psi
Límite elástico	470 MPa	68200 psi
Módulo de volumen (típico para aceros)	140 GPa	20300 ksi
Módulo de corte (típico para aceros)	80 GPa	11600 ksi
Módulo de elasticidad	190-210 GPa	27557-30458 ksi
Coefficiente de Poisson	0,27-0,30	0,27-0,30
Alargamiento de ruptura	22%	22%
Reducción de superficie	50%	50 %
Dureza, Brinell	217	217
Dureza, Knoop (convertido de la dureza Brinell)	240	240
Dureza, Rockwell B (convertido de la dureza Brinell)	95	95
Dureza, Rockwell C (convertido de la dureza Brinell) (Valor por debajo de la dureza Rockwell C, únicamente a efectos comparativos)	17	17
Dureza, Vickers (convertido de la dureza Brinell)	228	228
Maquinabilidad (recocido y estirado en frío) Basado en maquinabilidad 100 para acero AISI 1212.	50	50

**Fuente:** (NeoNickel, s.f.) <http://www.neonickel.com/es/alloys/ally-steel/4340-ally-steel/>

**Anexo 5:** Determinación de la tubería gráficamente.



**Fuente:** (S.A., 2005)

$Q = 7,09 \text{ lts/mit}$

$v = 10 \text{ mm/s}$

## Anexo 6: Especificaciones técnicas del acero ASTM A36.



### PLANCHAS LAMINADAS AL CALIENTE



#### Especificaciones Generales

**Espesores** 1.20mm a 150.00mm  
**Rollos** Ancho 1000mm, 1220mm, 1500mm  
**Planchas** 4 x 8 pies y a medida

PLANCHAS

#### Calidad Comercial

Calidad	Composición Química							Propiedades Mecánicas				Norma Equivalente
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%AL	%CU	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Doblado 180°		
JIS G3131 SPHC	0,08 0,13	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,05 max	0,02 0,08	0,2 max	270 min	29 min	0= Oe	SAE 1010 ASTM A-569	
SAE 1008	0,03 0,1	0,25 0,5	0,02 max	0,025 max	0,04 max	0,02 0,08	0,2 max				JIS G3132 SPHT1	
SAE 1012	0,1 0,15	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,03 max	0,02 0,08	0,2 max				ASTM A-635 ASTM A-570 GRADO 33	

#### Calidad Estructural

Norma	Composición Química							Propiedades Mecánicas				Norma Equivalente
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%CU	OTROS	Fluencia (Mpa)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alarga- miento %	Doblado 180°	
ASTM A-588M Grado A	0,19 max	0,8 1,25	0,04 max	0,05 max	0,3 0,6	0,25 0,40	Ni 0,15-0,35 Cr 0,40-0,65 V 0,02-0,10	345 min	485 min	18 min		
ASTM A-283 Grado C	0,12 0,18	0,3 0,6	0,025 max	0,03 max	0,04 max	0,2 max		205 min	380 516 max	25 min	0=1,5e	SAE 1015
JIS G-3101 5541 M	0,17 0,23	0,3 0,6	0,025 max	0,025 max	0,04 max	0,25 max		250 min	400 min 550 max	21 min		SAE 1020 ASTM A-36 ASTM A-570 GRADO 36
A 36	0,25 0,29	0,80 1,2	0,04 max	0,05 max	0,4 max	0,20 max		250 min	400 min 550 max	20 min		
A570-GR50	0,25	1,35 max	0,035 max	0,04 max				340 min	450 min 550 max	17 min	1-1/2e	

www.dipacmanta.com

Fuente: (acero, 2017)

## Anexo 7: Especificaciones técnicas del acero K100.

### BÖHLER K100

#### Façonnage à chaud

##### Forgeage:

1050 - 850°C

Refroidissement lent dans le four ou dans un matériel calorifuge.

#### Traitement thermique

##### Recuit:

800 - 850°C

Refroidissement lent et contrôlé au four avec une vitesse de 10 à 20°C par heure jusqu'à environ 600°C, puis refroidissement à l'air.

Dureté après le recuit:

**248 HB maxi.**

##### Recuit de détente:

Env. 650°C

Refroidissement lent dans le four.

Pour la détente après usinage important ou pour les outils de forme compliquée.

Temps de maintien à la température après chauffage à cœur: 1-2 heures en ambiance neutre.

##### Trempe:

940 - 970°C

Huile, en bain de sel de 220 à 250°C ou 500 à 550°C, trempe possible à l'air ou l'air comprimé pour épaisseurs de 25 mm au max. et avec températures de trempe à la limite supérieure.

Temps de maintien à la température après réchauffage à cœur: 15 - 30 minutes.

Dureté à atteindre: 57 - 62 HRC.

##### Revenu:

Chauffage lent à la température de revenu immédiatement après la trempe / temps de séjour au four 1 heure par 20 mm d'épaisseur, mais au moins 2 heures / refroidissement à l'air.

Vous trouvez les valeurs indicatives de la dureté à atteindre après le revenu dans le diagramme de revenu.

Dans certains cas il est utile de procéder de manière à réduire la température de revenu et à prolonger le temps de maintien.

#### Conformación en caliente

##### Forjado:

1050 a 850°C

Enfriamiento lento en el horno o en material termoaislante.

#### Tratamiento térmico

##### Recocido blando:

800 - 850°C

Enfriamiento lento y controlado en el horno 10-20°C/h, hasta 600°C, enfriamiento posterior al aire.

Dureza después del recocido blando:

**máx. 248 Brinell.**

##### Recocido de eliminación de tensiones:

Aprox. 650°C

Enfriamiento lento en el horno.

Para disminuir la tensión después de un mecanizado extenso, o en herramientas complicadas.

Tiempo de permanencia después del calentamiento a fondo: 1 - 2 horas en atmósfera neutra.

##### Temple:

940 - 970°C

Aceite, baño de sal de 220 a 250°C o 500 a 550°C, es posible un temple al aire o al aire comprimido hasta un espesor máximo de 25 mm en el límite superior de temperaturas de temple.

Tiempo de permanencia después del calentamiento a fondo: 15 - 30 minutos.

Dureza obtenible: 57 - 62 HRC.

##### Revenido:

Calentamiento lento hasta la temperatura de revenido inmediatamente después del temple / tiempo de permanencia en el horno: 1 hora por cada 20 mm de espesor de la pieza, pero como mínimo 2 horas / enfriamiento al aire.

Los valores aproximados de la dureza alcanzable después del revenido figuran en el diagrama de revenido.

En determinados casos puede resultar conveniente reducir la temperatura de revenido, prolongando el tiempo de permanencia.

**Fuente:** Catálogos de aceros BOHLER.

**Anexo 8: Equivalencias de dureza a resistencia a la tracción.**

**EQUIVALENCIAS ENTRE DUREZAS BRINELL, ROCKWELL, VICKERS Y SHORE Y LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN**

Brinell Diámetro Huella	Brinell Dureza HB	Rockwell Dureza Ha	Rockwell Dureza HRb	Rockwell Dureza HRC	Vickers Dureza HV	Shore	Resistencia a la tracción Kg/mm <sup>2</sup>
2.35	682	64.0	-	65	885	91.0	232.9
2.40	652	83.0	-	63	820	87.2	221.5
2.45	627	81.5	-	61	765	84.8	213.5
2.5	600	80.5	-	59	633	76.5	188.7
2.55	578	79.5	-	59	717	81.5	204.0
2.60	555	79.0	120	57	675	78.5	195.1
2.65	534	78.0	119	54	598	73.5	181.3
2.70	514	77.0	119	52	567	71.0	174.9
2.75	495	76.5	117	51	540	68.5	168.0
2.80	477	75.5	117	49	515	66.7	162.2
2.85	461	74.4	116	48	494	65.0	157.0
2.90	444	73.5	115	46	472	63.0	150.6
2.95	429	73.0	115	45	454	61.0	145.6
3.00	415	72.5	114	44	437	59.0	140.0
3.05	401	71.5	113	42	420	57.2	136.0
3.10	388	71.0	112	41	404	55.8	132.0
3.15	375	70.5	112	40	389	54.0	127.5
3.20	363	70.0	110	39	375	52.2	123.4
3.25	352	69.5	110	38	363	50.5	120.0
3.30	341	68.5	109	36	350	49.2	115.9
3.35	331	68.0	109	35	339	48.0	112.4
3.40	321	67.5	108	34	327	46.7	109.1
3.45	311	67.0	108	33	316	45.2	105.6
3.50	302	66.5	107	32	305	44.5	102.7
3.55	293	66.0	106	31	296	43.2	99.6
3.60	285	65.5	105	30	287	42.0	96.9
3.65	277	65.0	104	29	279	41.0	94.2
3.70	269	64.5	104	28	270	40.0	91.5
3.75	262	64.0	103	27	263	39.2	89.1
3.80	255	63.0	102	25	256	38.5	86.7
3.85	248	62.5	102	24	248	37.5	84.3
3.90	241	62.0	100	23	241	36.5	81.9
3.95	235	61.5	100	22	235	35.7	79.9
4.00	229	61.0	99	21	229	35.0	77.9
4.05	223	60.5	98	20	223	34.0	75.8
4.10	217	-	97	18	217	33.0	73.8
4.15	212	-	96	17	212	32.5	72.1
4.20	207	-	96	16	207	32.0	70.4
4.25	202	-	95	15	202	31.2	68.7
4.30	197	-	94	14	197	30.2	67.0
4.35	192	-	93	13	192	29.5	65.3
4.40	187	-	92	11	187	29.0	63.6
4.45	183	-	91	10	183	28.5	62.2
4.50	179	-	90	9	179	28.0	60.9
4.55	174	-	89	7	174	27.5	59.2
4.60	170	-	88	6	170	26.5	57.8
4.65	166	-	87	4	166	25.5	56.3
4.70	163	-	86	3	163	25.0	55.4
4.75	159	-	85	1	159	24.5	54.0
4.80	156	-	84	0	156	24.0	53.0
4.85	153	-	82	-	153	23.0	52.0
4.90	149	-	81	--	149	23.0	50.7
4.95	146	-	80	--	146	22.0	49.6
5.00	143	-	79	-	143	22.0	48.6
5.05	140	-	78	-	140	21.0	47.6
5.10	137	-	77	-	137	21.0	46.6
5.15	134	-	76	-	134	21.0	45.6
5.20	131	-	74	-	131	20.0	44.5
5.25	128	-	73	-	128	20.0	43.5
5.30	126	-	72	-	126	-	42.8
5.35	124	-	71	-	124	-	42.2
5.40	121	-	70	-	121	-	41.2
5.45	118	-	69	-	118	-	40.1
5.50	116	-	68	-	116	-	39.4
5.55	114	-	67	-	114	-	38.8
5.60	112	-	66	-	112	-	38.0
5.65	109	-	65	-	109	-	37.1
5.70	107	-	64	-	107	-	36.4
5.75	105	-	62	-	105	-	35.7
5.80	103	-	61	-	103	-	35.0

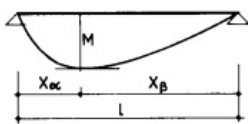
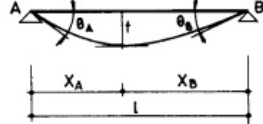
Fuente: <http://www.cemausa.com/docs/DUREZA.pdf>

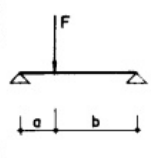
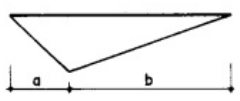
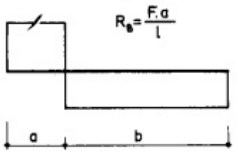
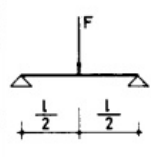
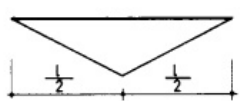
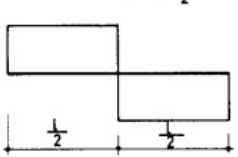
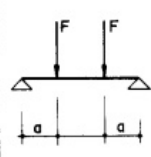
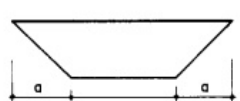
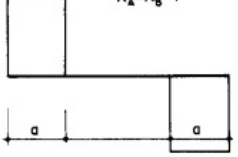
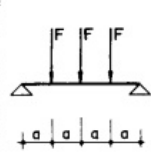

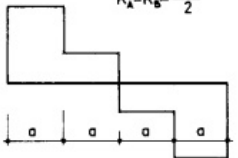


## Anexo 9: Vigas en voladizo.

### VIGA APOYADA DISTINTAS HIPOTESIS DE CARGA

$F, q$  y segmentos en valor absoluto.

SOLICITACION	DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES MOMENTO MAXIMO	DIAGRAMA DE ESFUERZOS CORTANTES REACCIONES EN APOYOS	FLECHAS MAXIMAS ANGULOS DE GIRO EXTREMOS
	$M = \frac{F a b}{l}$ 	$R_A = \frac{F b}{l}$ $R_B = \frac{F a}{l}$ 	$a < b, x_m = \left[ \frac{b(l+a)}{3} \right]^{1/2}, f = \frac{F a}{3 l E I} \left[ \frac{b(l+a)}{3} \right]^{3/2}$ $a > b, x_m = \left[ \frac{a(l+b)}{3} \right]^{1/2}, f = \frac{F b}{3 l E I} \left[ \frac{a(l+b)}{3} \right]^{3/2}$ $\theta_A = \frac{F a b (l+b)}{6 l E I}, \theta_B = \frac{F a b (l+a)}{6 l E I}$
	$M = \frac{F l}{4}$ 	$R_A = R_B = \frac{F}{2}$ 	$x_A = x_B = \frac{l}{2}, f = \frac{F l^3}{48 E I}$ $\theta_A = \theta_B = \frac{F l^2}{16 E I}$
	$M = F a$ 	$R_A = R_B = F$ 	$x_A = x_B = \frac{l}{2}, f = \frac{F a}{24 E I} (3l^2 - 4a^2)$ $\theta_A = \theta_B = \frac{F a (l-a)}{2 E I}$
	$M = \frac{F l}{2}$ 	$R_A = R_B = \frac{3F}{2}$ 	$x_A = x_B = \frac{l}{2}, f = \frac{19}{384} \frac{F}{E I} l^3$ $\theta_A = \theta_B = \frac{5 F l^2}{32 E I}$

Fuente: (web formulario vigas pdf).

## Anexo 10: Propiedades geométricas de inercia

### Parte 1 Propiedades de las secciones

$A$  = área

$G$  = ubicación del centroide

$I_x = \int y^2 dA$  = segundo momento de área con respecto al eje  $x$

$I_y = \int x^2 dA$  = segundo momento de área con respecto al eje  $y$

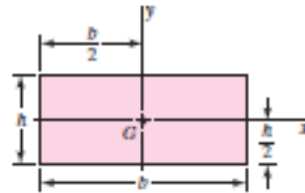
$I_{xy} = \int xy dA$  = momento mixto de área con respecto a los ejes  $x$  y  $y$

$J_G = \int r^2 dA = \int (x^2 + y^2) dA = I_x + I_y$

= segundo momento polar de área con respecto al eje que pasa por  $G$

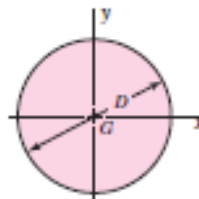
$k_x^2 = I_x/A$  = radio de giro al cuadrado con respecto al eje  $x$

Rectángulo



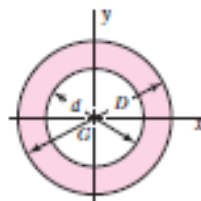
$$A = bh \quad I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_y = \frac{b^3h}{12} \quad I_{xy} = 0$$

Círculo



$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad I_x = I_y = \frac{\pi D^4}{64} \quad I_{xy} = 0 \quad J_G = \frac{\pi D^4}{32}$$

Círculo hueco



$$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \quad I_x = I_y = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4) \quad I_{xy} = 0 \quad J_G = \frac{\pi}{32}(D^4 - d^4)$$

**Fuente:** (Shigley & Mischke, 2002)

## Anexo 11: Proformas



**Proforma #**  
**Ctz.162017**

Dirección : Llano Grande conjunto Pueblo Blanco # 2  
Quito- Ecuador.  
Teléfono: 4004372/3381137  
Móvil: 099 27 24 868/098 498 17 28

Cliete: A&T CLIMATIZACION INTEGRAL  
Dirección: 17 DE SEPTIEMBRE N3268  
Atención: ANTONIO TIPANTOCTA  
Telefono: 2 - 830 - 773  
E-mail : at.ing.mec@gmail.com

Fecha: 26/09/2017  
Validez de la oferta : Sujeto a Stock de materiales  
Forma de Pago 70 % ANTICIPO, 30 % CONTRAENT  
Tiempo de Entrega ACORDAR  
Realizado por : ING. EDISON MANOBANDA

DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNIT.	TOTAL
DISEÑO Y CONTRUCIONN UNIDAD HIDRAULICA 1161 PSI , SIMPLE EFECTO CAUDAL 2,46 GLM MOTOR 3450 RPM 2HP	1	\$ 1.540,00	\$ 1.540,00
PARA CUALQUIER INQUIETUD COMUNICARSE Ing: Diego Recalde Asesor Comercial telf: 4004372/3381137 Movil : 099 27 24 868 Dirección: Llano Grande conjunto Pueblo Blanco # 2.		SUBTOTAL DESCUENTO IVA <b>TOTAL</b>	\$ 1.540,00  \$ 184,80 \$ 1.724,80

GRACIAS POR SU CONFIANZA EN NOSOTROS



## Anexo 12: Construcción de la máquina muescadora



## Construcción de cilindro hidráulico.





Instalación de la unidad hidráulica.



Montaje de los cilindros hidráulicos.



Máquina muescadora vista posterior.



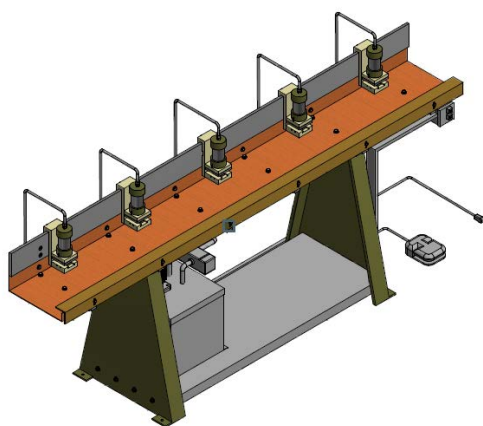
Máquina muescadora terminada.



**MANUAL**

**DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

**MAQUINA MUESCADORA HIDRÁULICA**



**A&T CLIMATIZACION INTEGRAL**

**Quito - Ecuador**



<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>1.- IMPORTANTE</b>	<b>2</b>
<b>2.- MUESCADORA HIDRÁULICA</b>	<b>3</b>
<b>3.- PARTES DE LA MAQUINA HIDRÁULICA</b>	<b>3</b>
<b>4.- TIPOS DE MUESCAS</b>	<b>4</b>
<b>5.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>	<b>4</b>
<b>6.- OPERACIÓN MUESCADORA HIDRÁULICA</b>	<b>5</b>
<b>7.- MANTENIMIENTO</b>	<b>6</b>
<b>7.1.- PLAN DE MANTENIMIENTO</b>	<b>6</b>
<b>8.- CUADRO DE DIAGNÓSTICO Y CORRECCIÓN DE FALLAS</b>	<b>7</b>

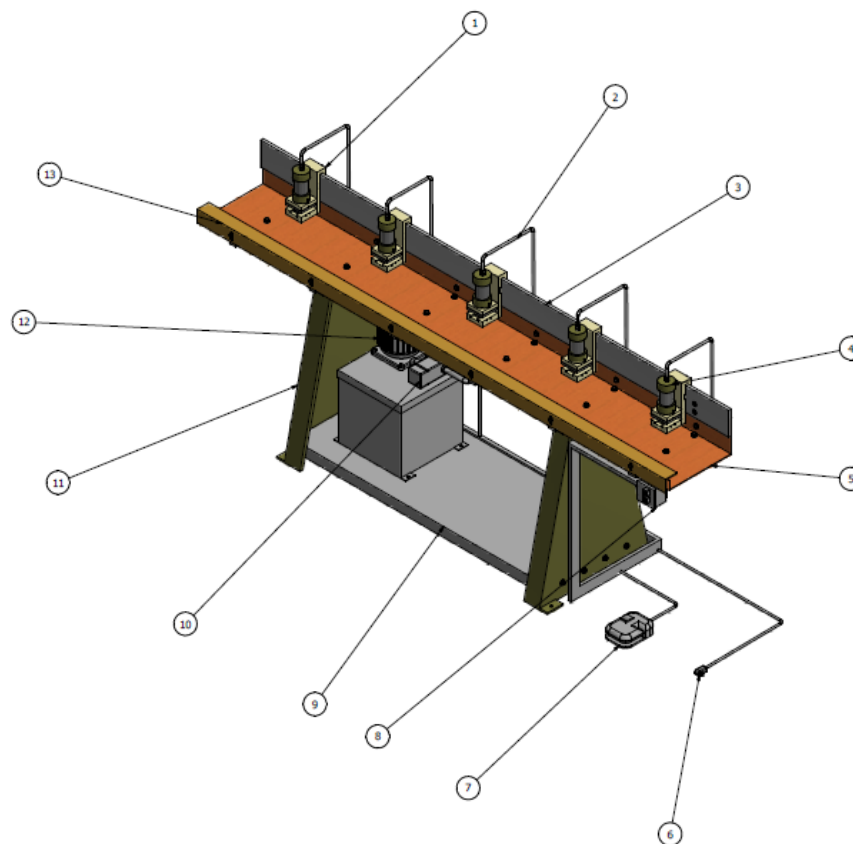
## 1.- IMPORTANTE

- Seguir las instrucciones del manual para alargar la vida útil de la máquina muescadora hidráulica
- Este manual proporciona una guía que permita determinar el correcto funcionamiento de cada uno de sus componentes.
- Utilizar equipo de protección para su manipulación
- Usar herramientas apropiadas para su ensamble
- No muescar espesores superiores a 1mm
- Colocar en sitios que se encuentren a nivel
- Desconecte el suministro eléctrico al final del día
- Inspección visual de los dados muescadores, verificar desgaste

## 2.- MUESCADORA HIDRÁULICA.

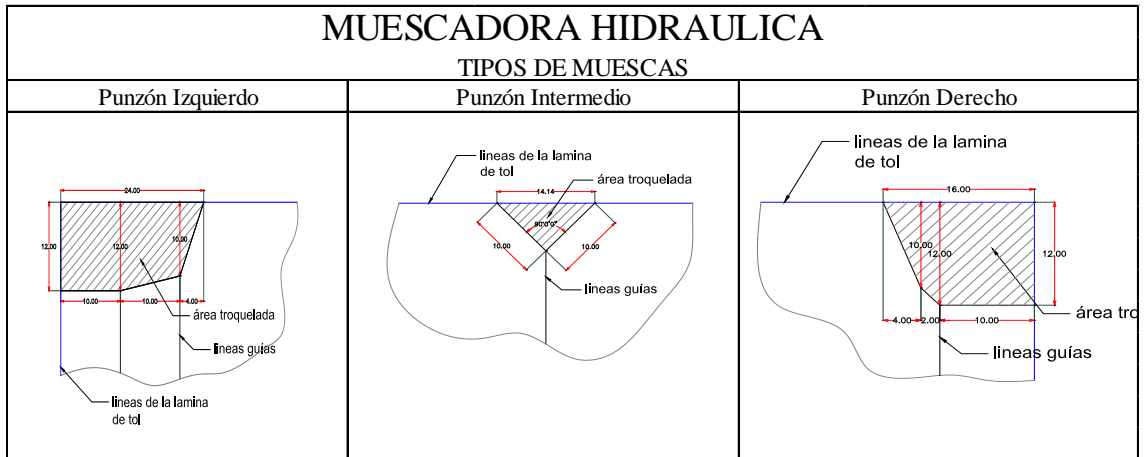
La máquina muescadora hidráulica constará con cinco cilindros hidráulicos, tres tipos de muescas tipo (macho y hembra), izquierdos, derechos y centrales, unidad hidráulica, motor para la unidad hidráulica, mangueras hidráulicas, filtros, válvulas hidráulicas y soportes en general.

## 3.- PARTES MAQUINA MUESCADORA HIDRÁULICA.



- 1.- Soporte cilindro
- 2.- Manguera hidráulica
- 3.- Riel principal
- 4.- Cilindro Hidráulico
- 5.- Bancada
- 6.- Enchufe trifásico
- 7.- Pulsante de pie
- 8.- Control ON –OFF
- 9.- Soporte horizontal
- 10.-Válvula 3-2
- 11.-Soporte vertical
- 12.-Motor eléctrico

#### 4.- TIPOS DE MUESCAS.



## 5.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

CILINDRO HIDRÁULICA		UNIDAD HIDRÁULICA COMPACTA	
Presión máxima (Psi)	1500	Presión (Psi)	1161
Recorrido max. (m)	0,35	Caudal (Gpm)	2,46
Área efectiva (mm <sup>2</sup> )	1124	Revoluciones (RPM)	3450
Velocidad de salida (mm/s)	6,66	Motor (hp) 220/3/60hz	2

ESTRUCTURA	
Largo bancada (mm)	3000
Altura (mm)	0,9
Peso total maquina (kg)	345,85

## 6.- OPERACIÓN MUESCADORA HIDRÁULICA

### 6.1 Antes de iniciar la operación verifique los siguientes puntos:

- a) Debe existir energía de fuerza y control en el Sistema 208-220 / 3 / 60.
- b) El equipo debe estar libre de obstáculos para su operación.
- c) Verificar que las mangueras no se encuentren obstruidas “dobladas”.
- d) La superficie donde se colocara la máquina muescadora hidráulica deberá estar a nivel.

### 6.2 Encendido máquina muescadora hidráulica:

- a) Presionar la opción del control ON.
- b) Regular la presión a 1000 PSI.

### 6.3 Realizar muescado

- a) Aflojar seguros de soportes de los cilindros hidráulicos.
- b) Colocar a medida que se desee muescar según ducto a elaborar
- c) Verificar medidas a muescar
- d) Ajustar seguros de soportes de los cilindros hidráulicos

- e) Colocar el pie en el pedal y accionar para proceder a muescar primer lado de la lámina galvanizada
- f) Girar lámina galvanizada 180 grados y proceder a muescar segundo lado

### **2.3 Apagado máquina muescadora hidráulica:**

- a) Presionar la opción del control OFF
- b)

## **7.- MANTENIMIENTO**

El mantenimiento requerido para la maquina muescadora hidráulica, es el mínimo indispensable para asegurar una operación adecuada y eficiente del mismo, por lo tanto debe realizarse de una manera periódica bajo las siguientes indicaciones.

### **7.1 PLAN DE MANTENIMIENTO**

#### **Diaria**

- a) Verificar fugas de aceite
- b) El botón de parada no debe muy alejado
- c) Verificar que las mangueras no se encuentren doblas

#### **Semanal**

- a) Limpieza máquina muescadora hidráulica

#### **Mensual**

- a) Comprobar alineamiento de punzones
- b) Verificar que no haya rebabas

## ANUAL

- a) Cambio de aceite
- b) Mantenimiento unidad hidráulica compacta
- c) Rectificado de filo punzones hembra y macho

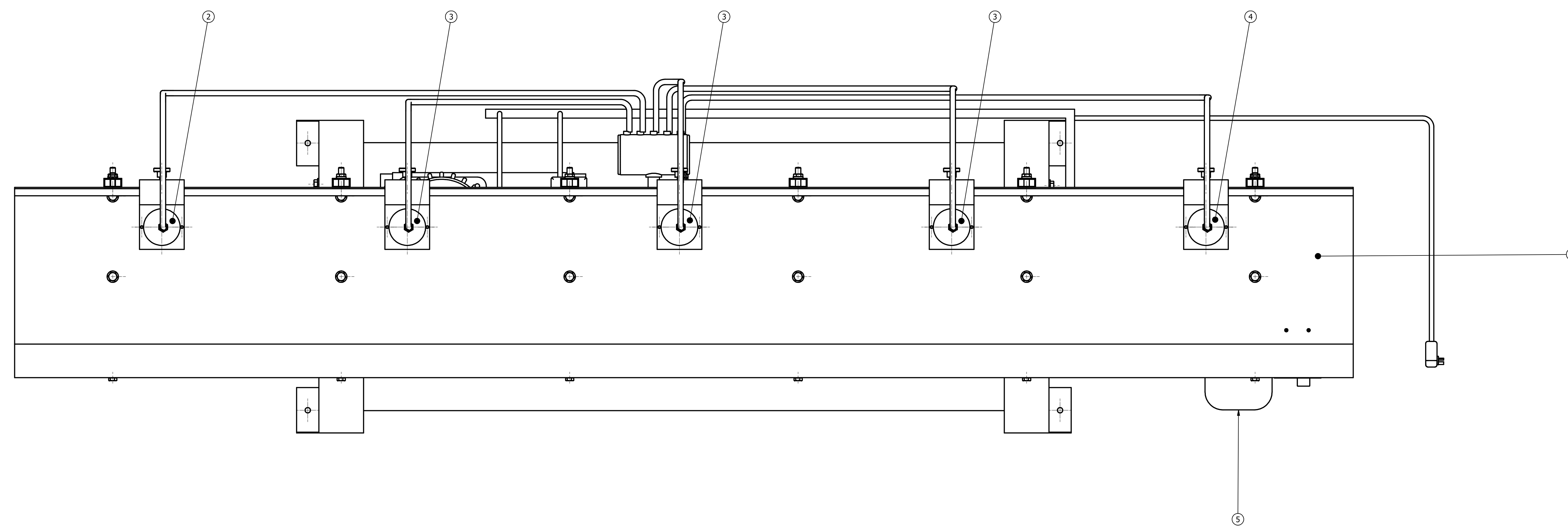
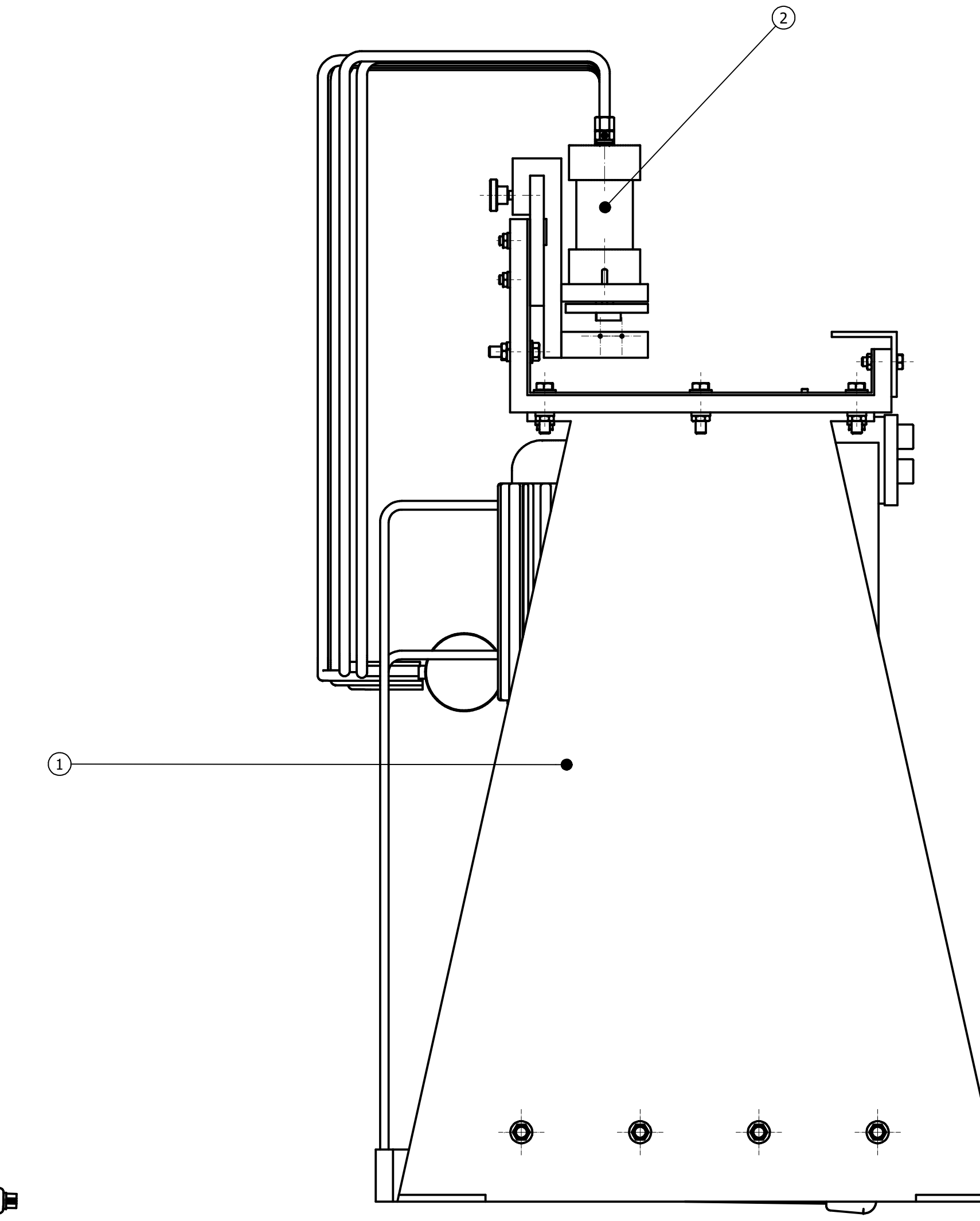
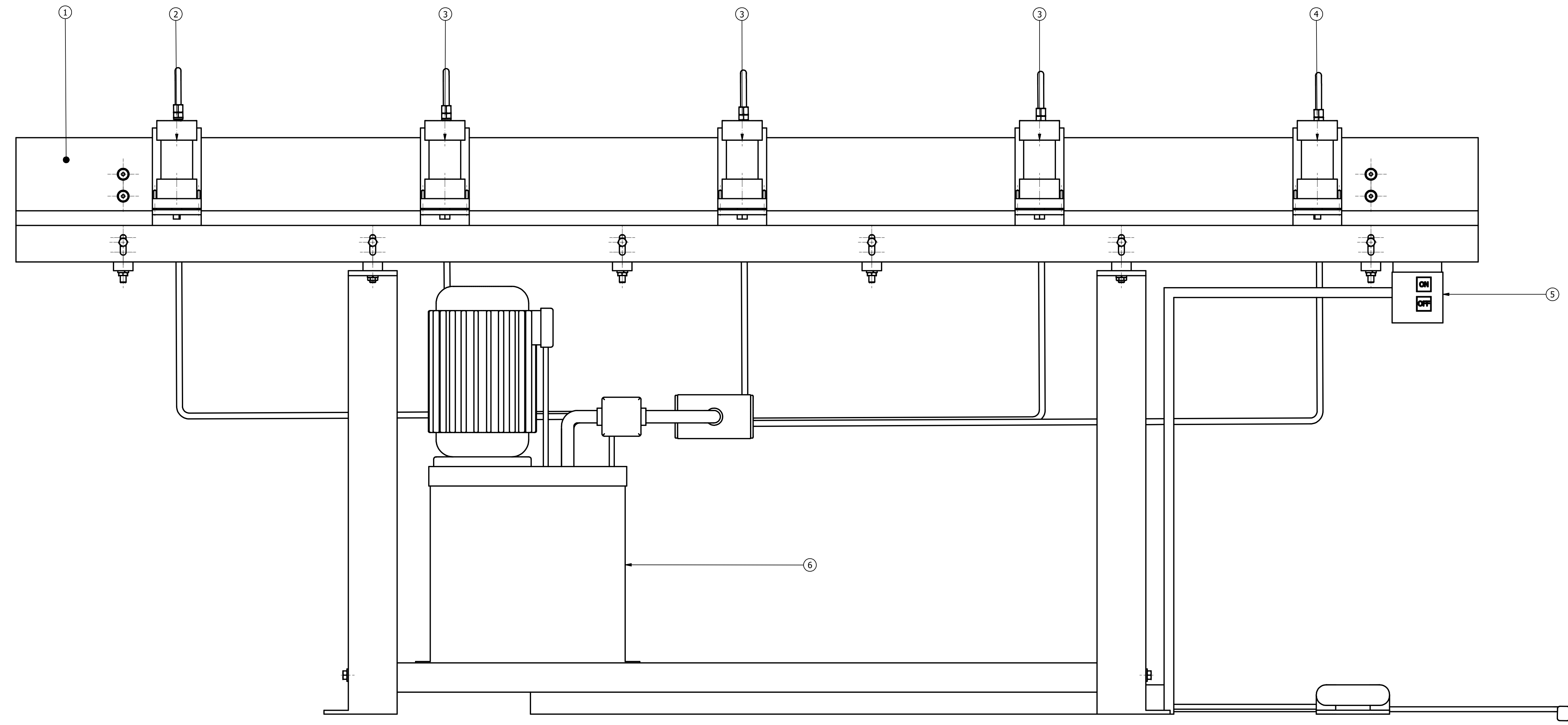
### 8.- CUADRO DE DIAGNÓSTICO Y CORRECCIÓN DE FALLAS

- |    |                    |                                               |
|----|--------------------|-----------------------------------------------|
| 1. | Síntoma :          | <b>Aceite De Color Rosa</b>                   |
|    | Causa Posible:     | a) Aceite Contaminado                         |
|    | Acción Correctiva: | a) Cambio de aceite                           |
| 2. | Síntoma:           | <b>No hay presión</b>                         |
|    | Causa Posible:     | a) Verificar conexiones eléctricas            |
|    | Acción Correctiva: | a) Realizar cambio de fase                    |
| 3. | Síntoma:           | <b>Embolo no avanza</b>                       |
|    | Causa Posible:     | a) filtro Sucio<br>b) falta aceite            |
|    | Acción Correctiva: | a) Limpiar<br>b) Completar aceite             |
| 4. | Síntoma:           | <b>Cilindro no genera presión</b>             |
|    | Causa Posible:     | a) Retenedor, empaque, chaqueteado mal estado |

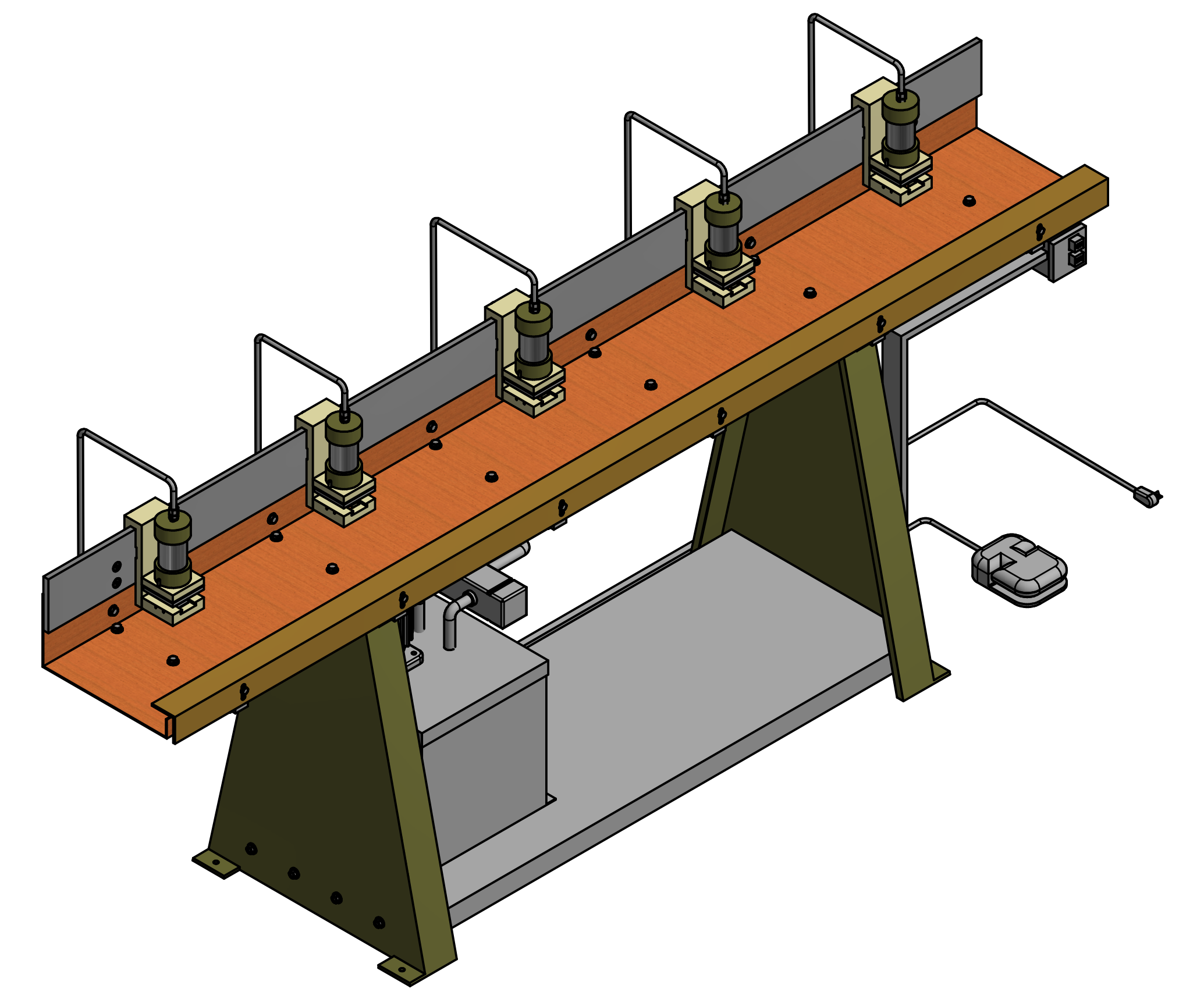
- Acción Correctiva: a) Sustituir por nuevos.
5. Síntoma: **Cilindro no regresa**
- Causa Posible: a) Resorte dañado
- Acción Correctiva: a) Cambio de resorte

# **PLANOS DE LA MUESCADORA**





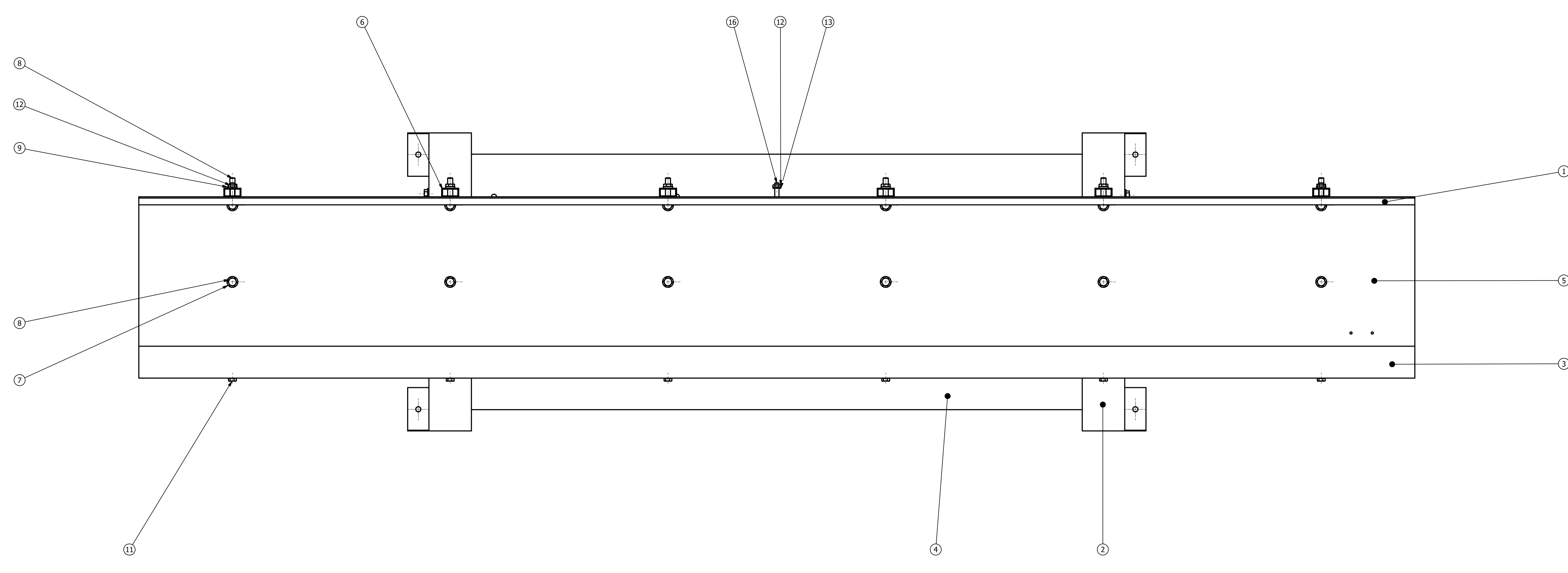
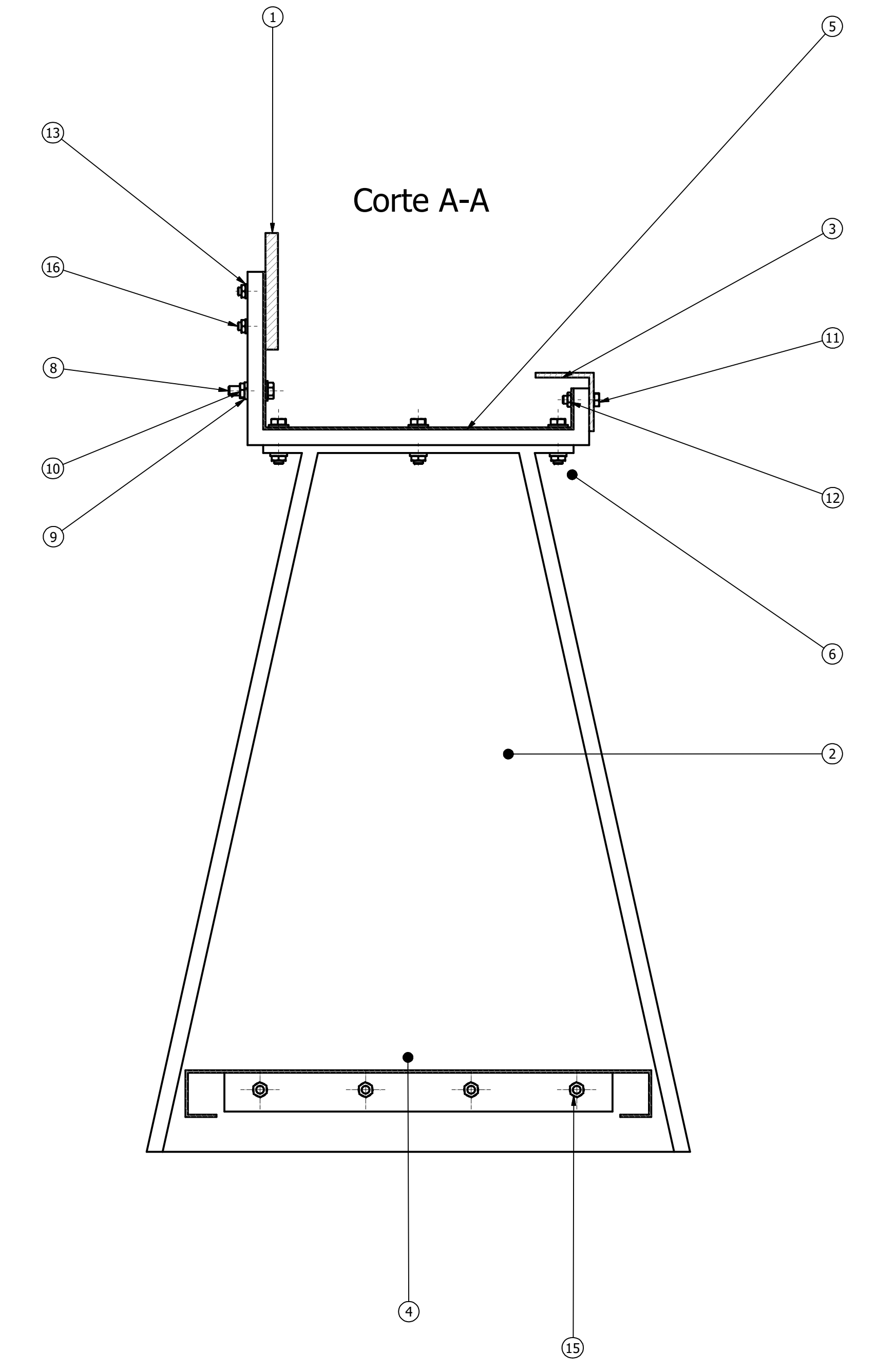
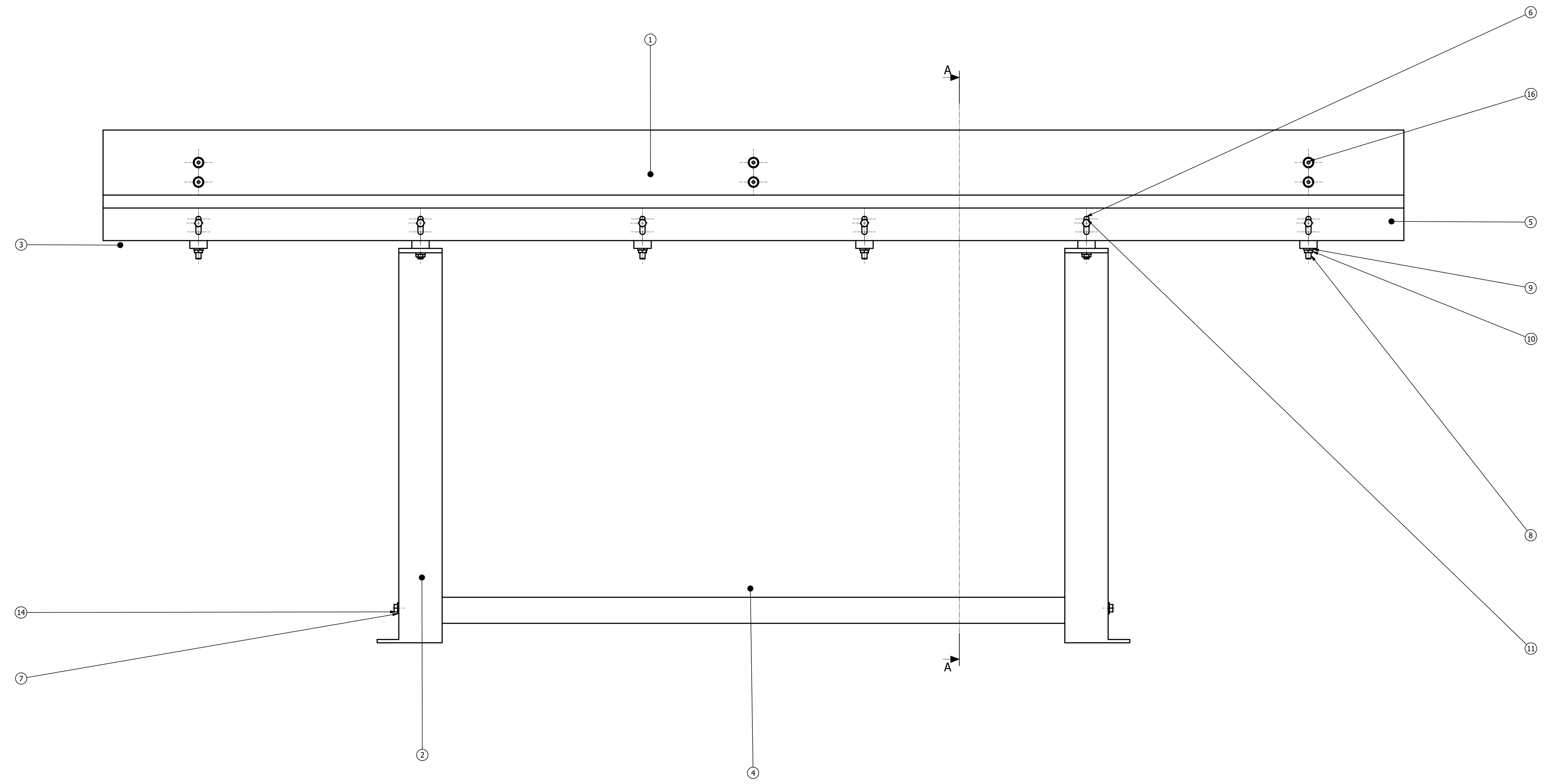
Ixometrica



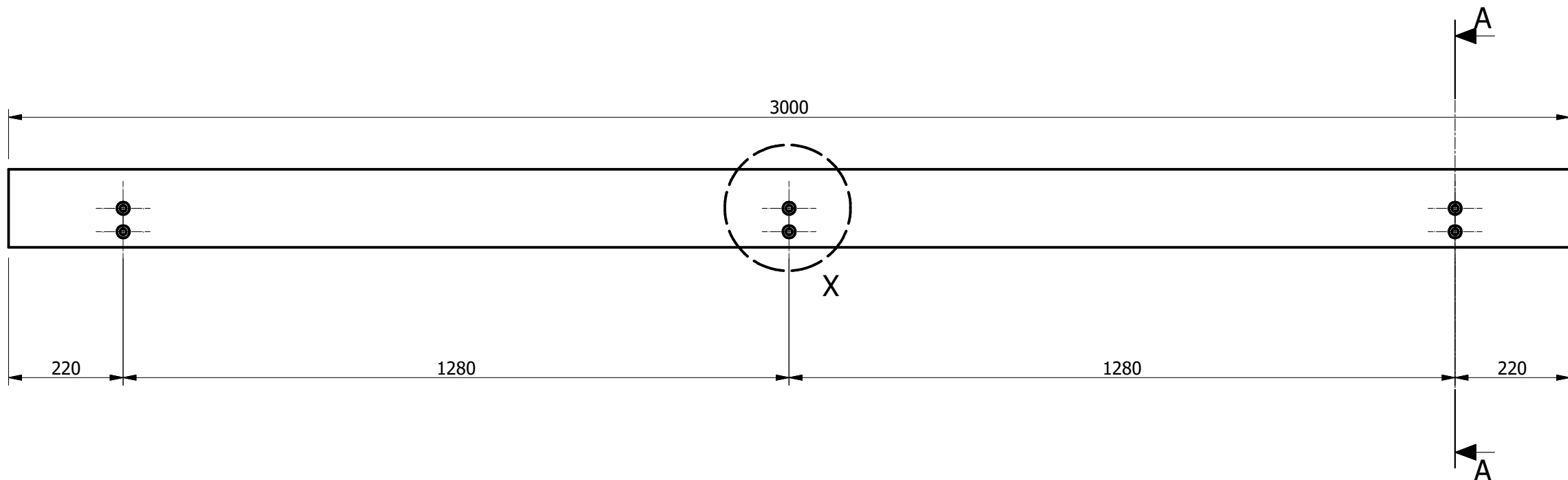
Ref.	Denominación	Cant.	Norma.	Localiz.	Material.	Dim. Brutas	Observaciones
6	SISTEMA HIDRAULICO MAQUINA MUESCADORA	1	N/A	11H	N/A	N/A	Pintado
5	SISTEMA DE CONTROL ELECTRICICO	1	N/A	6I	N/A	N/A	N/A
4	CILINDRO HIDRAULICO DERECHO	1	N/A	8J	N/A	245 X 183 X 100	Pintado
3	CILINDRO HIDRAULICO CENTRALES	3	N/A	12J	N/A	245 X 183 X 100	Pintado
2	CILINDRO HIDRAULICO IZQUIERDO	1	N/A	14J	N/A	245 X 183 X 100	Pintado
1	EXTRUCTURA	1	N/A	14J	N/A	3000 X 700 X 1090	Pintado

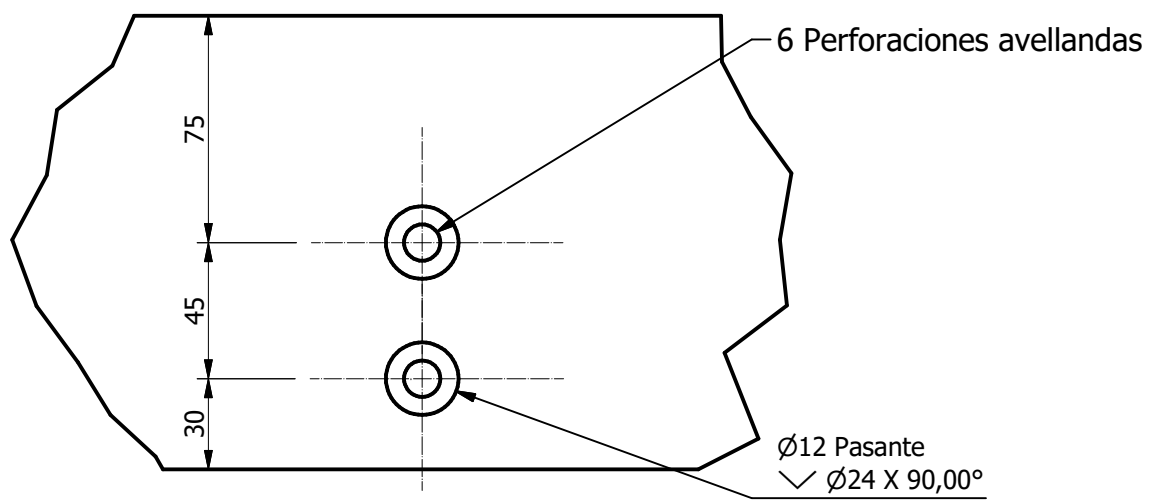
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T.	29/6/2017
			REVISOR:	Ing. Pablo Almeida	29/6/2017
TEMA:	MAQUINA MUESCADORA HIDRAULICA	ESCALA:	1:5	CODIGO:	10.8493-3146.01.00.00
			TOL:	GRA:	+/- 1.00 mm



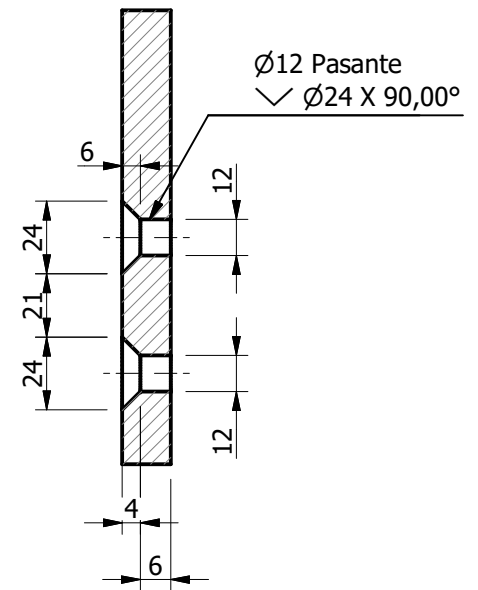
16	PERNO CABEZ EXAGONAL M10x90	6	DIM-7991	4J	Acero	N/A	N/A
15	TUERCA M10	8	AS-1474	3H	Acero	N/A	N/A
14	PERNO M10 x 20	8	AS-1427	13H	Acero	N/A	N/A
13	ARANDELA DE PRESIÓN 21.2M - 10	14	ASME-B18	5J	Acero	N/A	N/A
12	TUERCA M10	12	ISO-1035	3J	Acero	N/A	N/A
11	PERNO M10 x 40	6	AS-111	3J	Acero	N/A	N/A
10	TUERCA M12	30	ISO-4035	5J	Acero	N/A	N/A
9	ARANDEL 21.2M - 12	30	ASME-B18	5J	Acero	N/A	N/A
8	PERNO M12 x 50	24	AS-111	14D	Acero	N/A	N/A
7	ARANDELA 22M - 12 N	33	AS1-B18	13H	Acero	N/A	N/A
6	TUBOS RIGIDIZADORES	6	N/A	3J	A-36	40 X 20 X 700	Pintado
5	BANCADA	1	N/A	6D	A-36	3000 X 600 X 3	Pintado
4	SOPORTE HORIZONTAL	1	N/A	11H	A-36	1630 X 600 X 60	Pintado
3	RIEL DE NIVELACION	1	N/A	15J	A-36	3000 X 75 X 75	Pintado
2	SOPORTE VERTICAL	2	N/A	13H	A-36	150 X 817 X 700	Pintado
1	RIEL PRINCIPAL	1	N/A	11J	A-36	150 X 10 X 2000	Pintado
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Localiz.	Material	Dim. Brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA					U.P.S	DIBUJO: Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017	
						DISEÑO: Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017	
						REVISO: Ing. Pablo Almeida 29/6/2017	
TEMA: EXSTRUCTURA					ESCALA: 1 : 5	CODIGO: 10.8493-3146.01.01.00 TOL. GRAF	



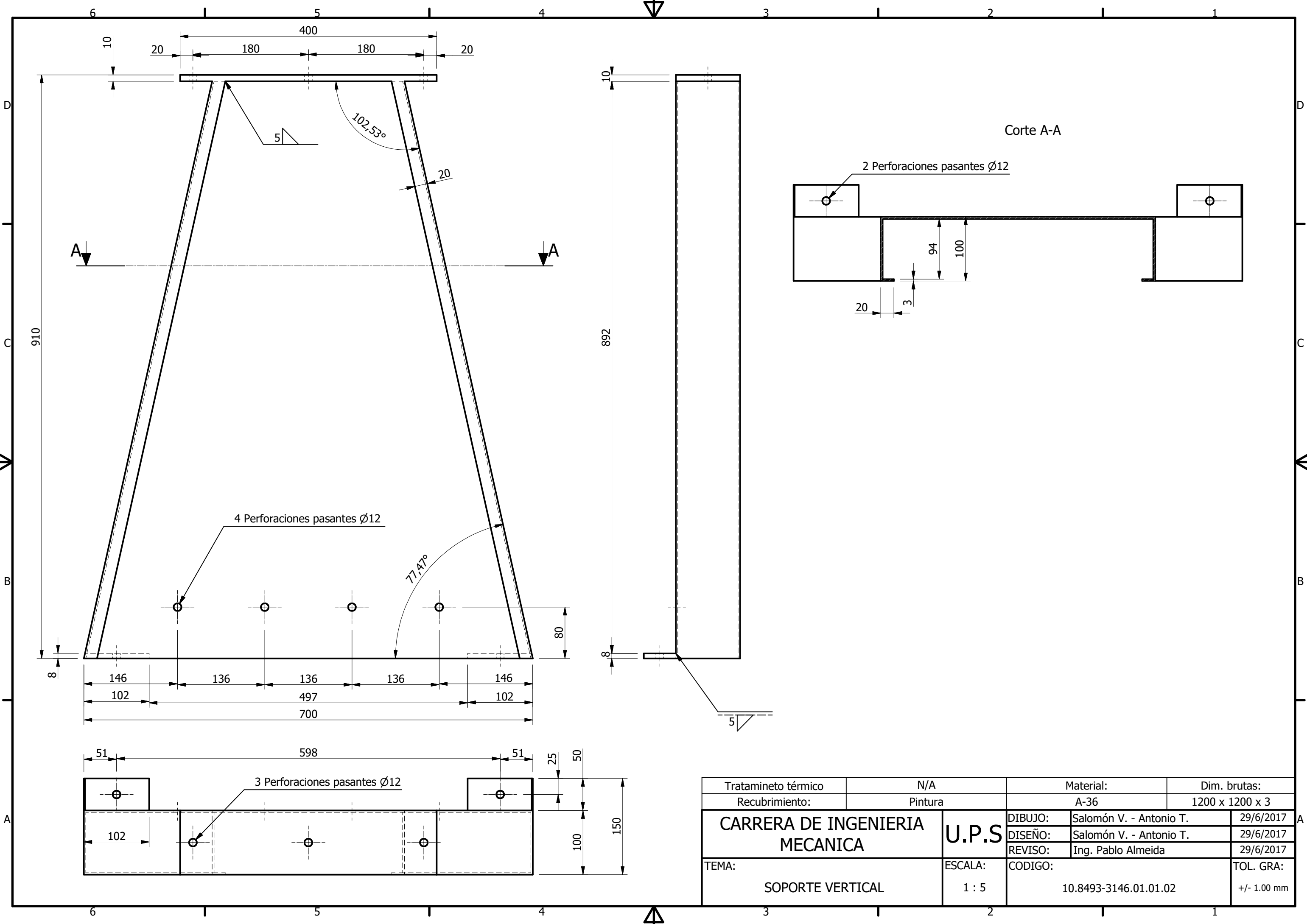
Detalle X ( 1 : 2.5 )



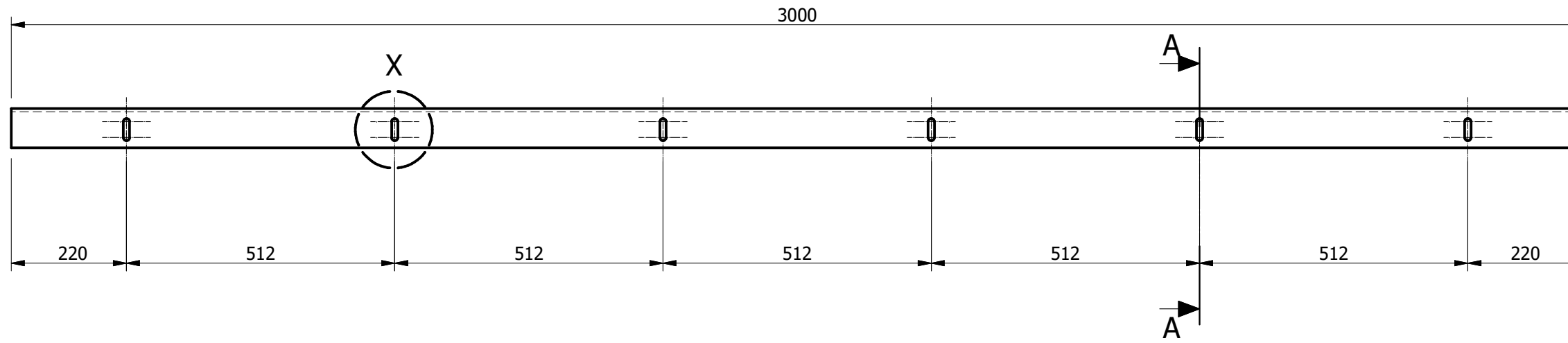
Corte A-A ( 1 : 2.5 )



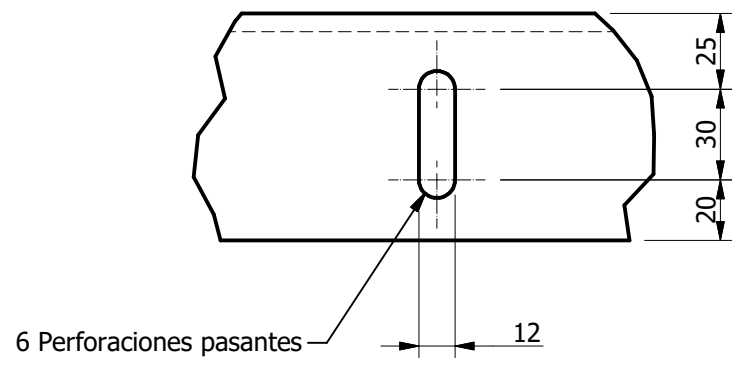
Tratamineto térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-36	3000x150x10
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
RIEL PRINCIPAL	1 : 10	10.8493-3146.01.01.01	+/- 1.00 mm



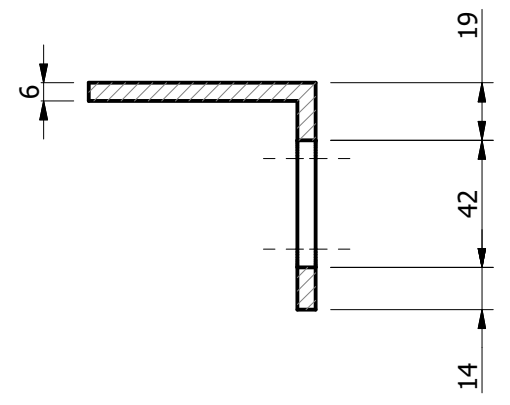
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-36	1200 x 1200 x 3
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
SOPORTE VERTICAL	1 : 5	10.8493-3146.01.01.02	+/- 1.00 mm



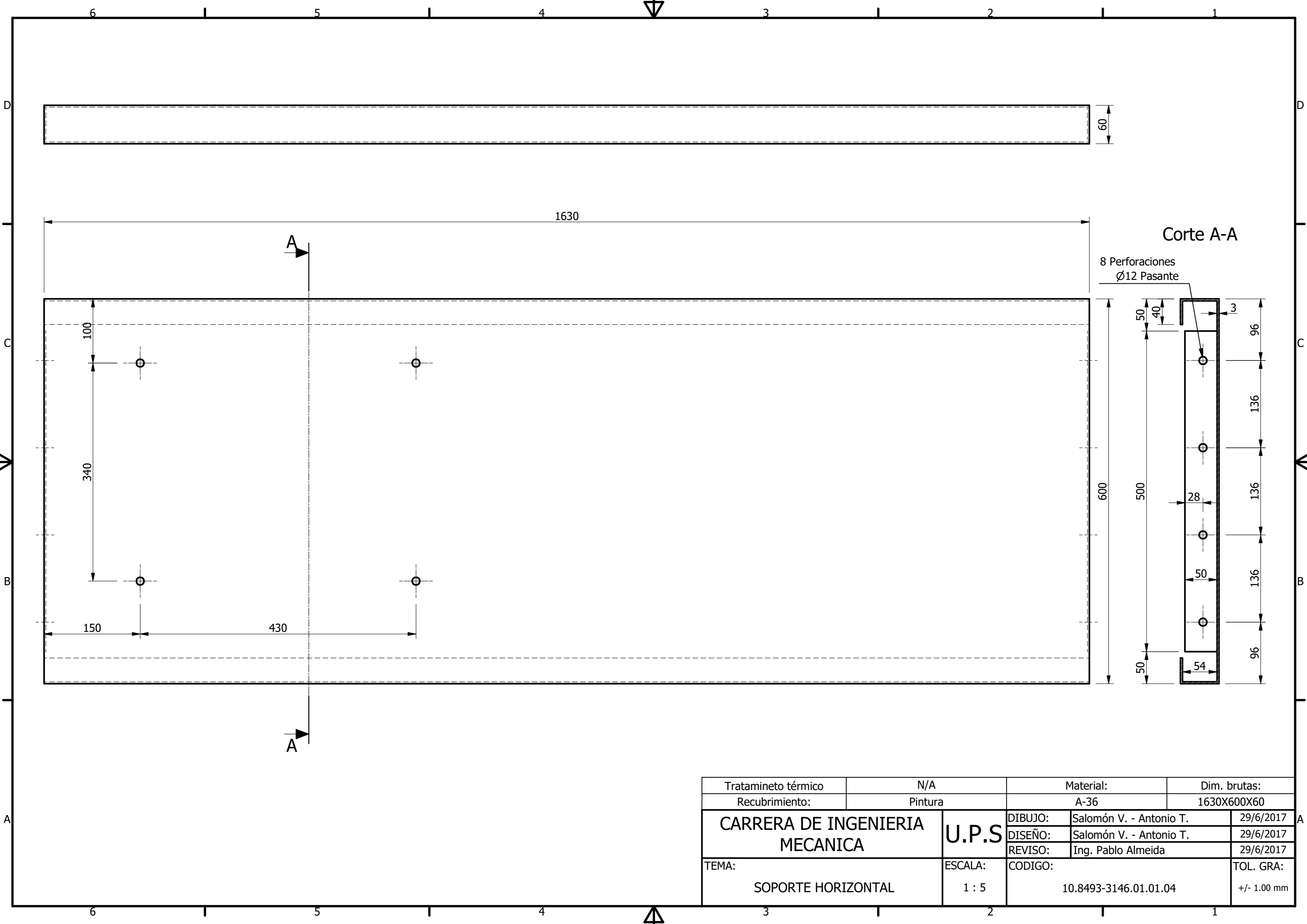
Detalle X ( 1 : 2.5 )



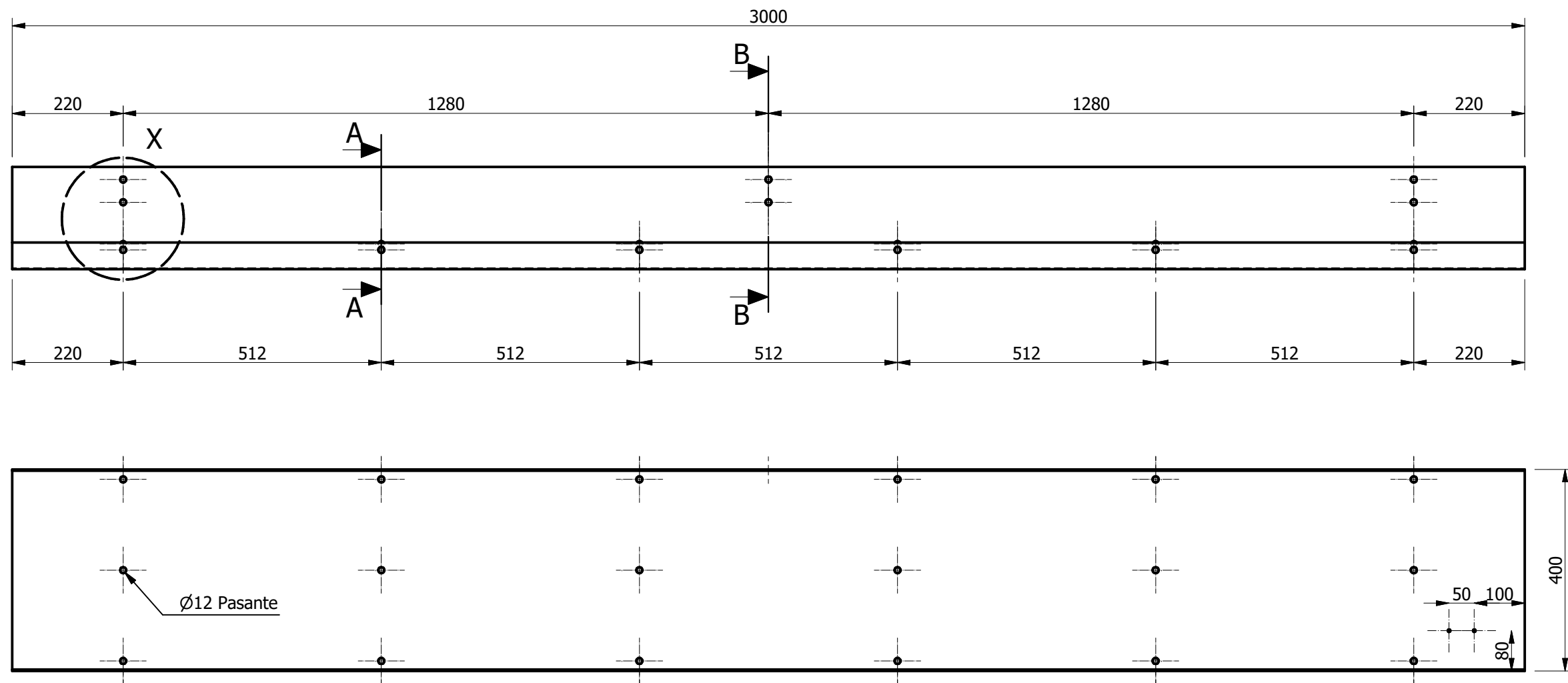
Corte A-A ( 1 : 2.5 )



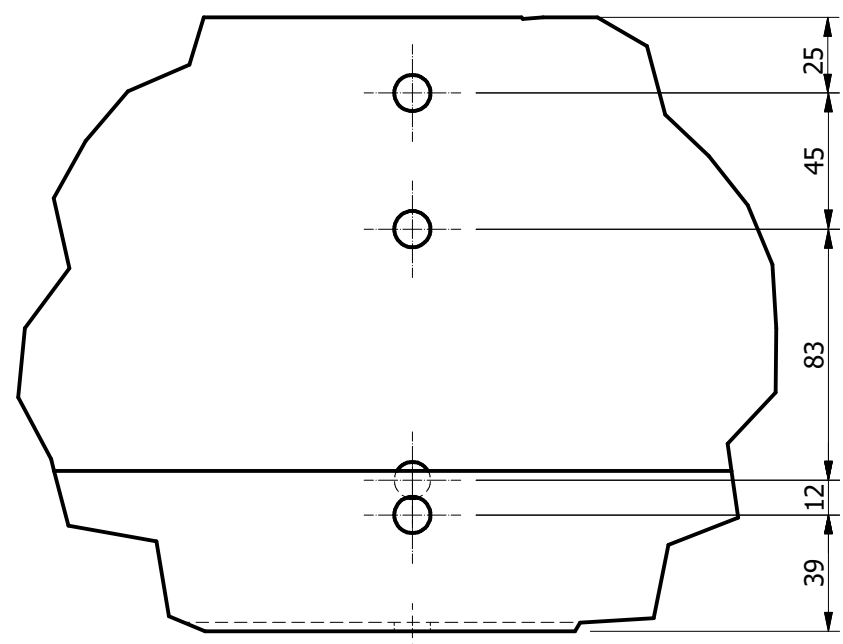
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-36	3000X75X75
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
RIEL DE NIVELACIÓN	1 : 10	10.8493-3146.01.01.03	+/- 1.00 mm



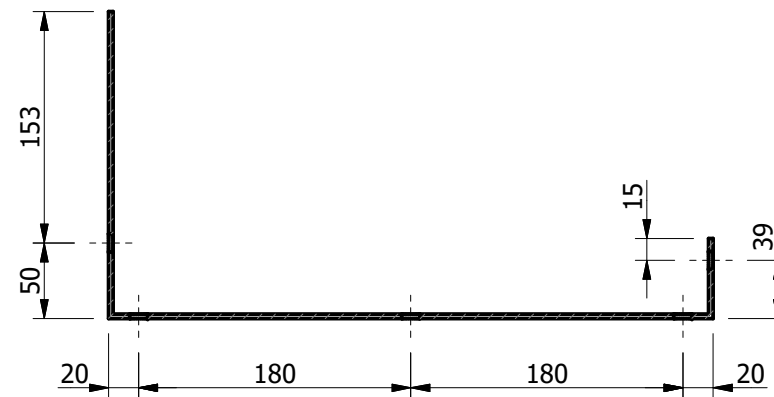
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-36	1630X600X60
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
SOPORTE HORIZONTAL	1 : 5	10.8493-3146.01.01.04	+/- 1.00 mm



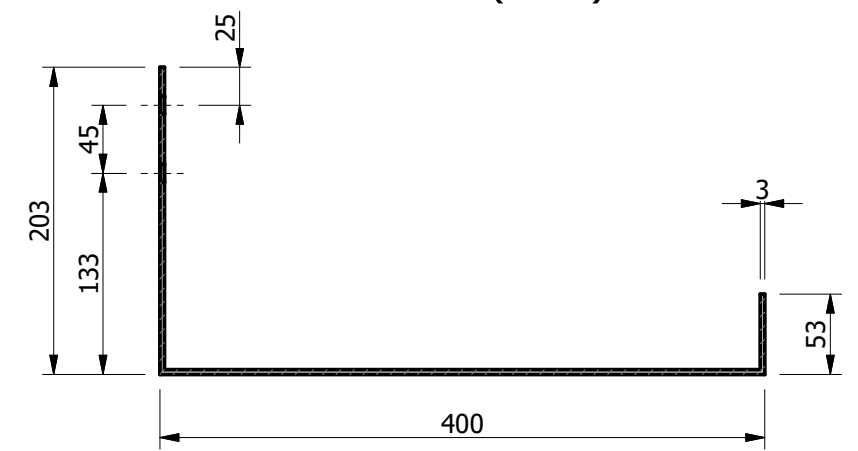
Detalle X ( 1 : 2.5 )



Corte A-A ( 1 : 5 )

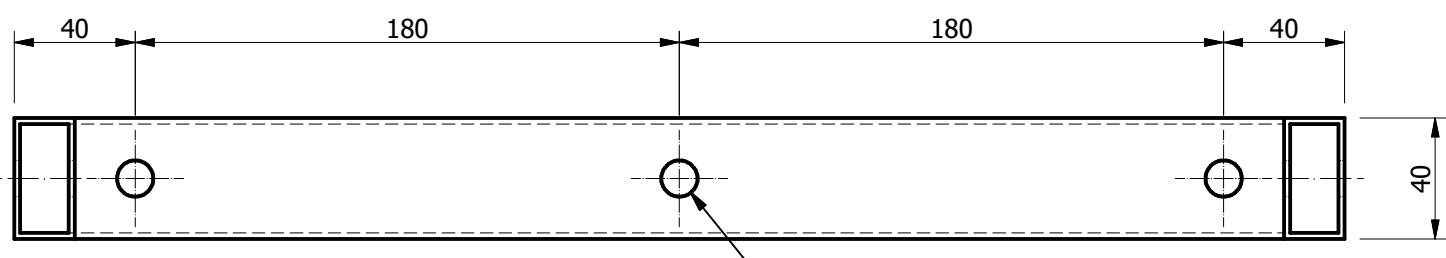
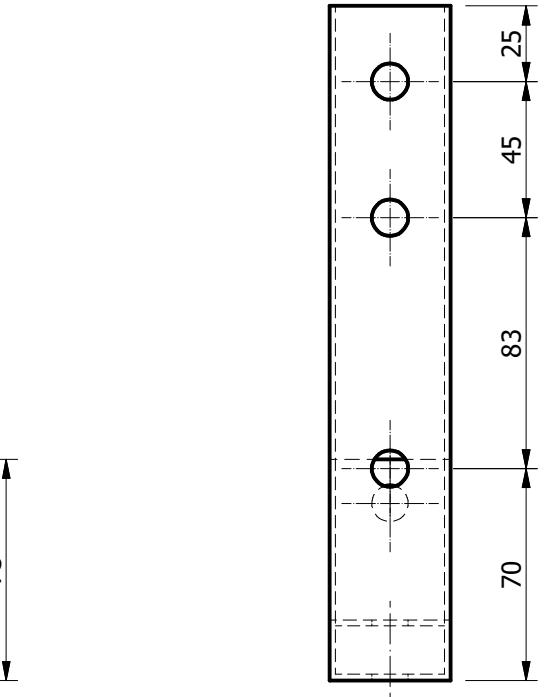
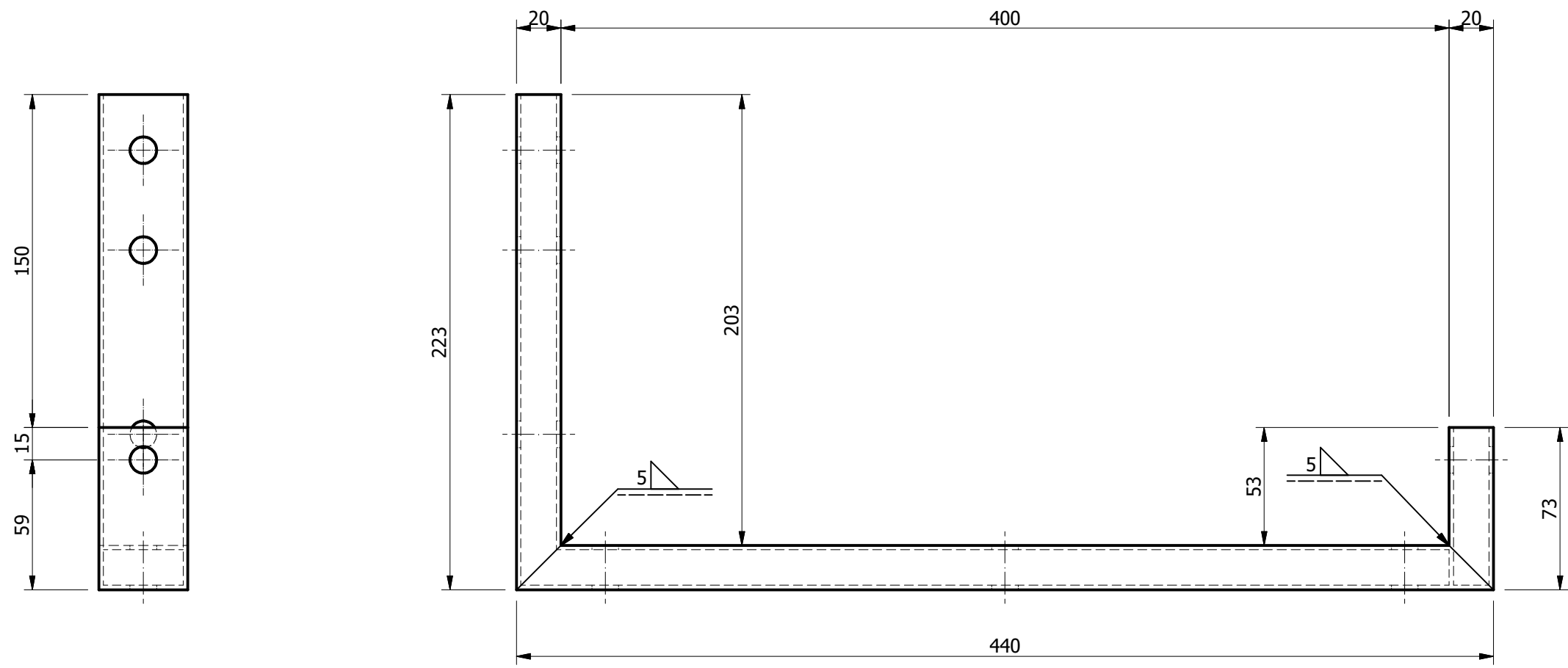


Corte B-B ( 1 : 5 )



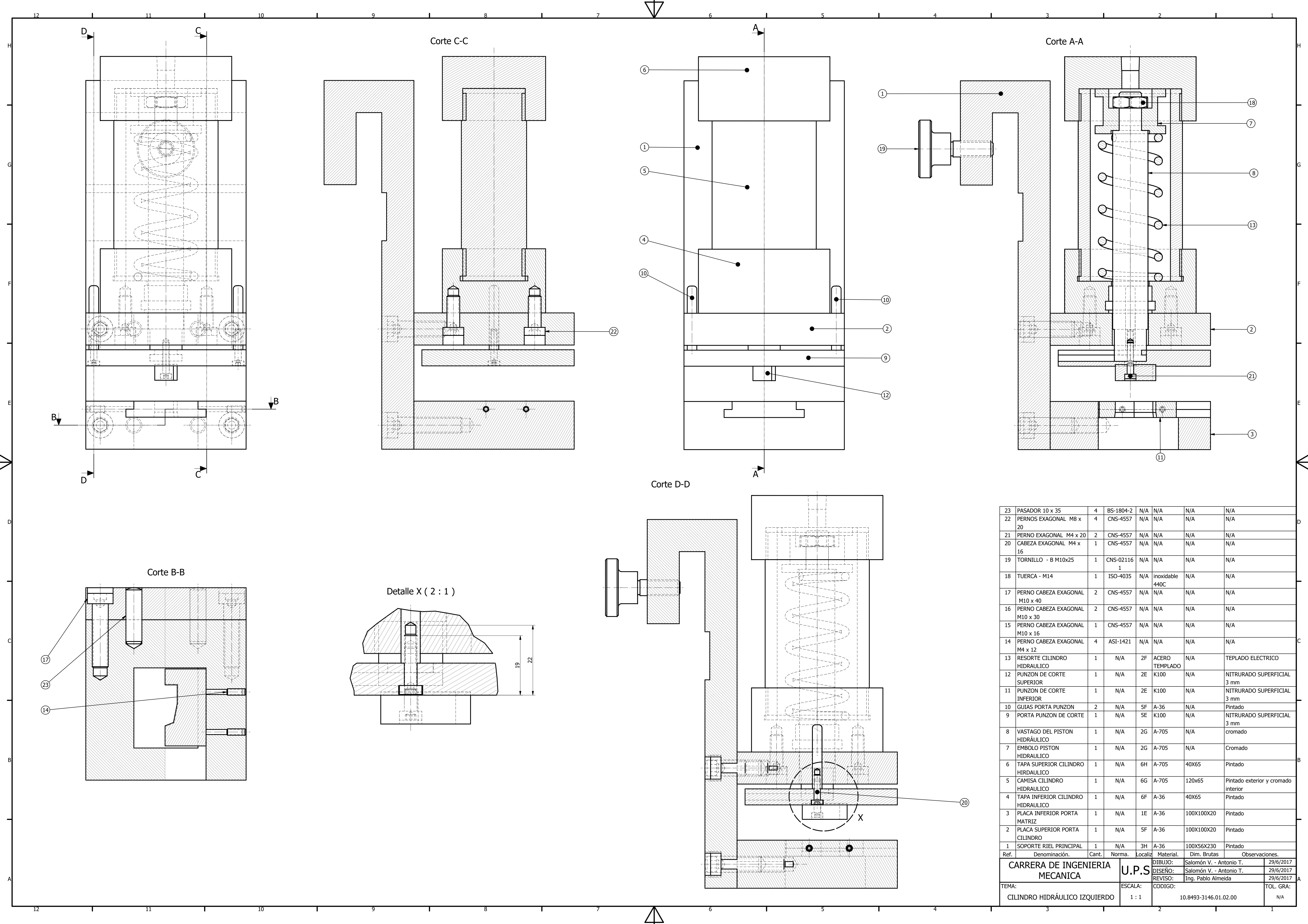
Nota: Todos los diámetros de las perforaciones son de  $\varnothing$  12mm

Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-36	3000X656X3
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
BANCA	1 : 10	10.8493-3146.01.01.05	+/- 1.00 mm



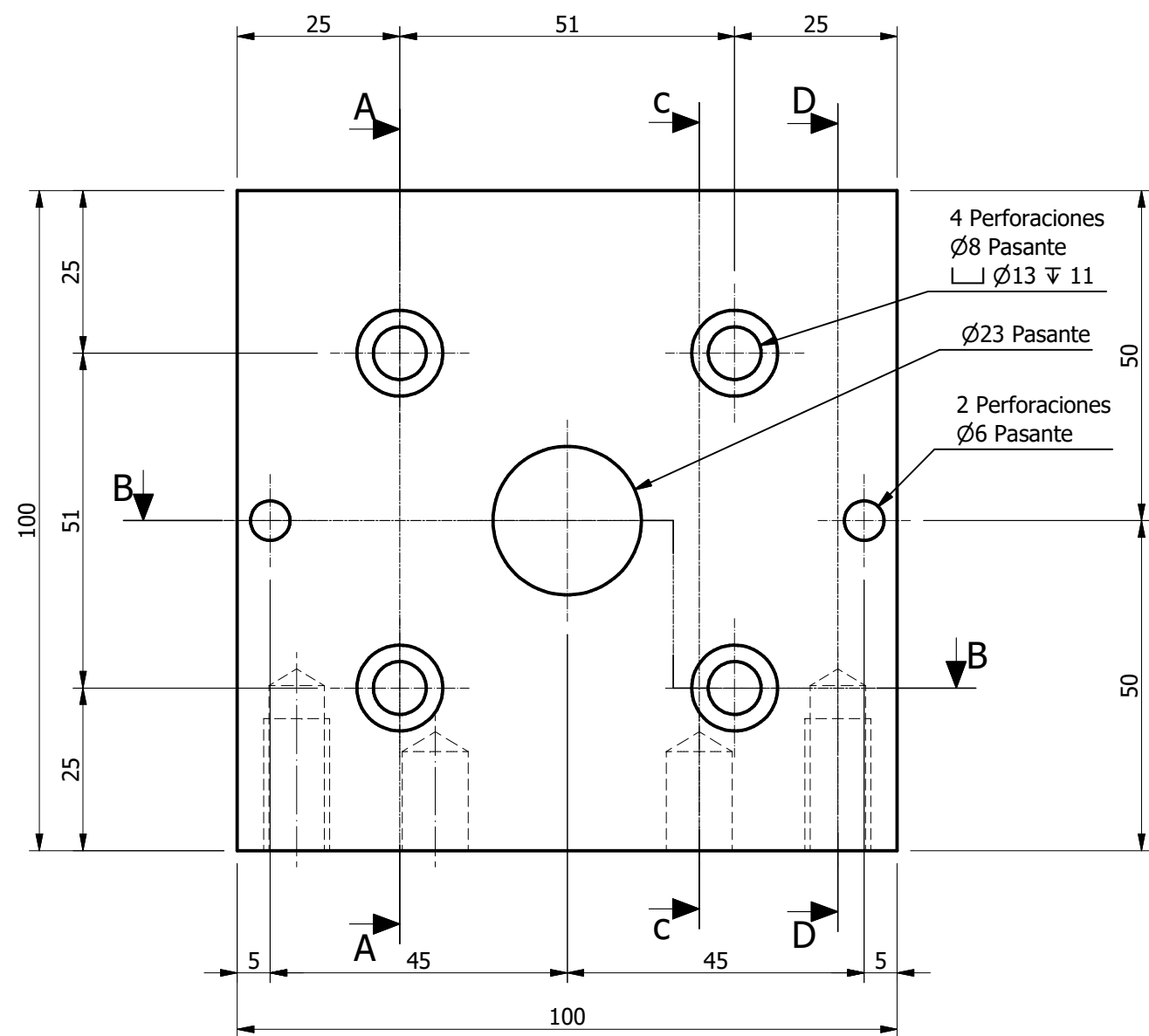
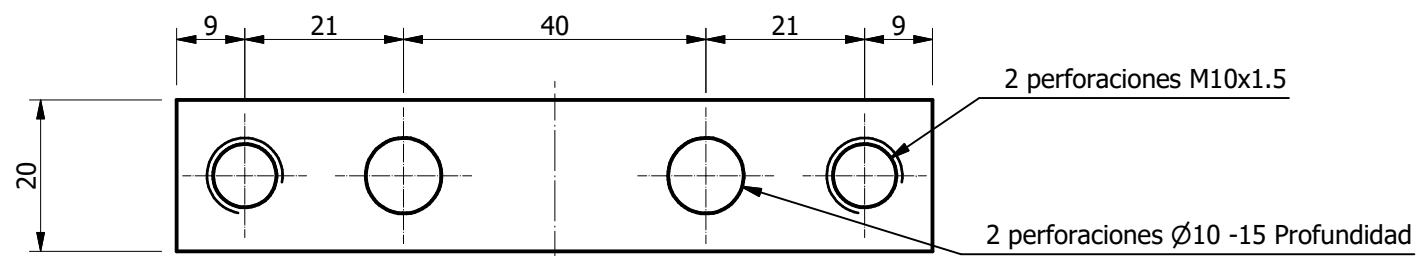
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:		
Recubrimiento:	Pintura	A-36	736X40X20		
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>		<b>U.P.S</b>			
				DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
				DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017				
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:		
TUBO RIGIDIZADOR	1 : 2.5	10.8493-3146.01.01.06	+/- 1.00 mm		



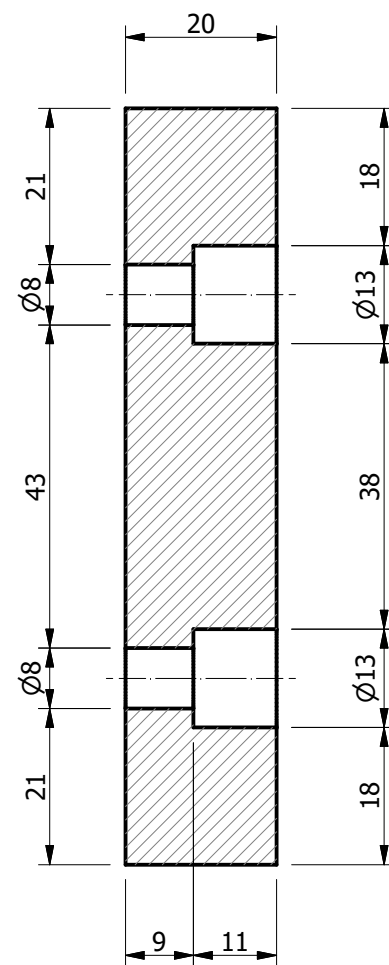


23	PASADOR 10 x 35	4	BS-1804-2	N/A	N/A	N/A	N/A
22	PERNOS EXAGONAL M8 x 20	4	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
21	PERNO EXAGONAL M4 x 20	2	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
20	CABEZA EXAGONAL M4 x 16	1	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
19	TORNILLO - B M10x25	1	CNS-02116	N/A	N/A	N/A	N/A
18	TUERCA - M14	1	ISO-4035	N/A	inoxidable 440C	N/A	N/A
17	PERNO CABEZA EXAGONAL M10 x 40	2	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
16	PERNO CABEZA EXAGONAL M10 x 30	2	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
15	PERNO CABEZA EXAGONAL M10 x 16	1	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
14	PERNO CABEZA EXAGONAL M4 x 12	4	ASI-1421	N/A	N/A	N/A	N/A
13	RESORTE CILINDRO HIDRAULICO	1	N/A	2F	ACERO TEMPLADO	N/A	TEPLADO ELECTRICO
12	PUNZON DE CORTE SUPERIOR	1	N/A	2E	K100	N/A	NITRURADO SUPERFICIAL 3 mm
11	PUNZON DE CORTE INFERIOR	1	N/A	2E	K100	N/A	NITRURADO SUPERFICIAL 3 mm
10	GUIAS PORTA PUNZON	2	N/A	5F	A-36	N/A	Pintado
9	PORTA PUNZON DE CORTE	1	N/A	5E	K100	N/A	NITRURADO SUPERFICIAL 3 mm
8	VASTAGO DEL PISTON HIDRAULICO	1	N/A	2G	A-705	N/A	cromado
7	EMBOLO PISTON HIDRAULICO	1	N/A	2G	A-705	N/A	Cromado
6	TAPA SUPERIOR CILINDRO HIDRAULICO	1	N/A	6H	A-705	40X65	Pintado
5	CAMISA CILINDRO HIDRAULICO	1	N/A	6G	A-705	120x65	Pintado exterior y cromado interior
4	TAPA INFERIOR CILINDRO HIDRAULICO	1	N/A	6F	A-36	40X65	Pintado
3	PLACA INFERIOR PORTA MATRIZ	1	N/A	1E	A-36	100X100X20	Pintado
2	PLACA SUPERIOR PORTA CILINDRO	1	N/A	5F	A-36	100X100X20	Pintado
1	SOPORTE RIEL PRINCIPAL	1	N/A	3H	A-36	100X56X230	Pintado
Ref.	Denominación.	Cant.	Norma.	Localiz.	Material.	Dim. Brutas	Observaciones.
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA					U.P.S	DIBUJO: Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017	
						DISEÑO: Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017	
						REVISO: Ing. Pablo Almeida 29/6/2017	
TEMA: CILINDRO HIDRÁULICO IZQUIERDO					ESCALA: 1 : 1	CODIGO: 10.8493-3146.01.02.00	TOL. GRA: N/A

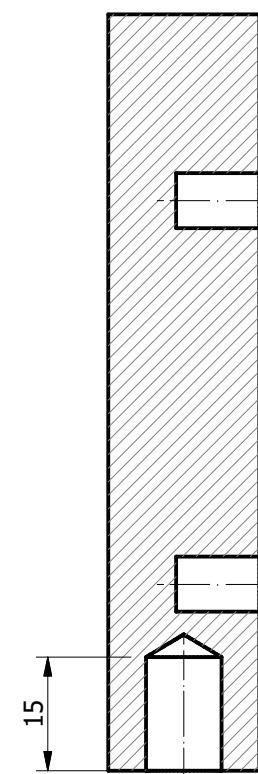




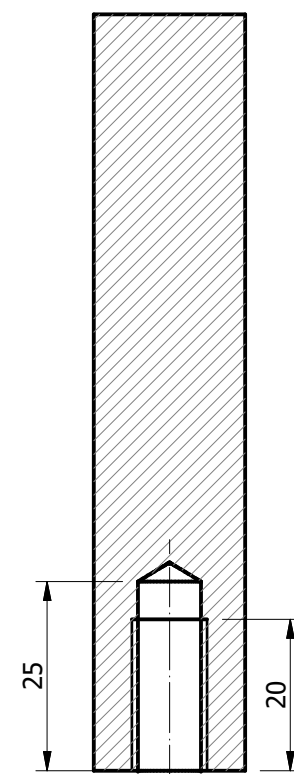
Corte A-A



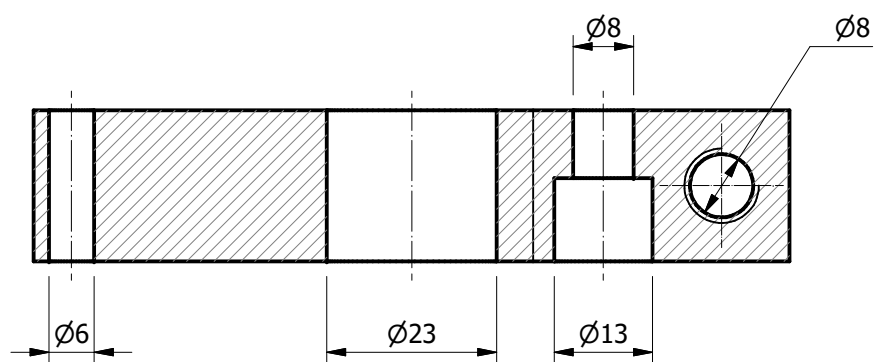
Corte c-c



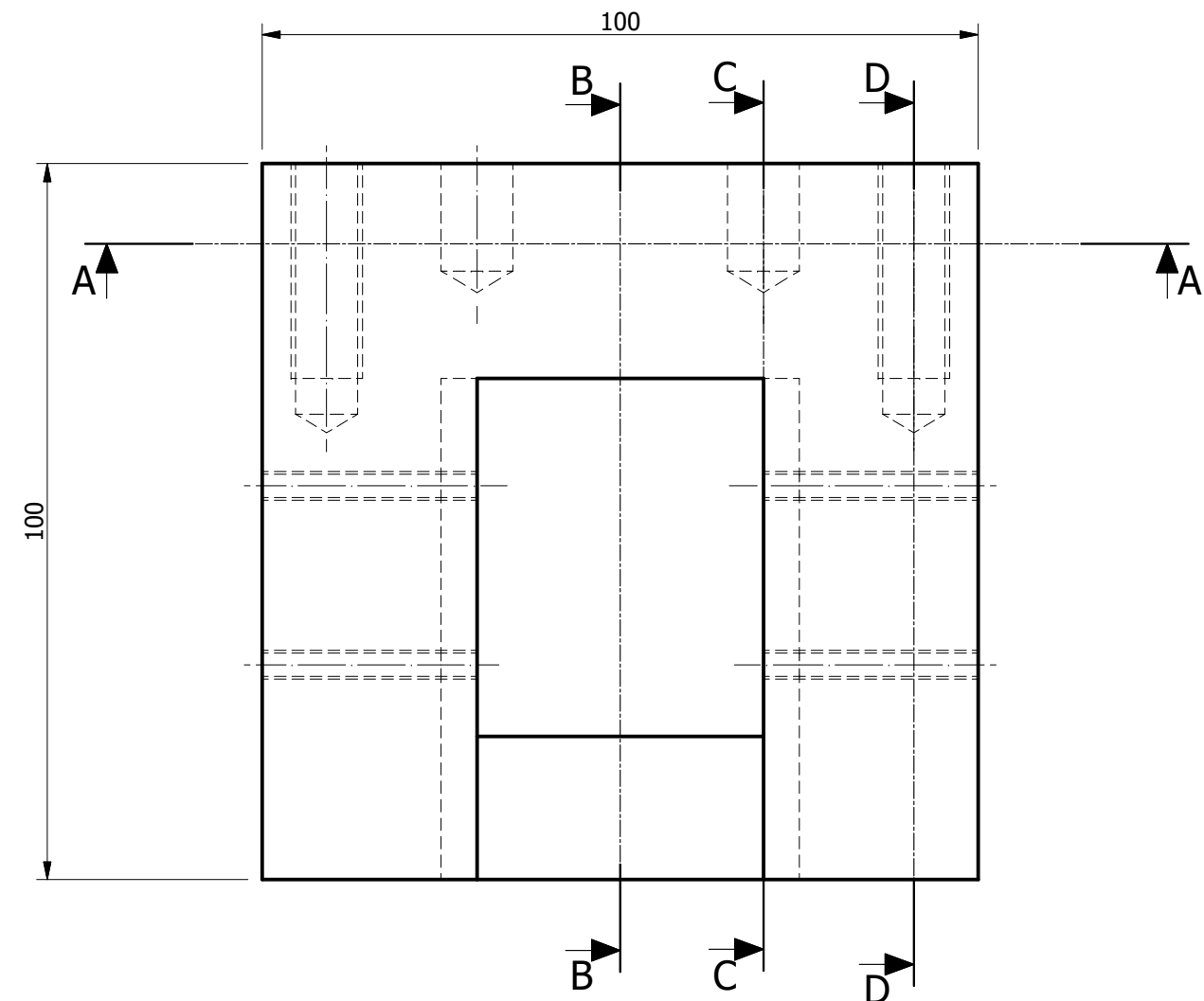
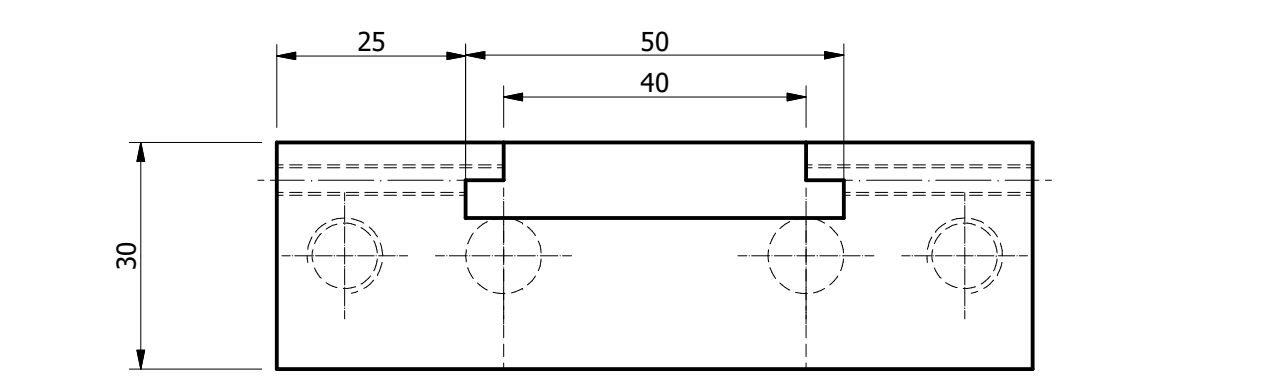
Corte D-D



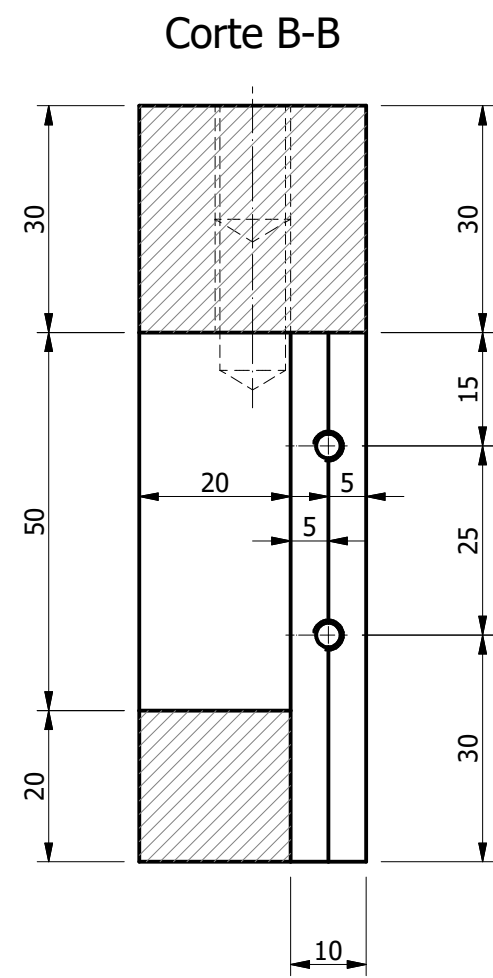
Corte B-B



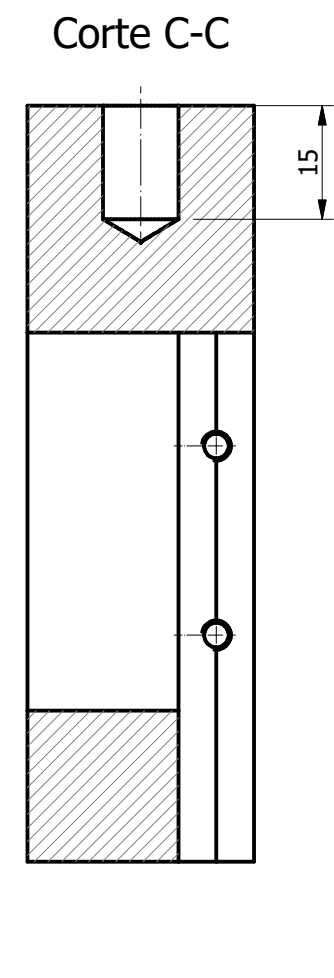
Tratamiento térmico	N/A	Material:	A-36	Dim. brutas:	100X100X20
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T.	29/6/2017	
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T.	29/6/2017	
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida	29/6/2017	
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:		TOL. GRA:	
PLACA SUPERIOR PORTA CILINDRO	1 : 1	10.8493-3146.01.02.02		+/- 0.10 mm	



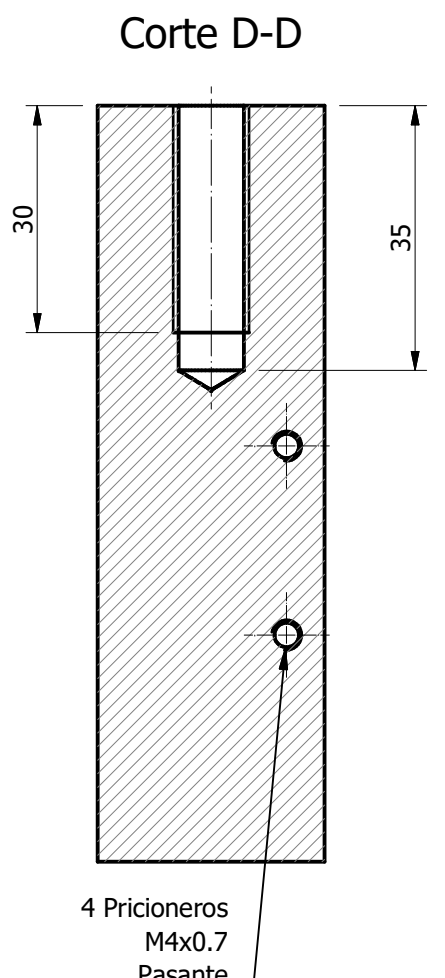
Corte A-A



Corte B-B

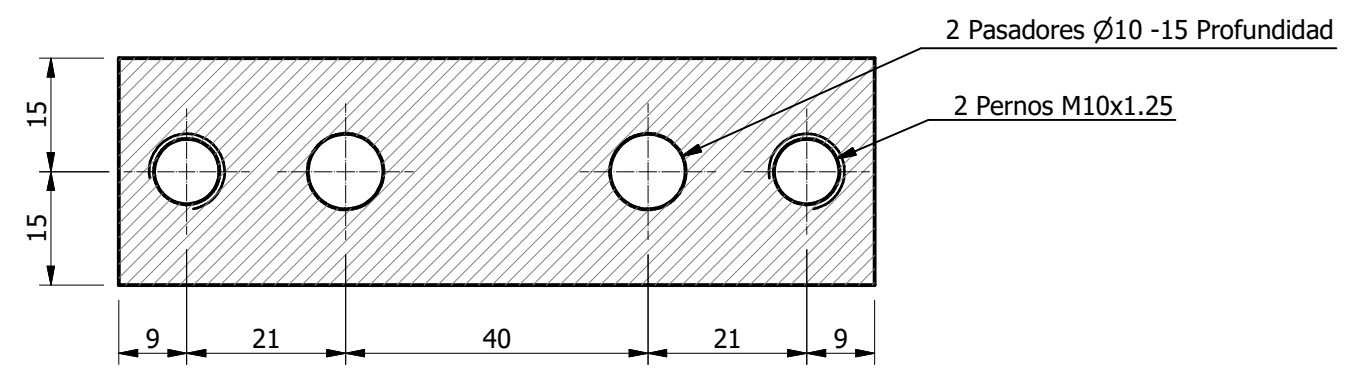


Corte C-C



Corte D-D

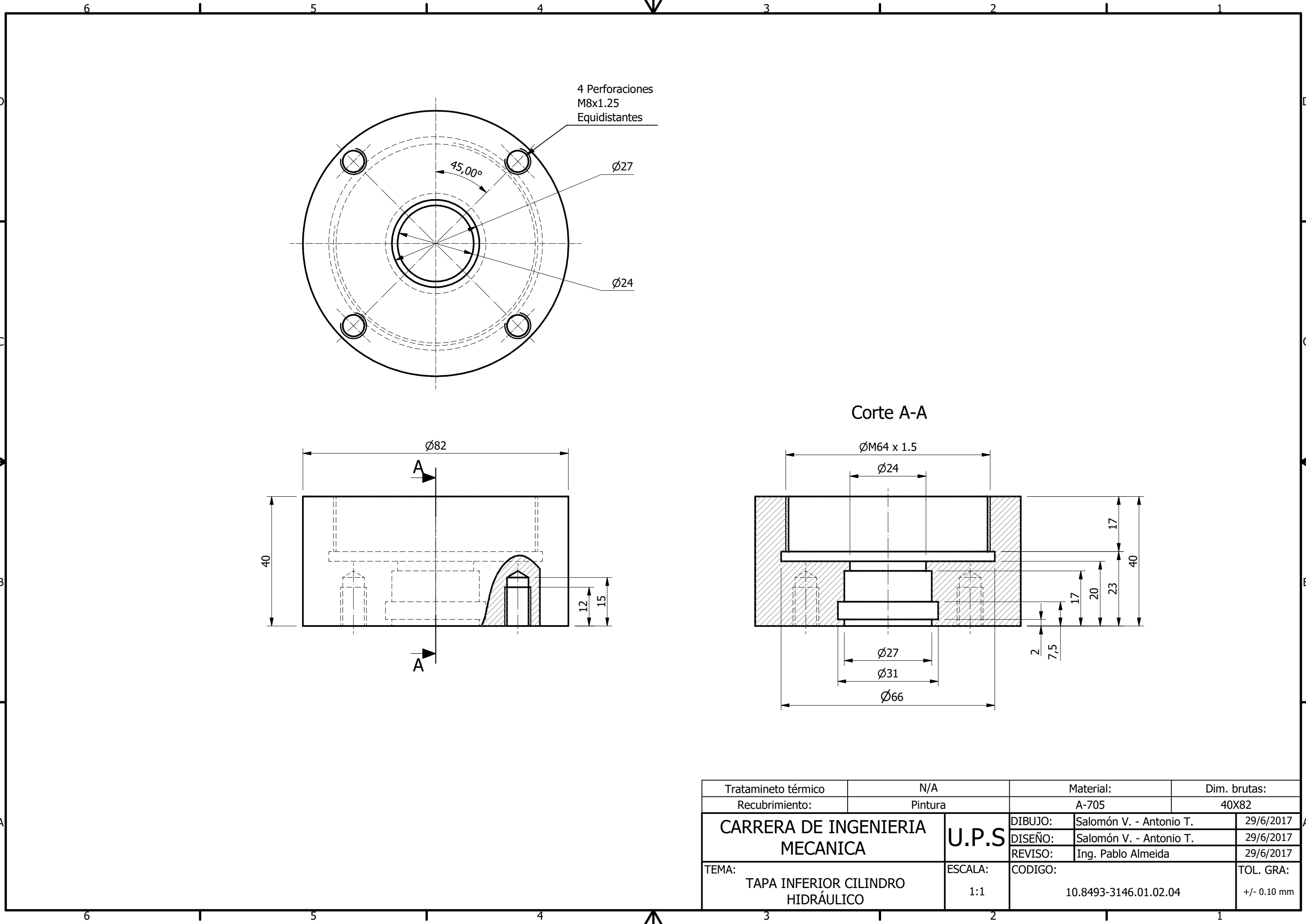
4 Prisioneros  
M4x0.7  
Pasante



2 Pasadores  $\varnothing 10$  -15 Profundidad

2 Pernos M10x1.25

Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-36	100X100X20
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA: PLACA INFERIOR PORTA MATRIZ	ESCALA: 1 : 1	CODIGO: 10.8493-3146.01.02.03	TOL. GRA: +/- 0.10 mm



4 Perforaciones  
M8x1.25  
Equidistantes

45,00°

Ø27

Ø24

Ø82

A

40

12  
15

A

Corte A-A

ØM64 x 1.5

Ø24

17

40

20

23

2

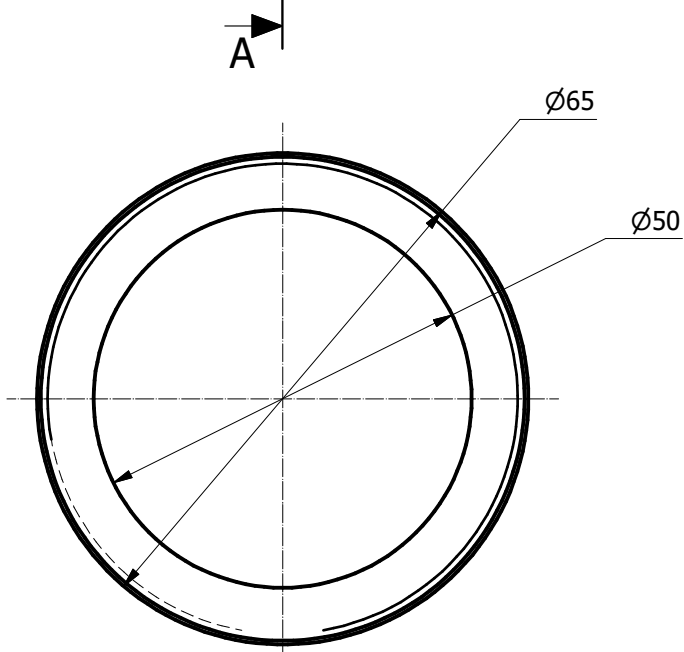
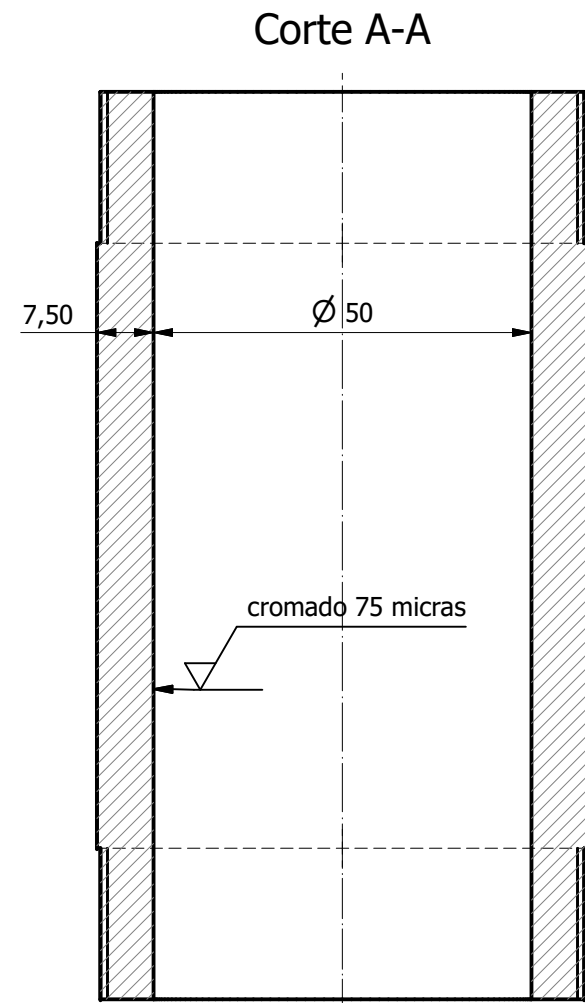
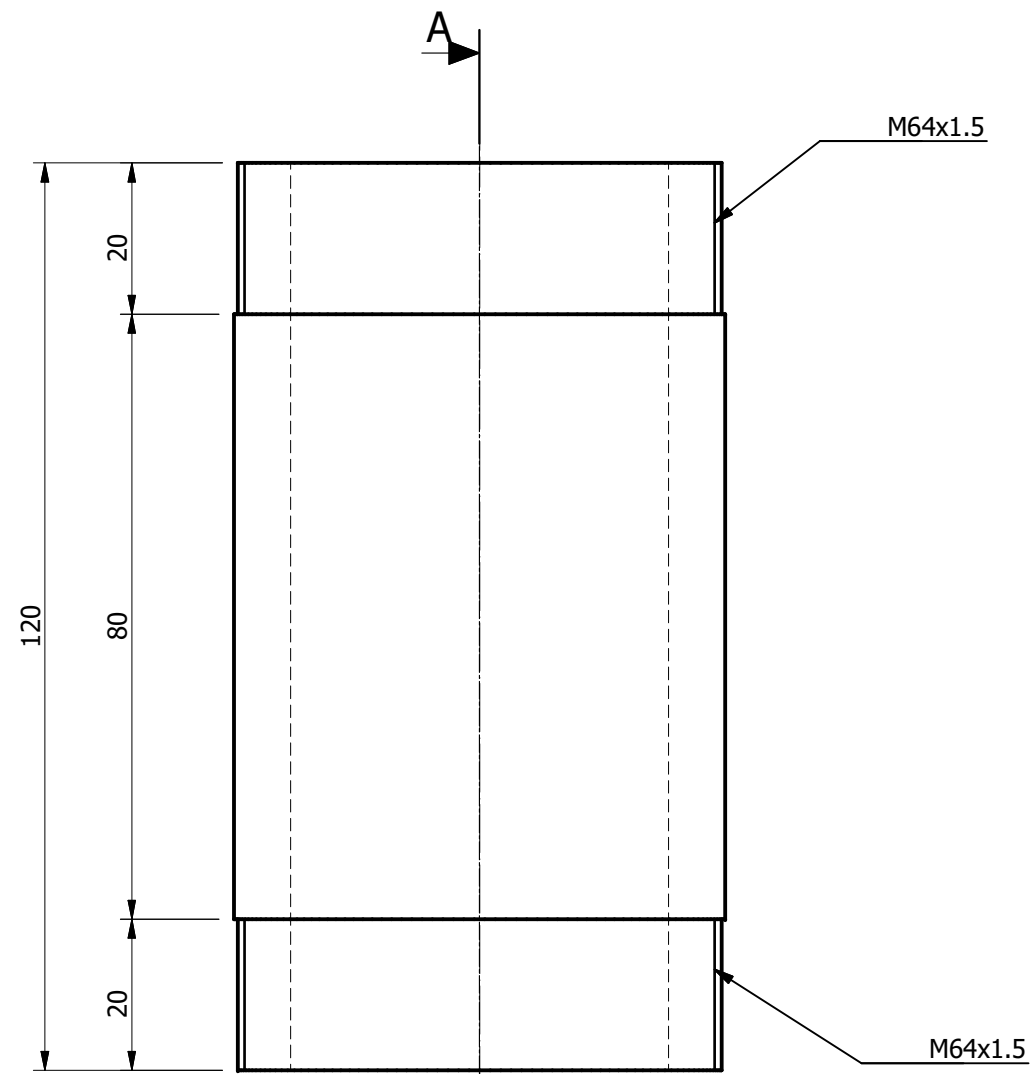
7,5

Ø27

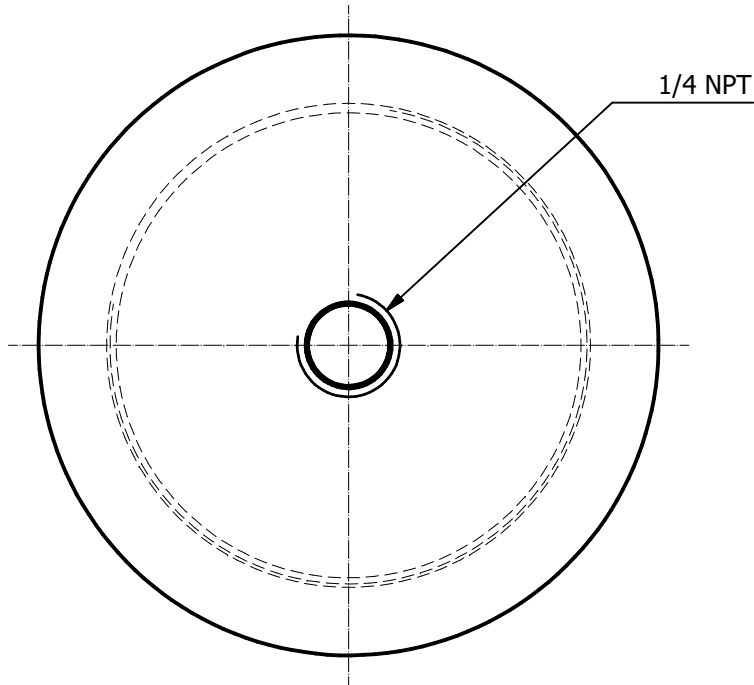
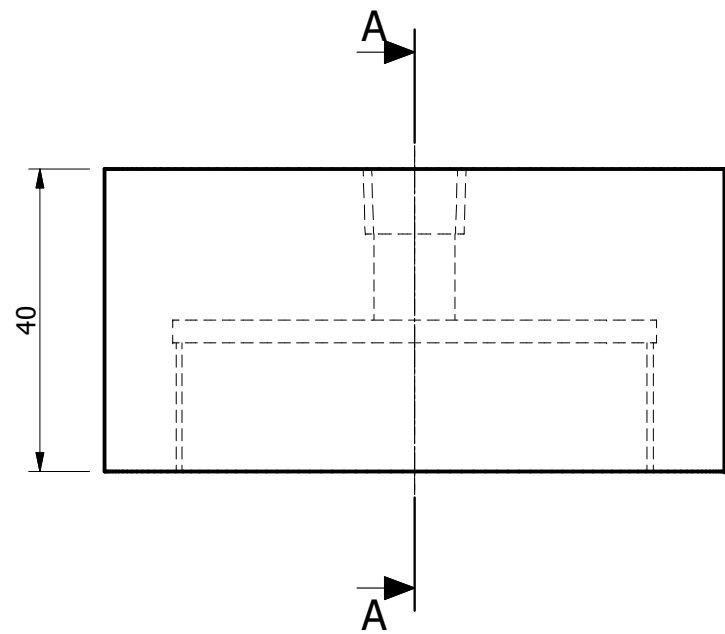
Ø31

Ø66

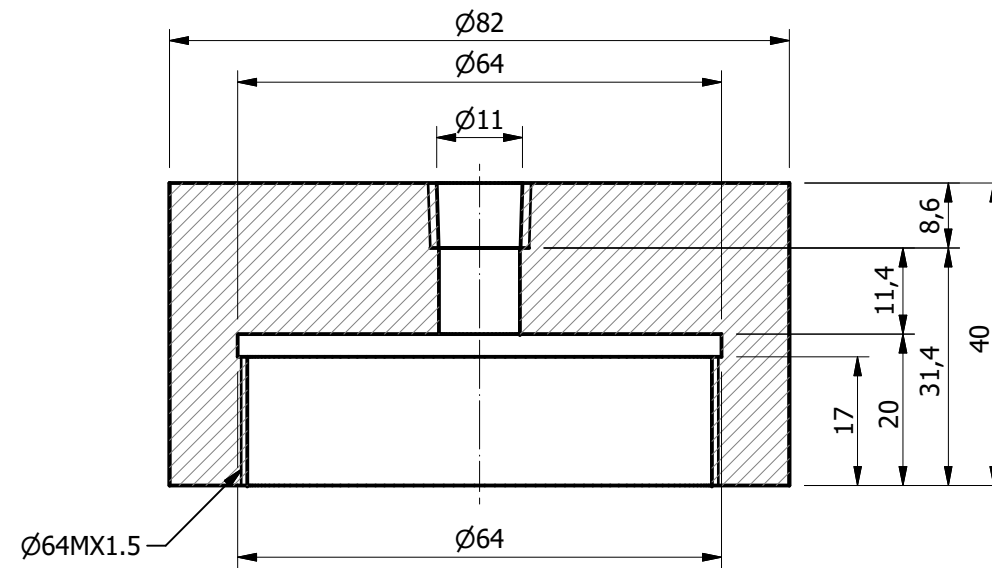
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-705	40X82
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA: TAPA INFERIOR CILINDRO HIDRÁULICO	ESCALA: 1:1	CODIGO: 10.8493-3146.01.02.04	TOL. GRA: +/- 0.10 mm



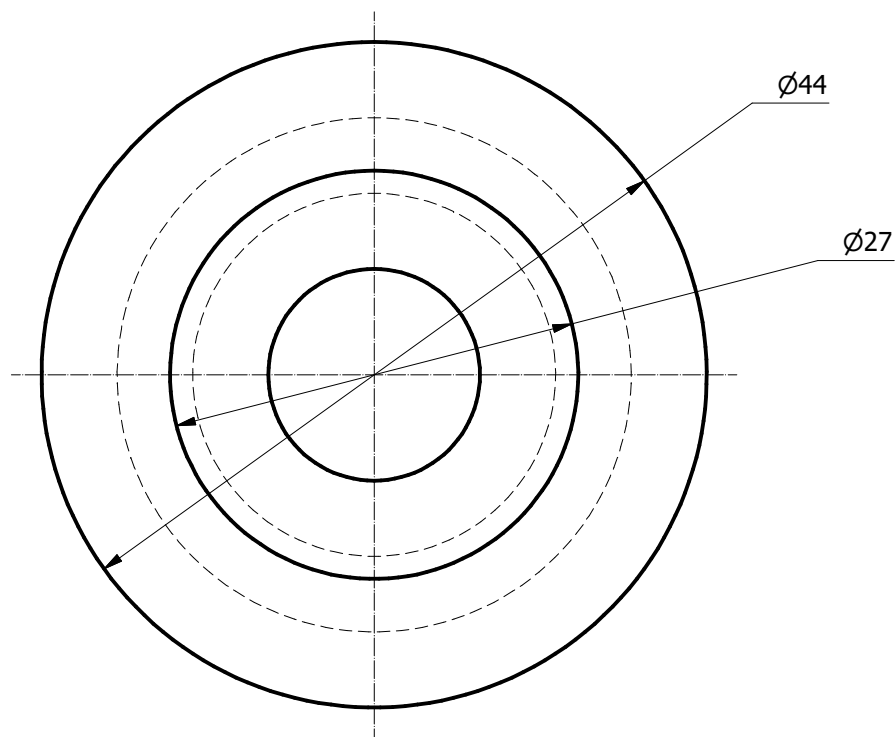
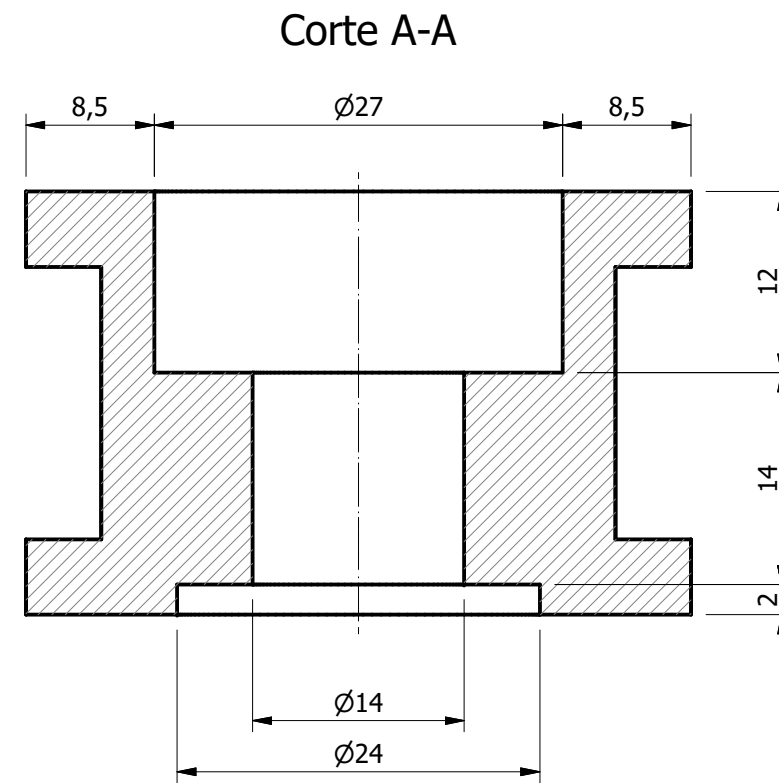
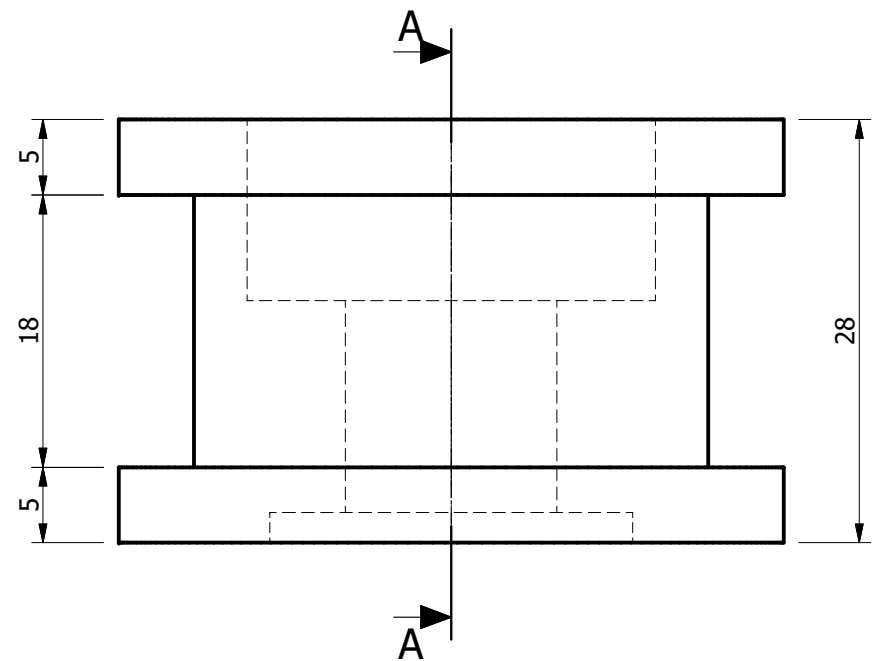
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Cromado 75 micras	A-705	120X65
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
CAMISA CILINDRO HIDRÁULICO	1 : 1	10.8493-3146.01.02.05	+/- 0.10 mm



Corte A-A

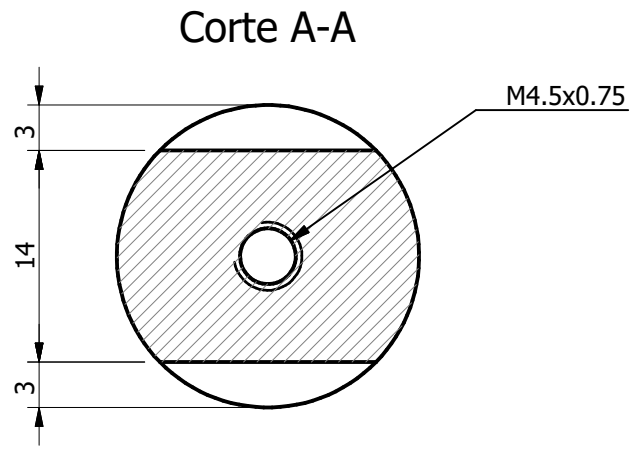
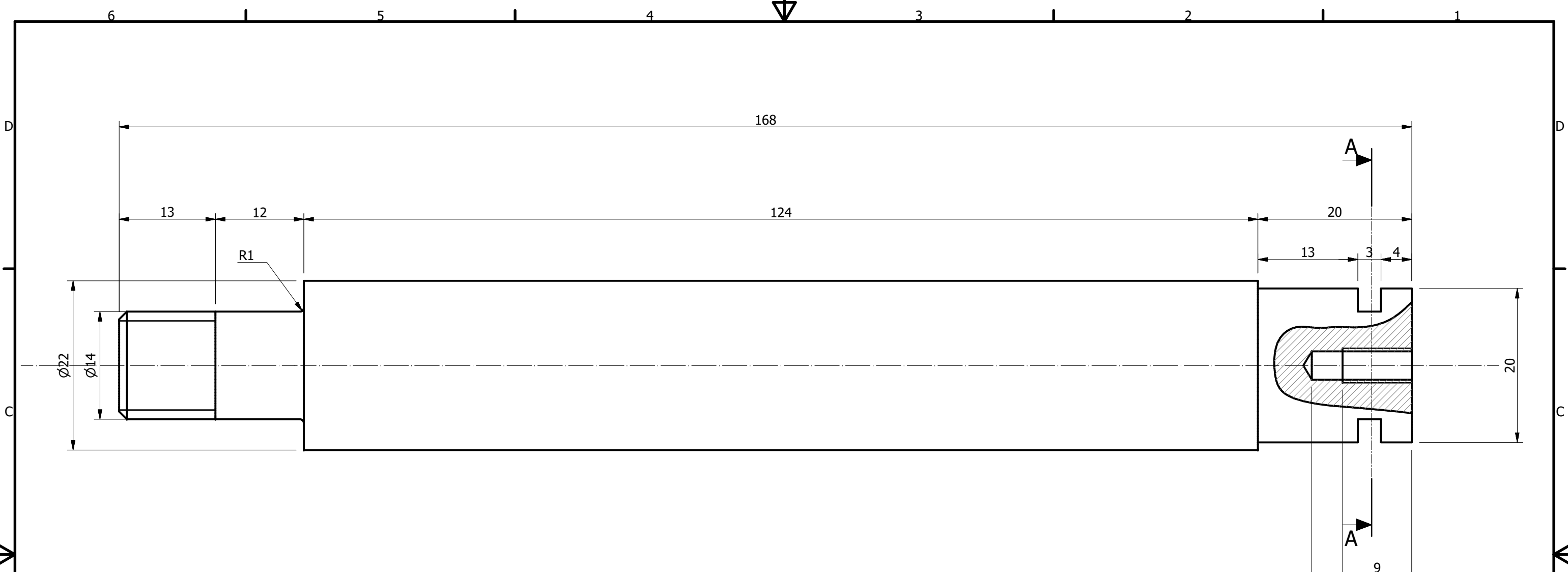


Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintado	A-705	40X82
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA: TAPA SUPERIOR CILINDRO HIDRÁULICO	ESCALA: 1 : 1	CODIGO: 10.8493-3146.01.02.06	TOL. GRA: +/- 0.10 mm

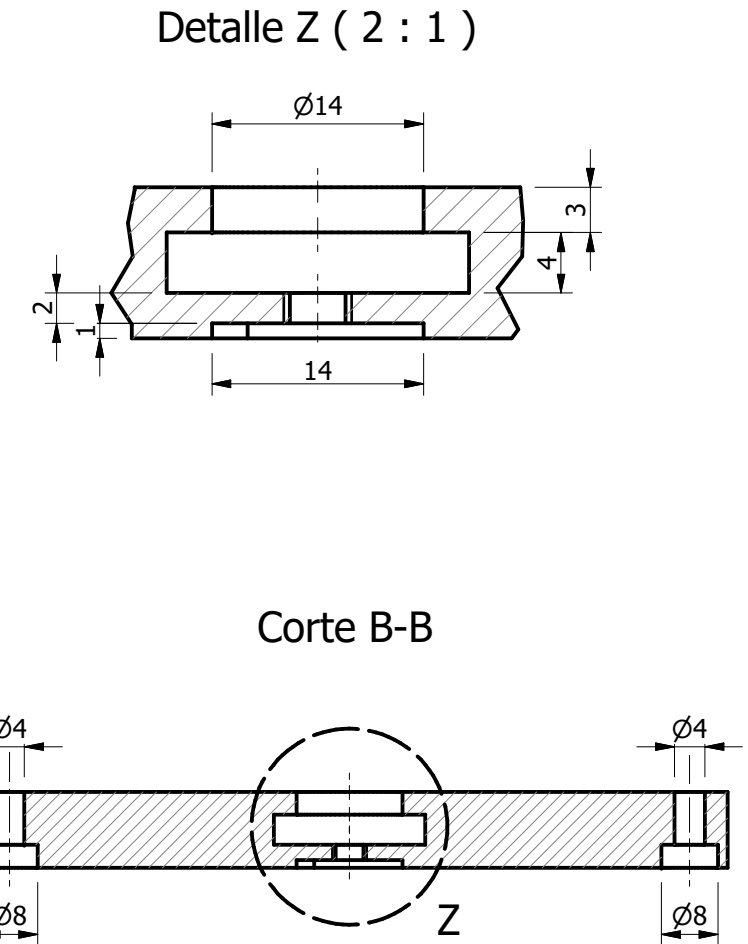
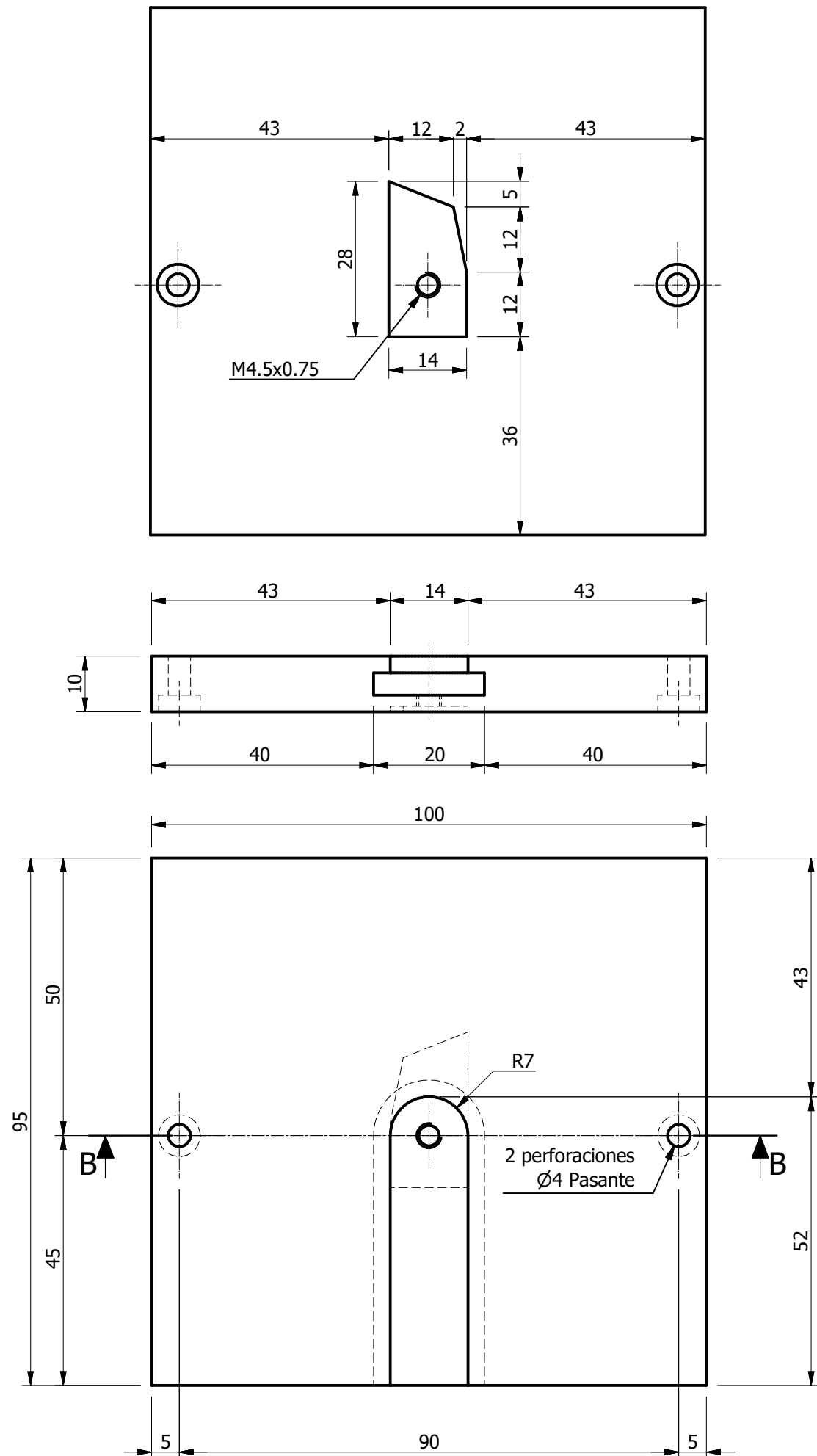


Tratamiento térmico	N/A	Material:	A-705	Dim. brutas:	28X44
Recubrimiento:	N/A				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T.	29/6/2017	
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T.	29/6/2017	
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida	29/6/2017	
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:		
ÉMBOLO DEL PISTON HIRDÁULICO	2 : 1	10.8493-3146.01.02.07	+/- 0.10 mm		



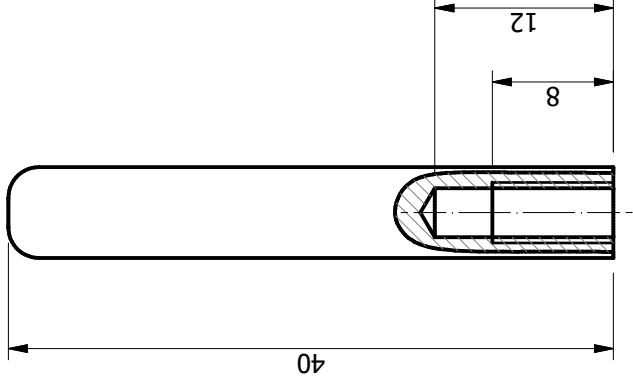
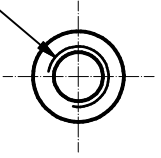


Tratamiento térmico	N/A	Material:	A-705	Dim. brutas:	28X44
Recubrimiento:	N/A				
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T.	29/6/2017	
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T.	29/6/2017	
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida	29/6/2017	
TEMA: VASTAGO DEL PISTON HIDRÁULICO	ESCALA: 2 : 1	CODIGO: 10.8493-3146.01.02.08	TOL. GRA: +/- 0.10 mm		

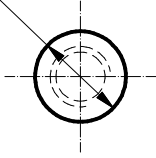


Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-36	100X95X10
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA: PORTA MATRIZ CORTANTE IZQUIERDA	ESCALA: 1 : 1	CODIGO: 10.8493-3146.01.02.09	TOL. GRA: +/- 0.10 mm

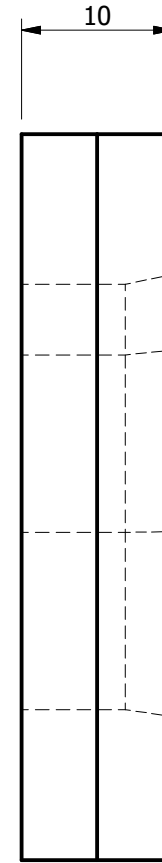
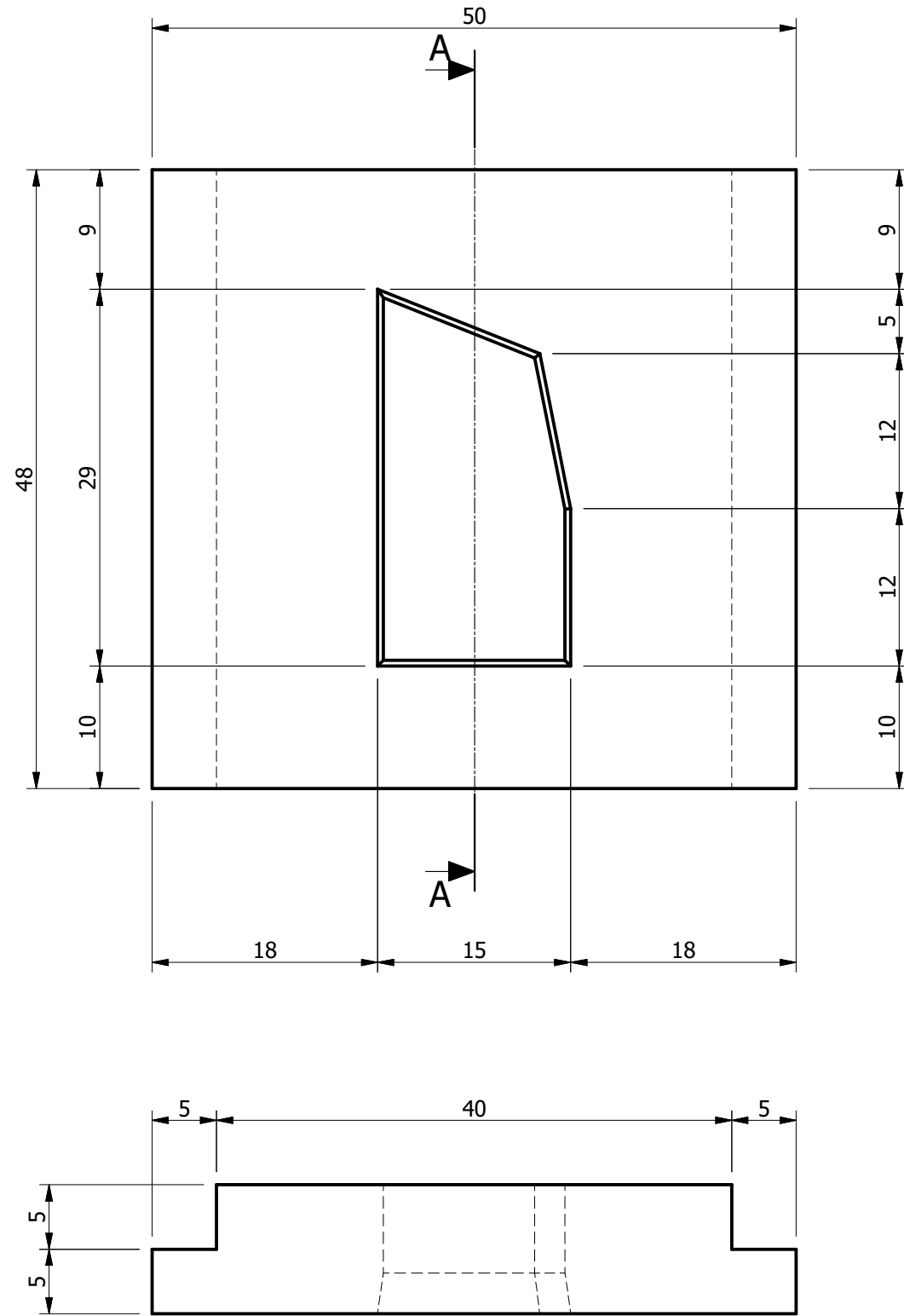
M4x0.7



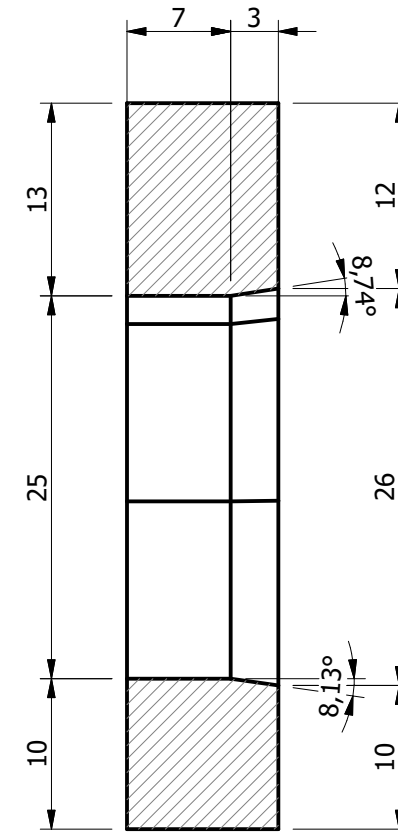
∅6



Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	N/A	A-36	40x6
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T.
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T.
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
GUIAS PORTA PUNZON DE CORTE	2 : 1	10.8493-3146.01.02.10	+/- 0.10 mm

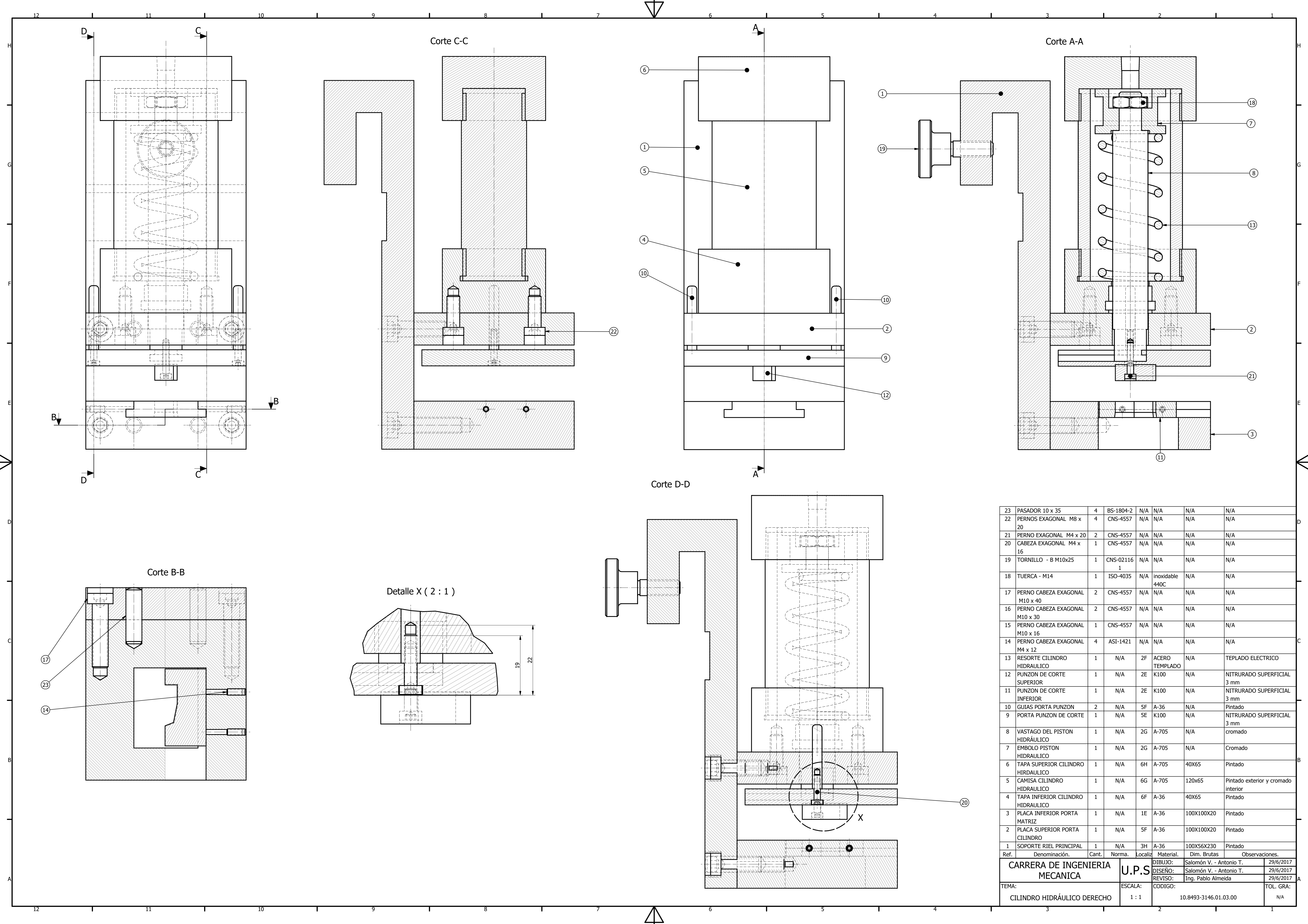


Corte A-A

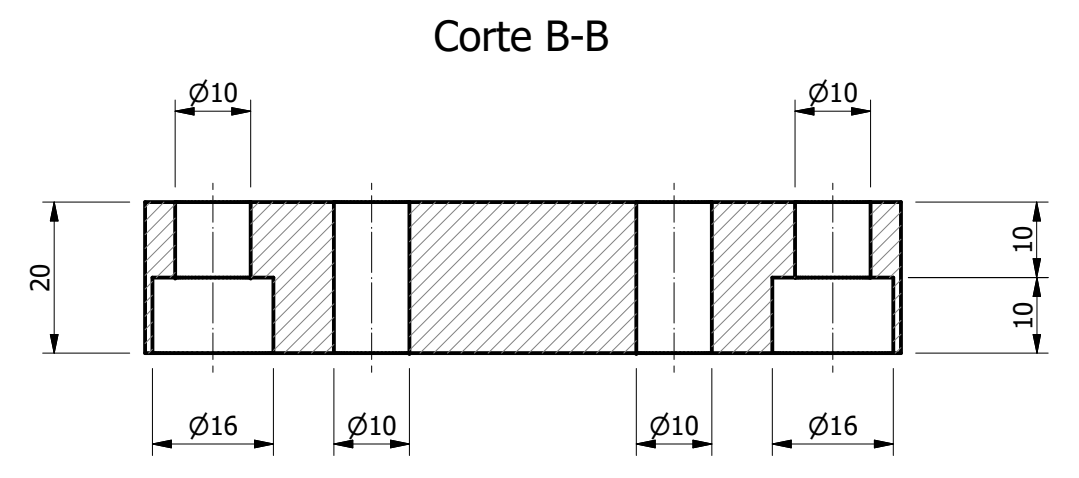
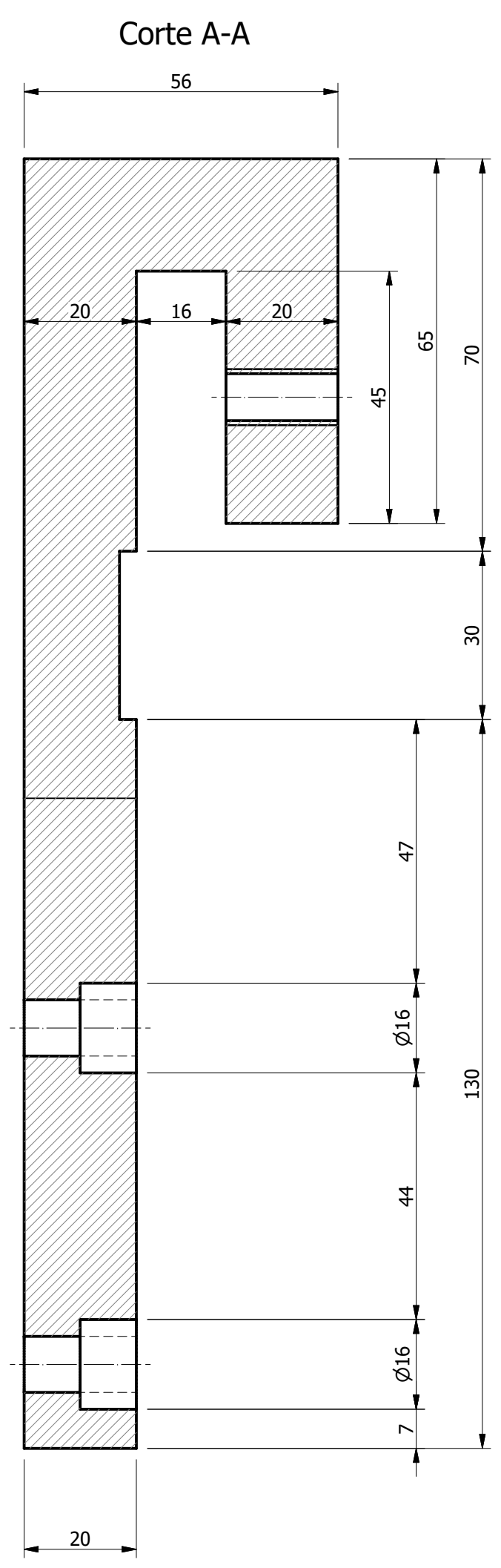
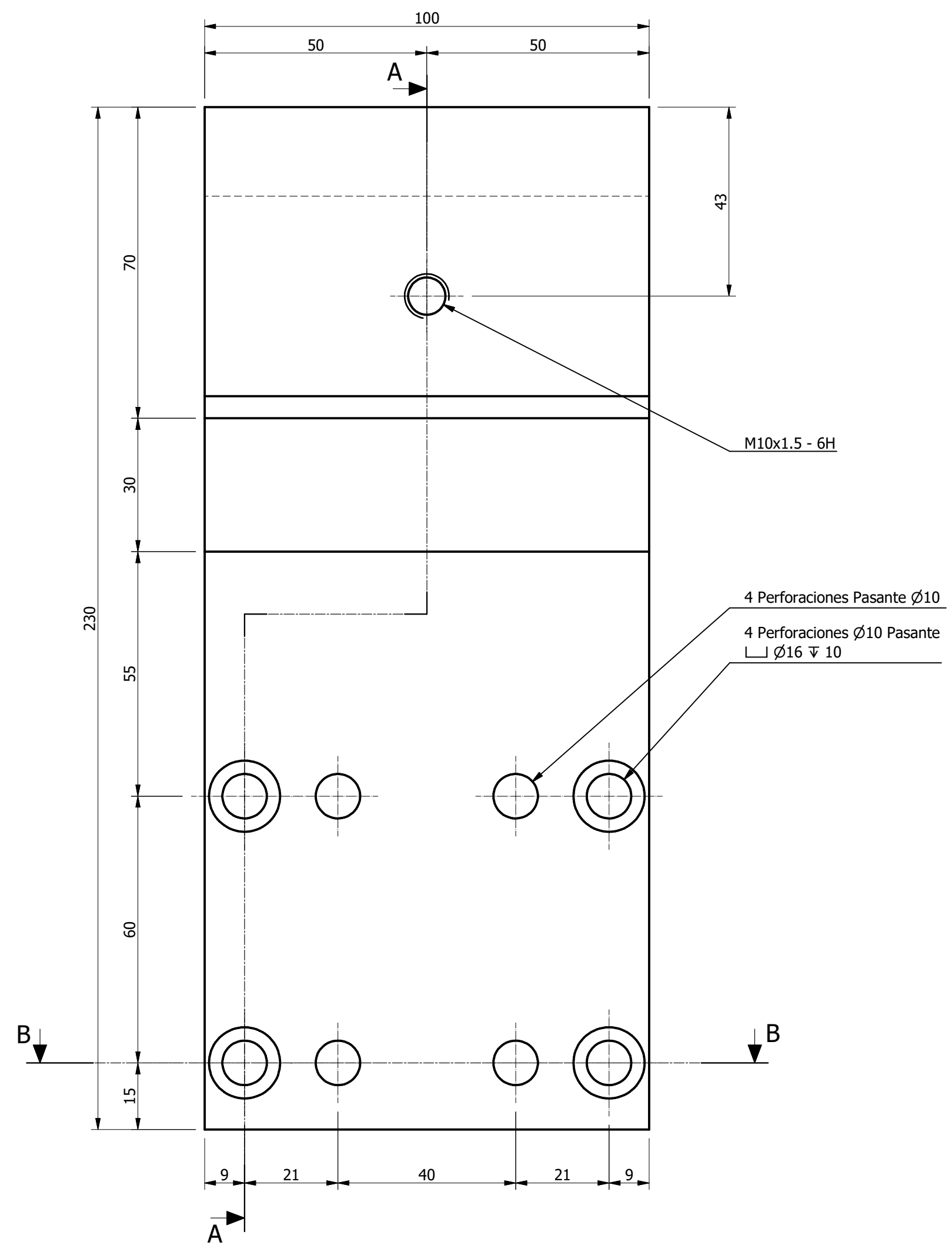


Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Nitrurado superficial 3 mm	k110	50X50
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA: MATRIZ DE CORTE INFERIOR IZQUIERDA	ESCALA: 2 : 1	CODIGO: 10.8493-3146.01.02.11	TOL. GRA: +/- 0.10 mm

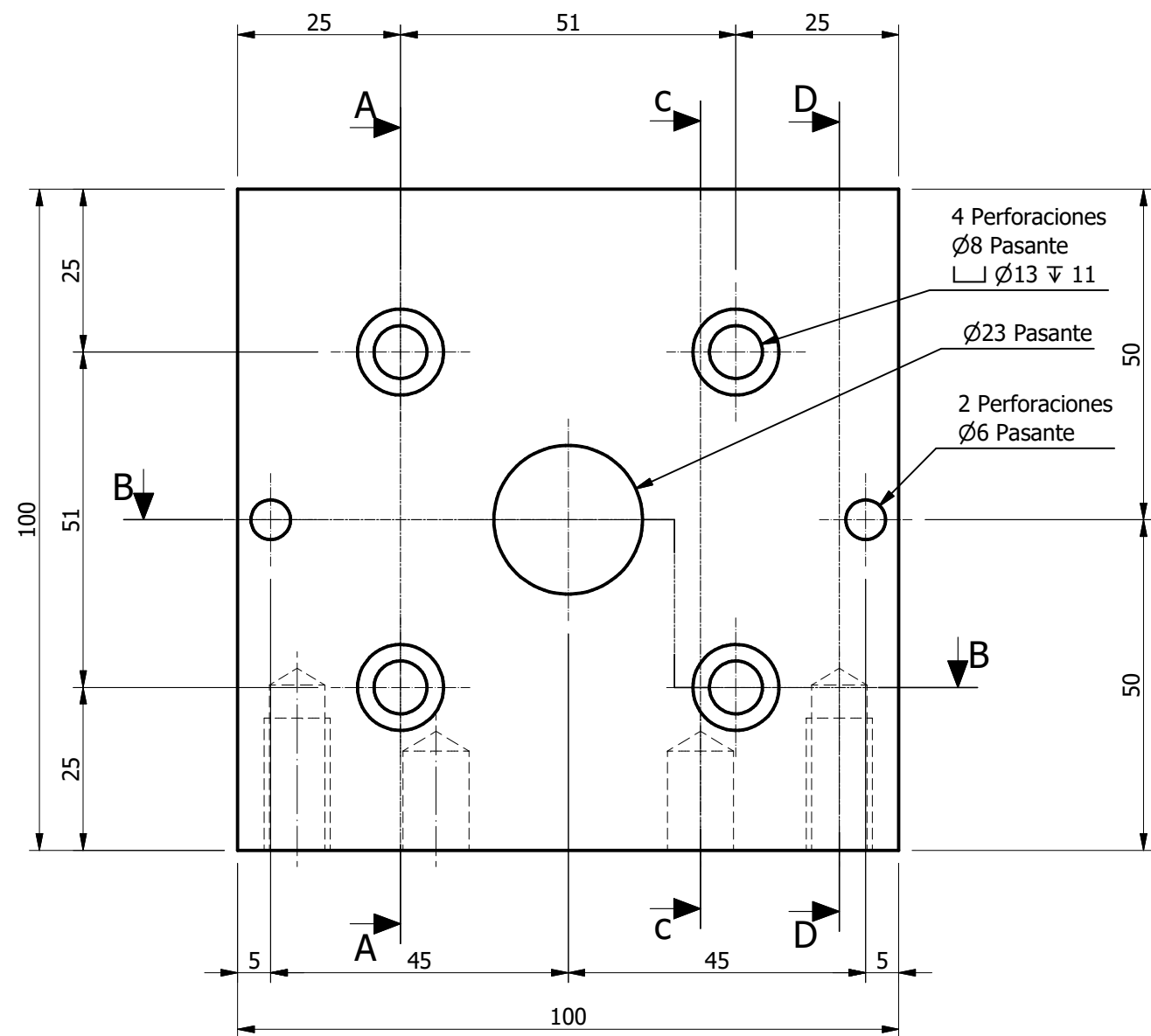
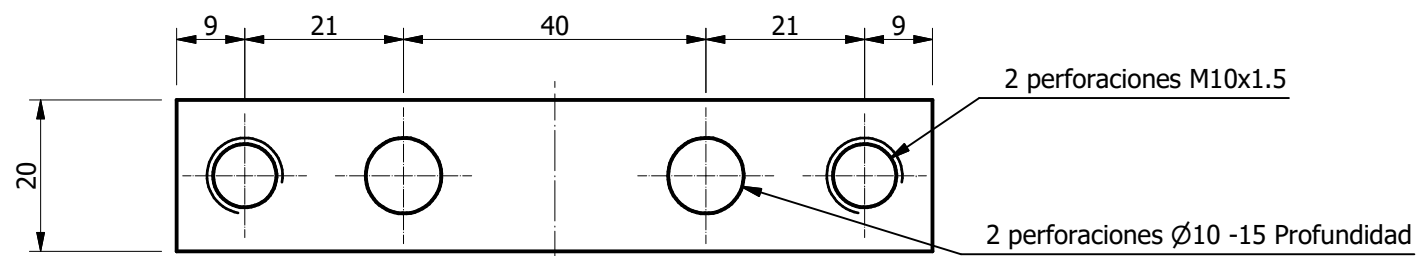




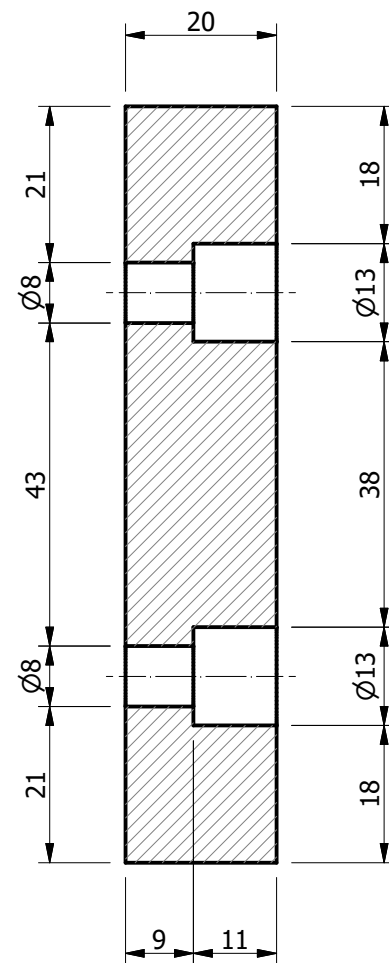
23	PASADOR 10 x 35	4	BS-1804-2	N/A	N/A	N/A	N/A
22	PERNOS EXAGONAL M8 x 20	4	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
21	PERNO EXAGONAL M4 x 20	2	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
20	CABEZA EXAGONAL M4 x 16	1	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
19	TORNILLO - B M10x25	1	CNS-02116	N/A	N/A	N/A	N/A
18	TUERCA - M14	1	ISO-4035	N/A	inoxidable 440C	N/A	N/A
17	PERNO CABEZA EXAGONAL M10 x 40	2	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
16	PERNO CABEZA EXAGONAL M10 x 30	2	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
15	PERNO CABEZA EXAGONAL M10 x 16	1	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
14	PERNO CABEZA EXAGONAL M4 x 12	4	ASI-1421	N/A	N/A	N/A	N/A
13	RESORTE CILINDRO HIDRAULICO	1	N/A	2F	ACERO TEMPLADO	N/A	TEPLADO ELECTRICO
12	PUNZON DE CORTE SUPERIOR	1	N/A	2E	K100	N/A	NITRURADO SUPERFICIAL 3 mm
11	PUNZON DE CORTE INFERIOR	1	N/A	2E	K100	N/A	NITRURADO SUPERFICIAL 3 mm
10	GUIAS PORTA PUNZON	2	N/A	5F	A-36	N/A	Pintado
9	PORTA PUNZON DE CORTE	1	N/A	5E	K100	N/A	NITRURADO SUPERFICIAL 3 mm
8	VASTAGO DEL PISTON HIDRAULICO	1	N/A	2G	A-705	N/A	cromado
7	EMBOLO PISTON HIDRAULICO	1	N/A	2G	A-705	N/A	Cromado
6	TAPA SUPERIOR CILINDRO HIDRAULICO	1	N/A	6H	A-705	40X65	Pintado
5	CAMISA CILINDRO HIDRAULICO	1	N/A	6G	A-705	120x65	Pintado exterior y cromado interior
4	TAPA INFERIOR CILINDRO HIDRAULICO	1	N/A	6F	A-36	40X65	Pintado
3	PLACA INFERIOR PORTA MATRIZ	1	N/A	1E	A-36	100X100X20	Pintado
2	PLACA SUPERIOR PORTA CILINDRO	1	N/A	5F	A-36	100X100X20	Pintado
1	SOPORTE RIEL PRINCIPAL	1	N/A	3H	A-36	100X56X230	Pintado
Ref.	Denominación.	Cant.	Norma.	Localiz.	Material.	Dim. Brutas	Observaciones.
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA					U.P.S	DIBUJO: Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017	
						DISEÑO: Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017	
						REVISO: Ing. Pablo Almeida 29/6/2017	
TEMA: CILINDRO HIDRÁULICO DERECHO			ESCALA: 1 : 1	CODIGO: 10.8493-3146.01.03.00	TOL. GRA: N/A		



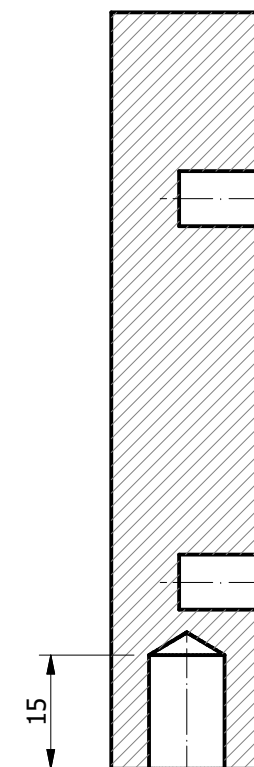
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-36	100X230X56
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
SOPORTE RIEL PRINCIPAL	1 : 1	10.8493-3146.01.03.01	+/- 0.10 mm



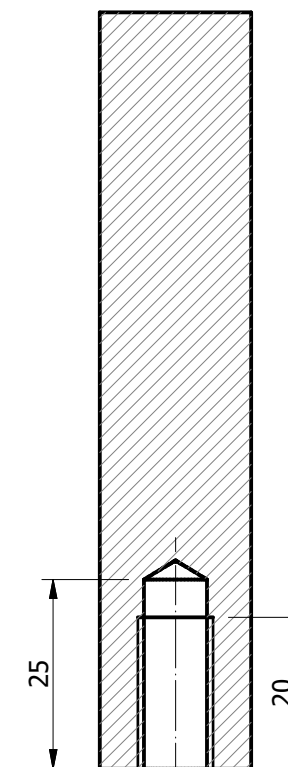
Corte A-A



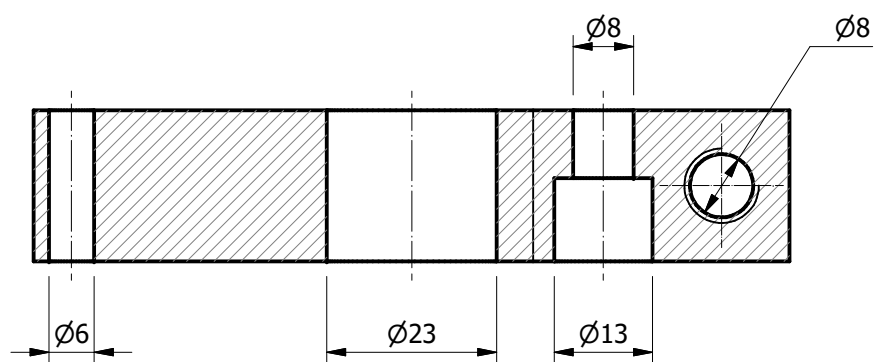
Corte c-c



Corte D-D

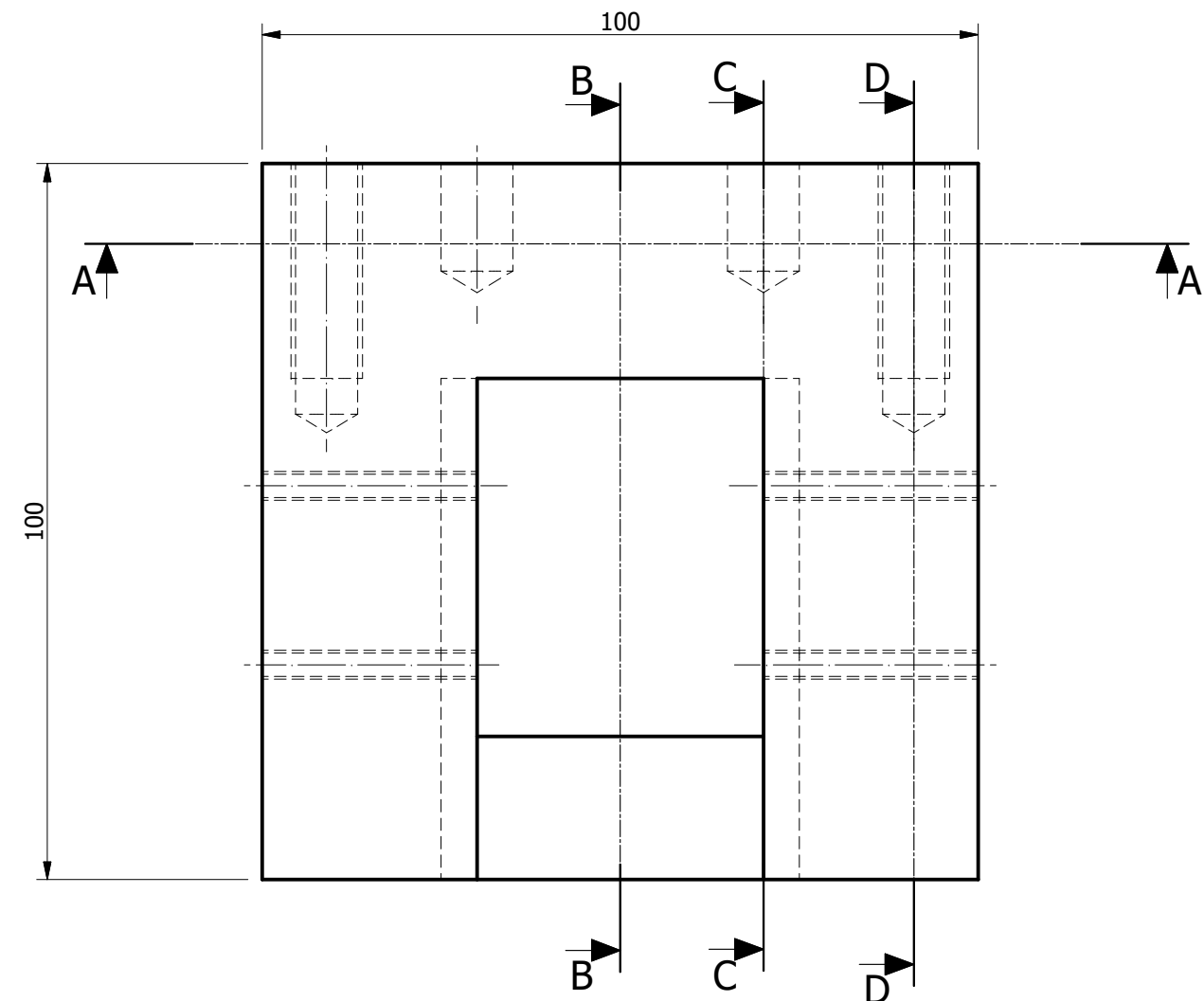
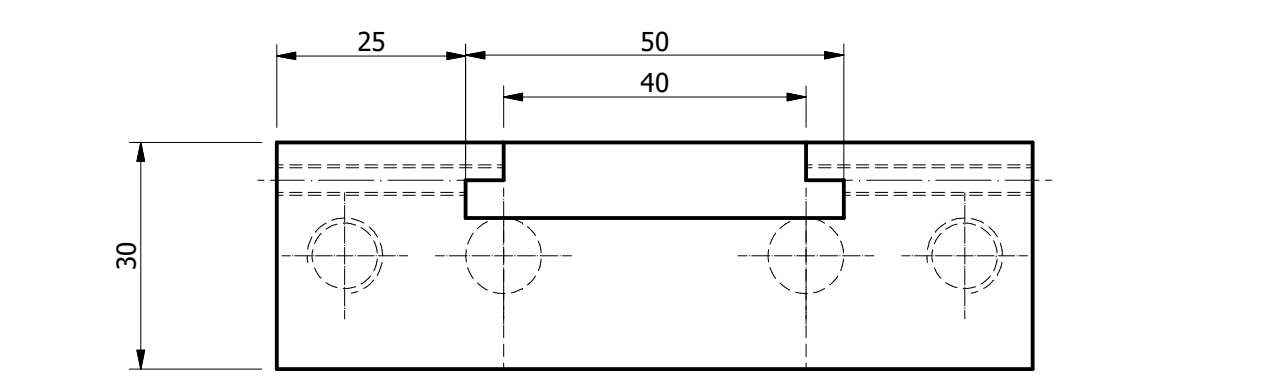


Corte B-B



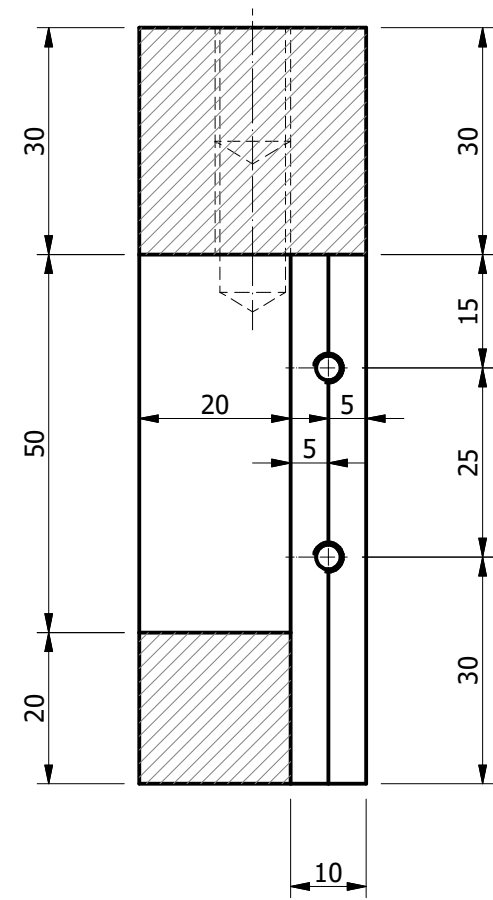
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-36	100X100X20
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
PLACA SUPERIOR PORTA CILINDRO	1 : 1	10.8493-3146.01.03.02	+/- 0.10 mm



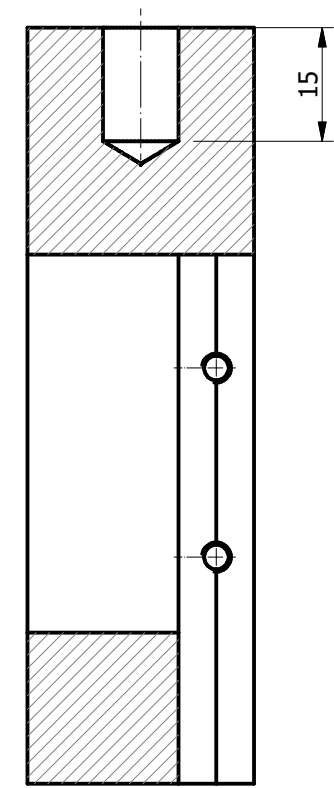


Corte A-A

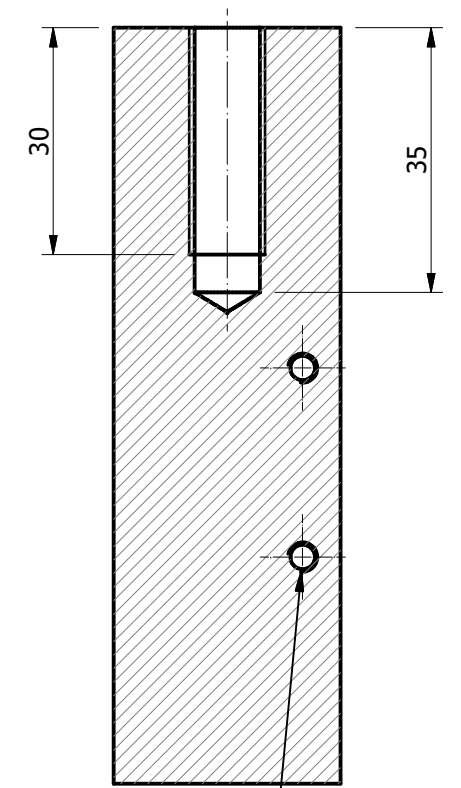
Corte B-B



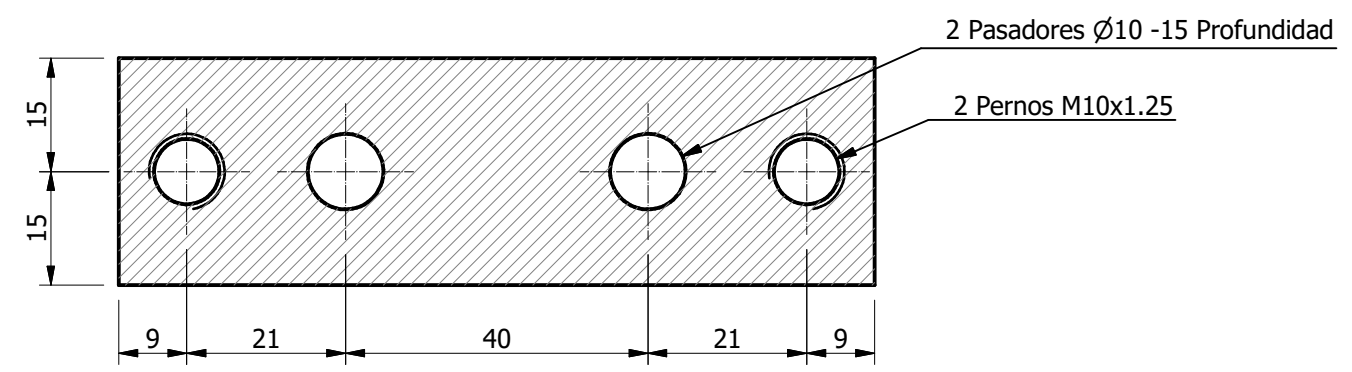
Corte C-C



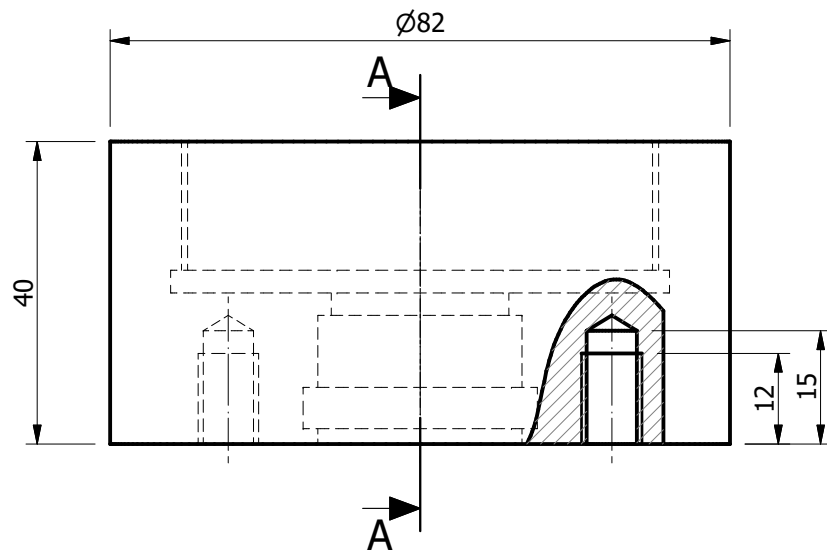
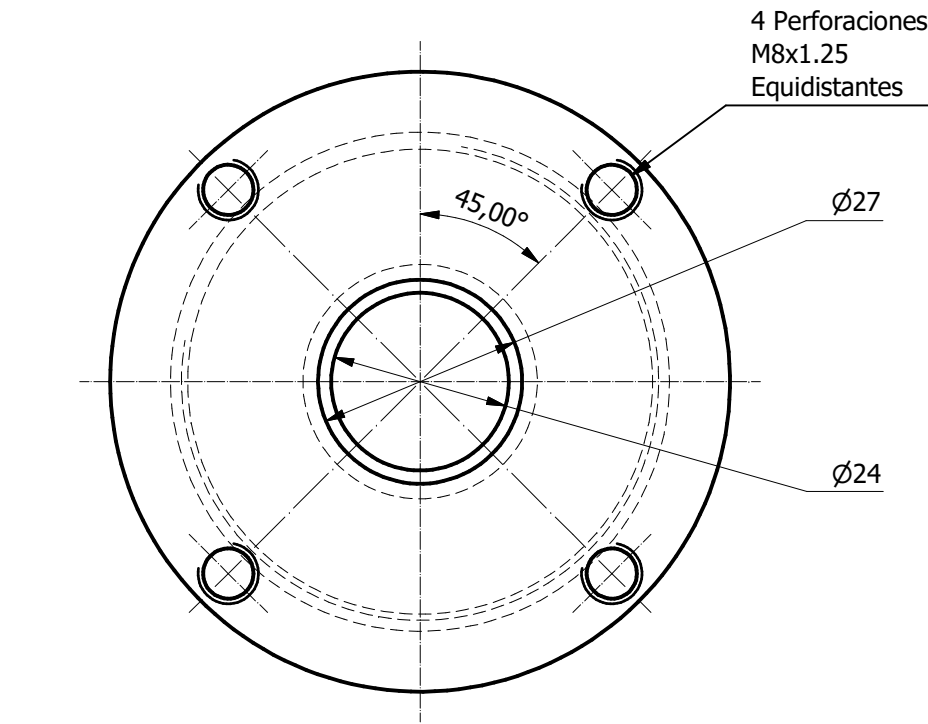
Corte D-D



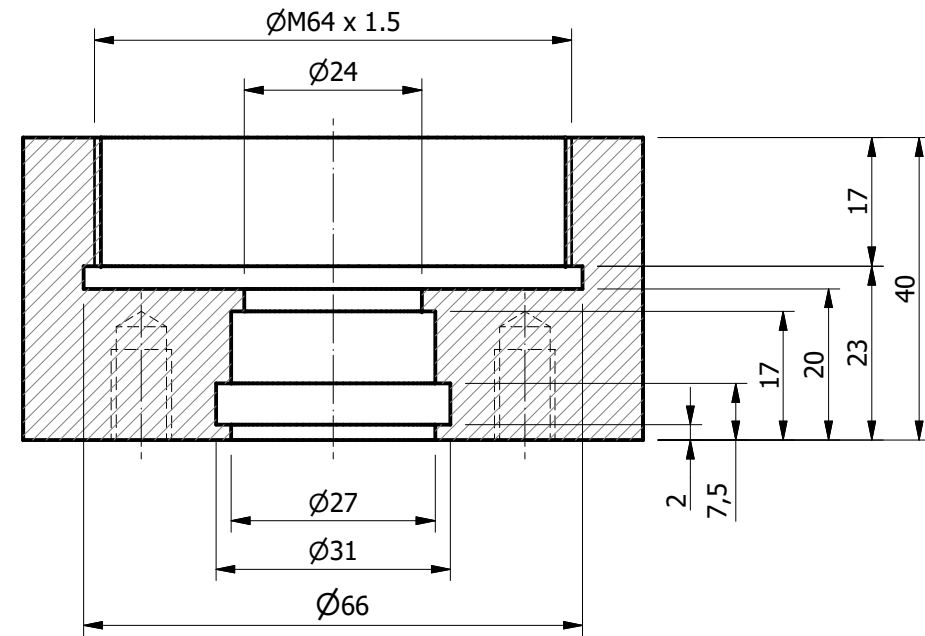
4 Prisioneros  
M4x0.7  
Pasante



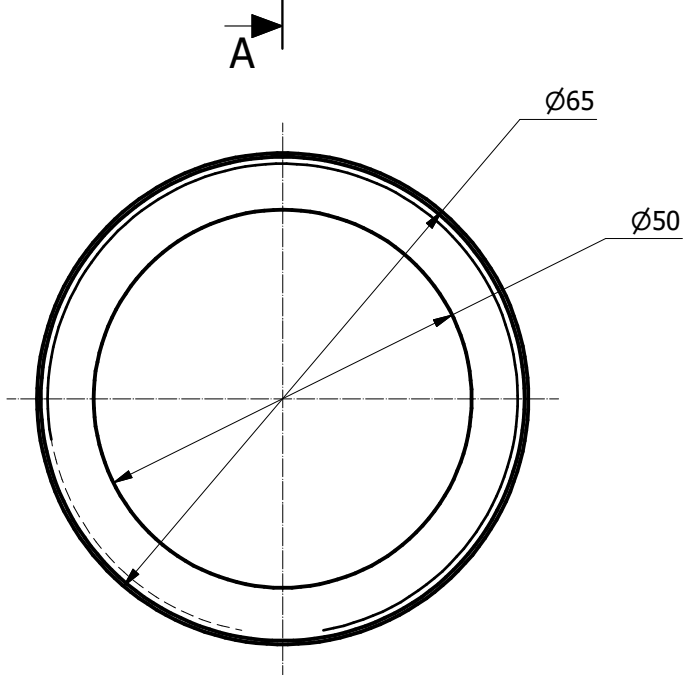
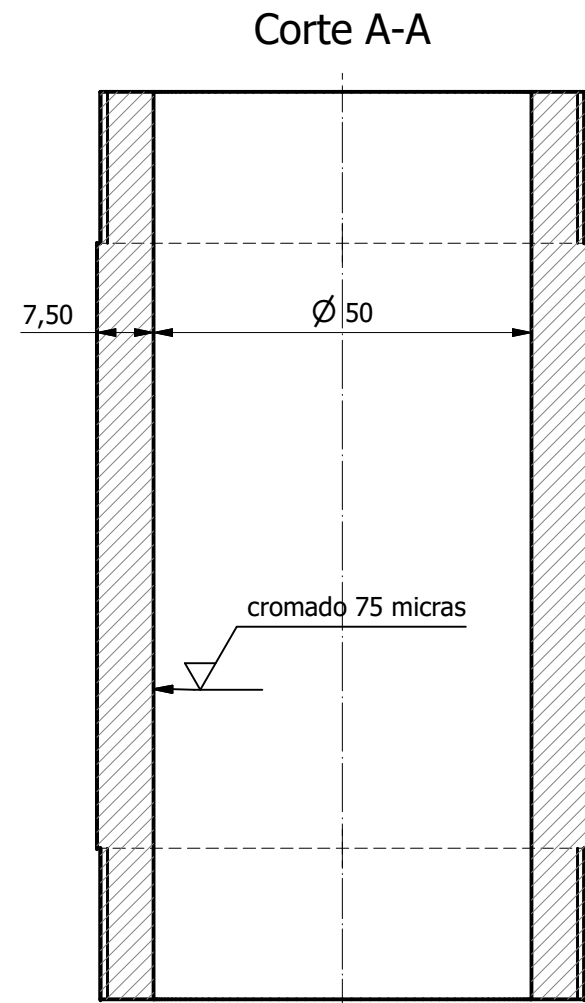
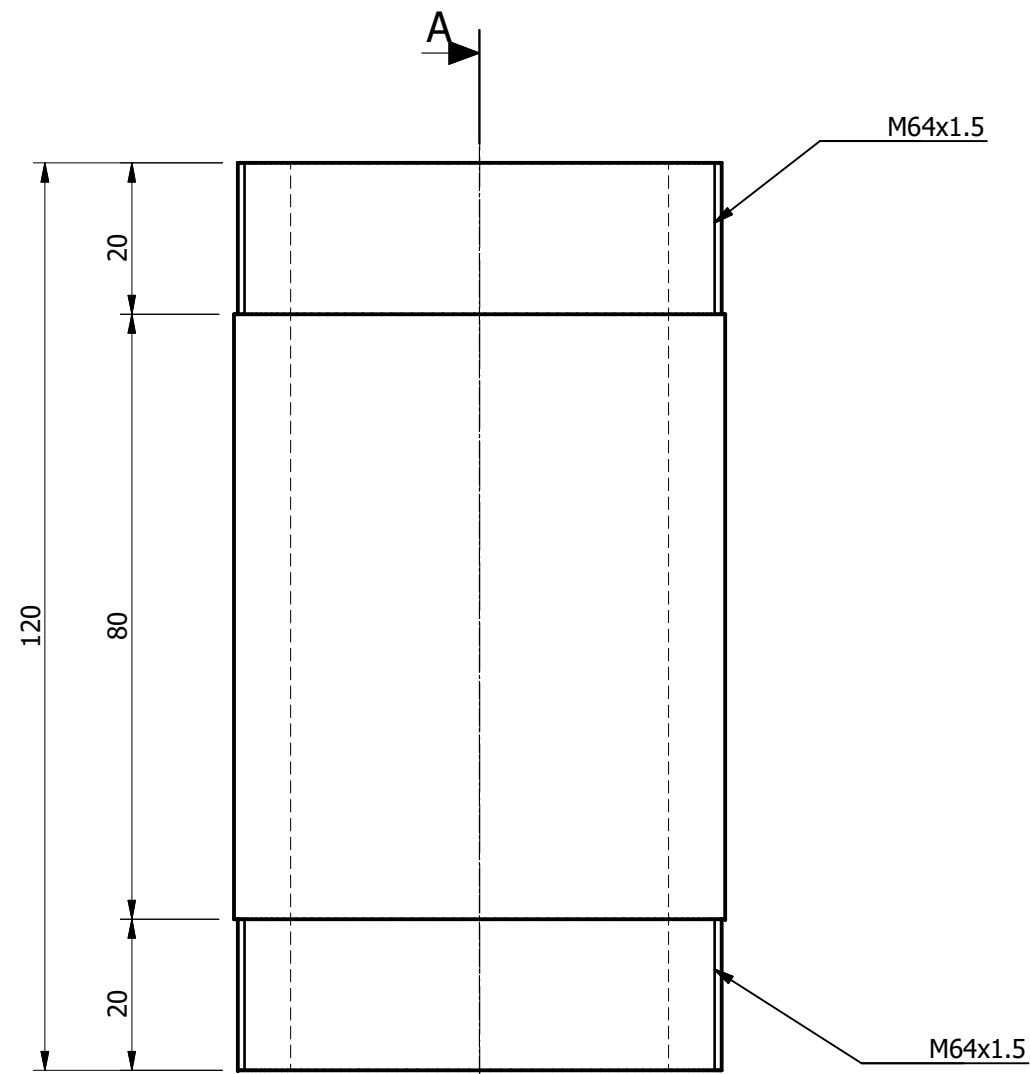
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-36	100X100X20
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
PLACA INFERIOR PORTA MATRIZ	1 : 1	10.8493-3146.01.03.03	+/- 0.10 mm



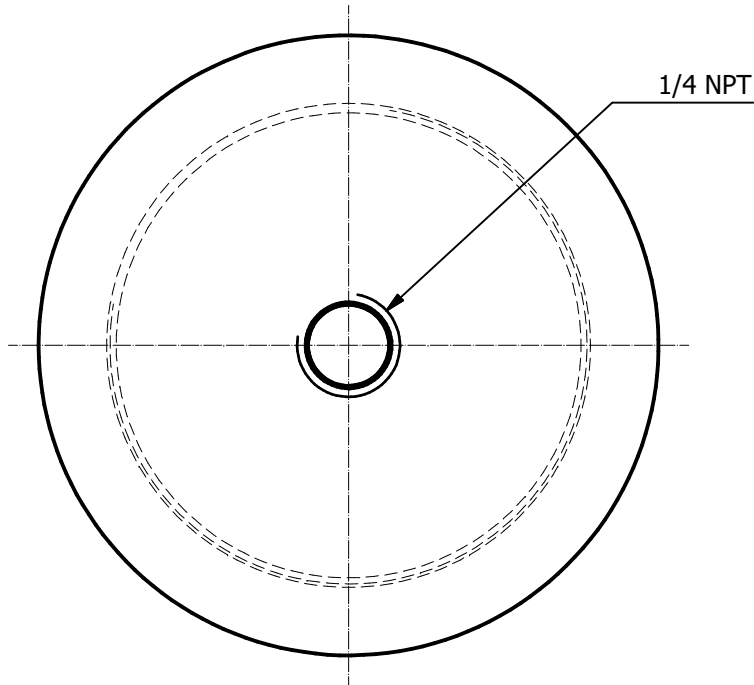
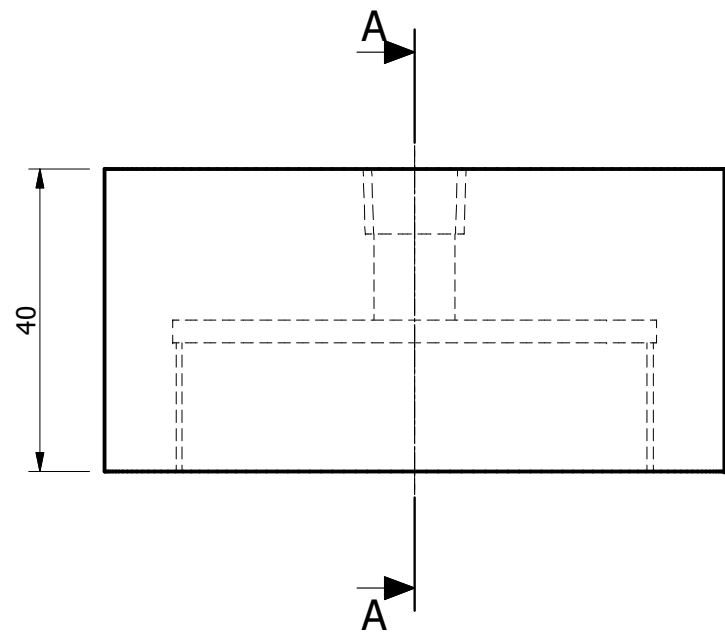
Corte A-A



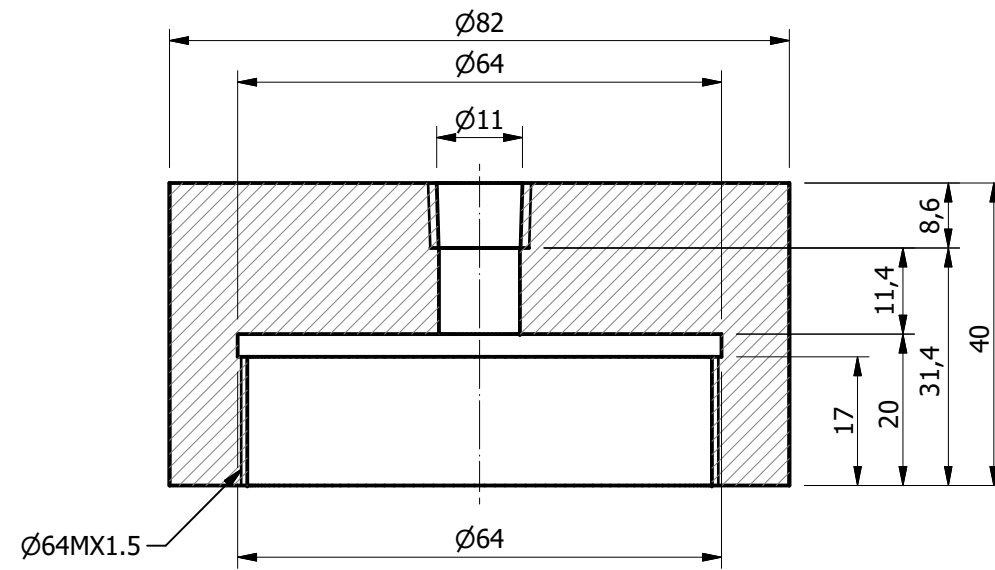
Tratamineto térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-705	40X82
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA: TAPA INFERIOR CILINDRO HIDRÁULICO	ESCALA: 1:1	CODIGO: 10.8493-3146.01.03.04	TOL. GRA: +/- 0.10 mm



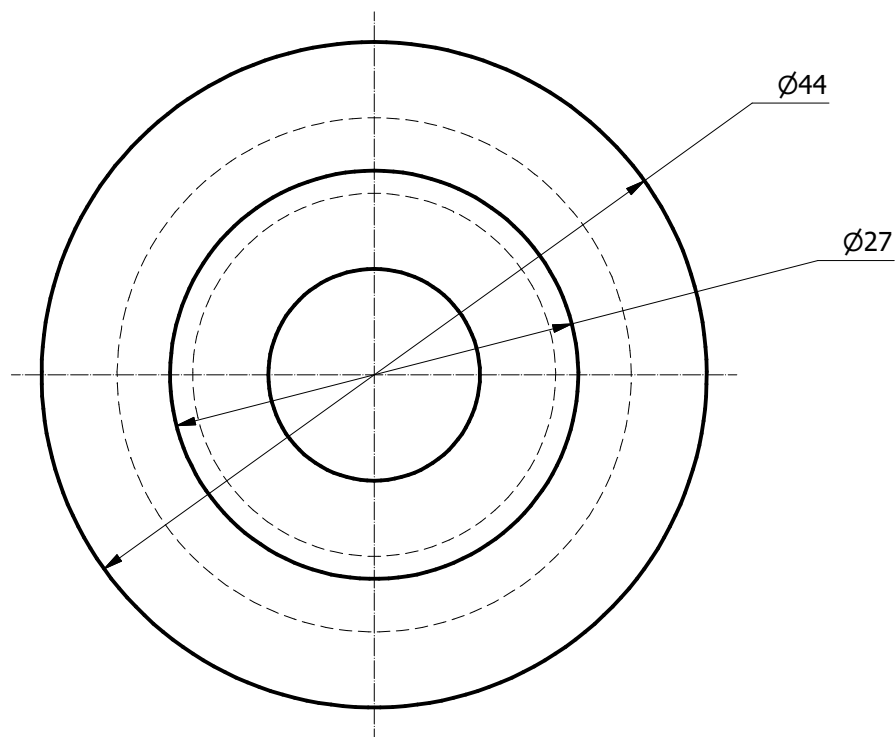
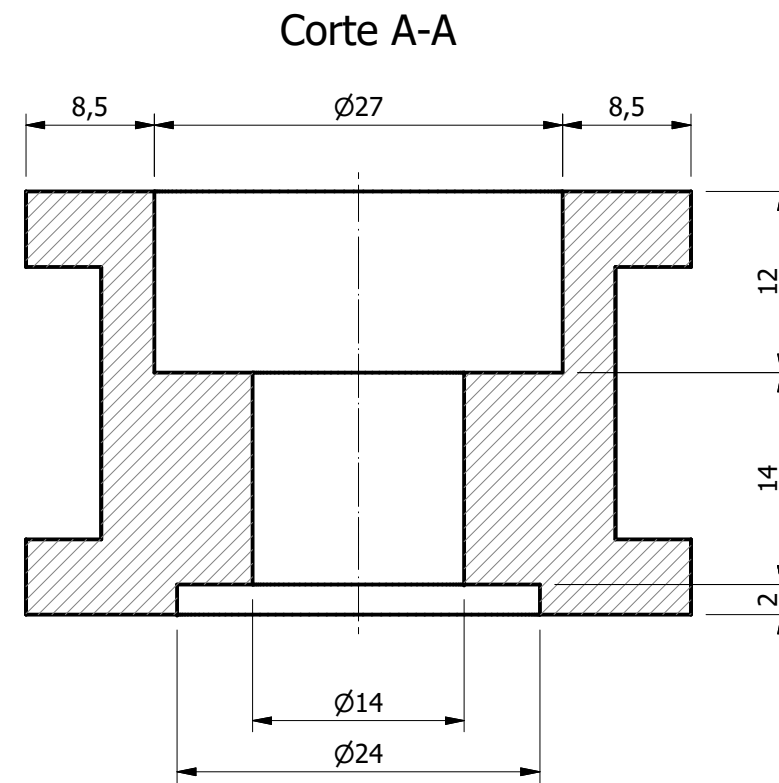
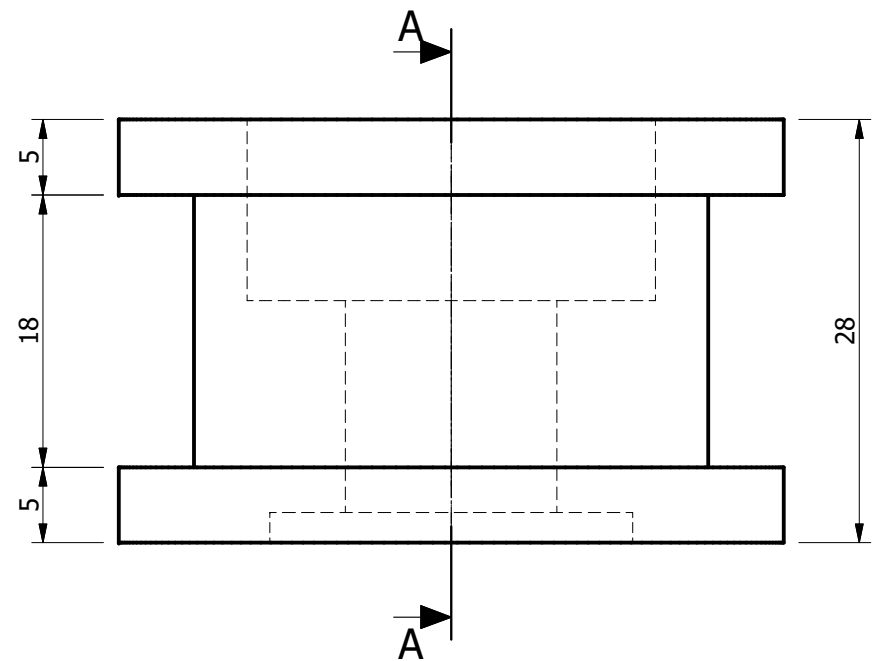
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Cromado 75 micras	A-705	120X65
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
CAMISA CILINDRO HIDRÁULICO	1 : 1	10.8493-3146.01.03.05	+/- 0.10 mm



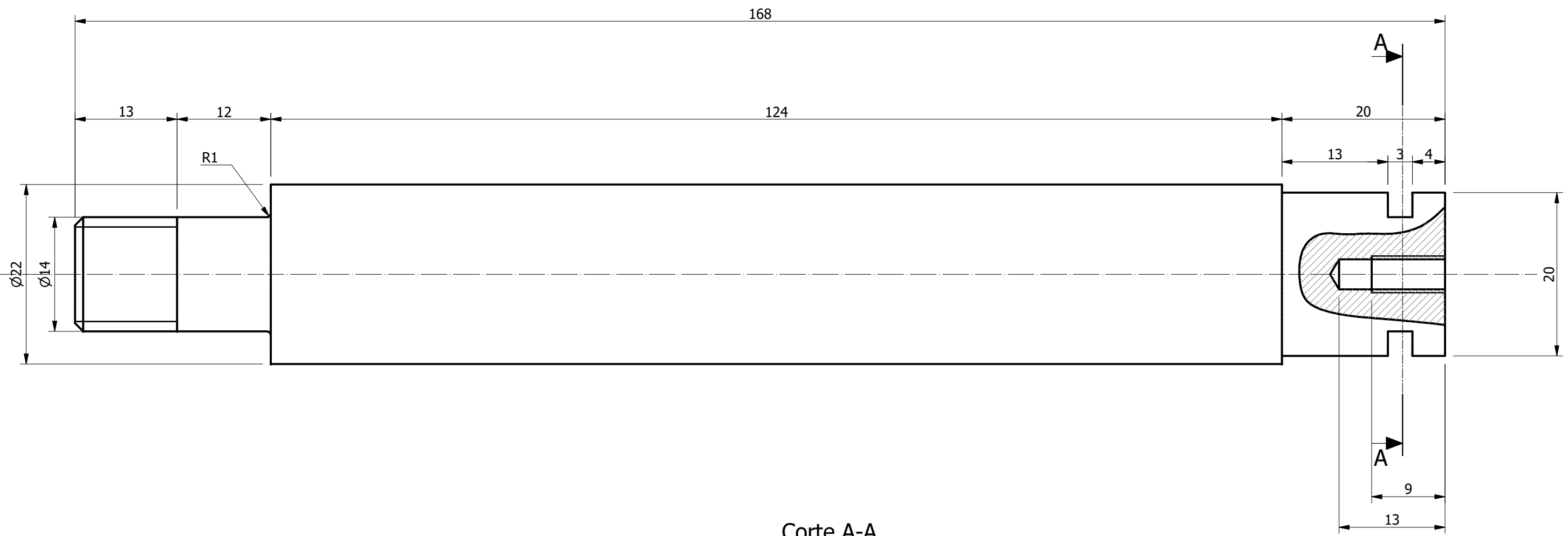
Corte A-A



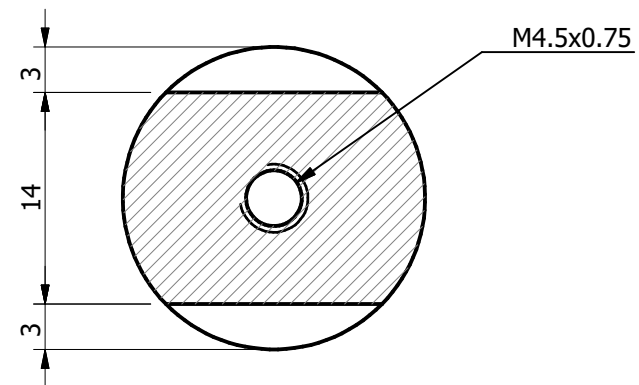
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintado	A-705	40X82
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA: TAPA SUPERIOR CILINDRO HIDRÁULICO	ESCALA: 1 : 1	CODIGO: 10.8493-3146.01.03.06	TOL. GRA: +/- 0.10 mm



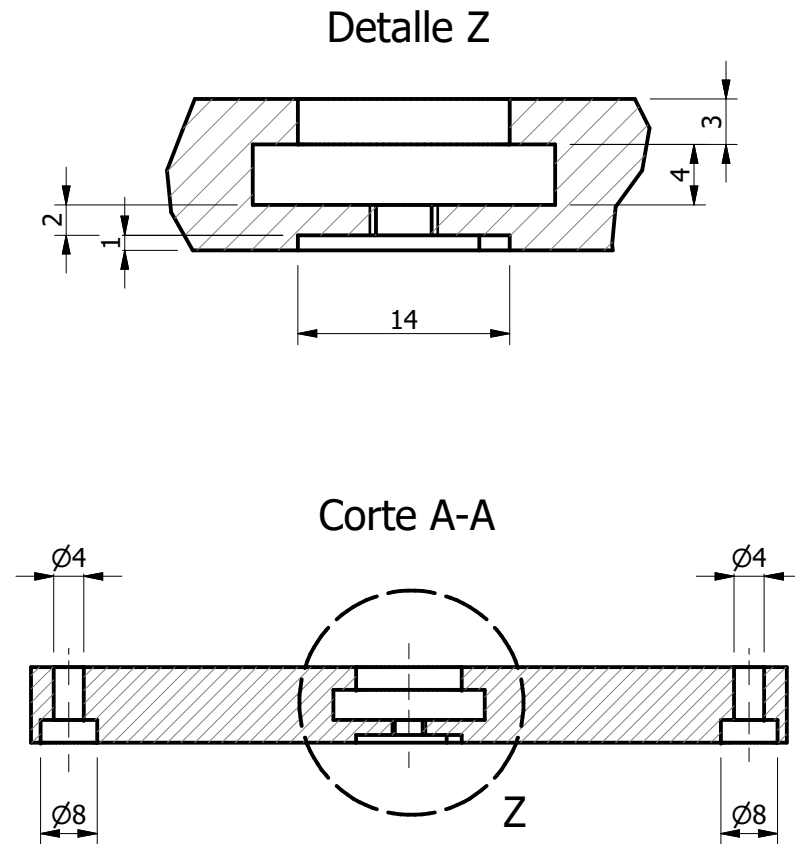
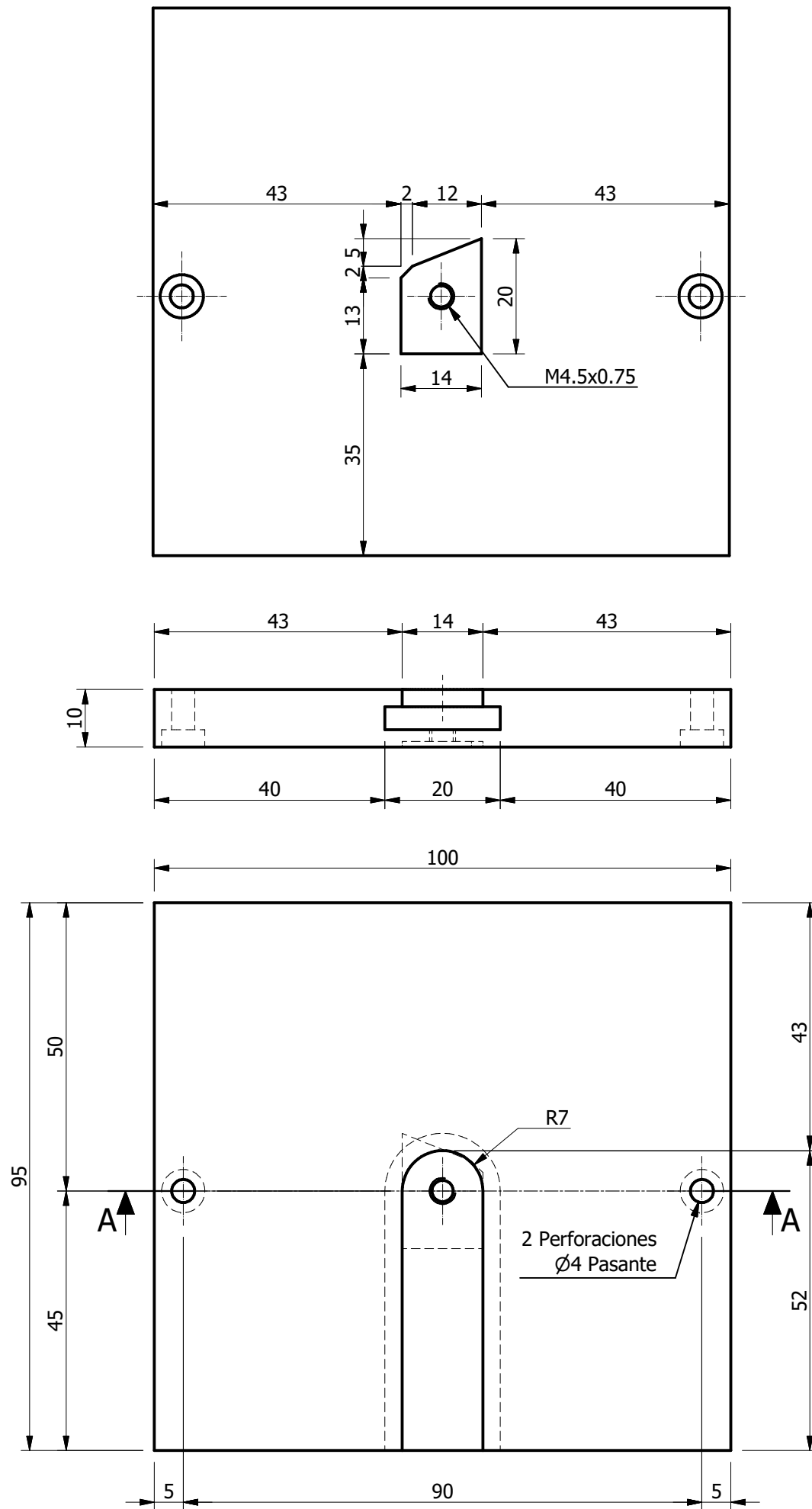
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	N/A	A-705	28X44
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
ÉMBOLO DEL PISTON HIRDÁULICO	2 : 1	10.8493-3146.01.03.07	+/- 0.10 mm



Corte A-A

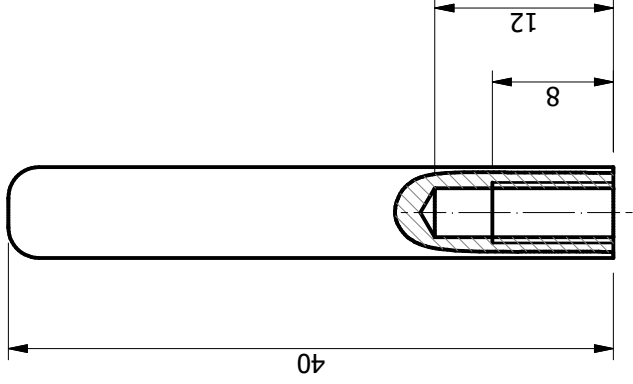
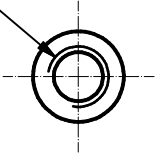


Tratamiento térmico	N/A	Material:	A-705	Dim. brutas:	28X44
Recubrimiento:	N/A				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T.	29/6/2017	
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T.	29/6/2017	
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida	29/6/2017	
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:		TOL. GRA:	
VASTAGO DEL PISTON HIDRÁULICO	2 : 1	10.8493-3146.01.03.08		+/- 0.10 mm	

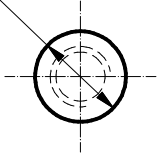


Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-36	100X95X10
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
PORTA MATRIZ DE CORTE DERECHA	1 : 1	10.8493-3146.01.03.09	+/- 0.10 mm

M4x0.7

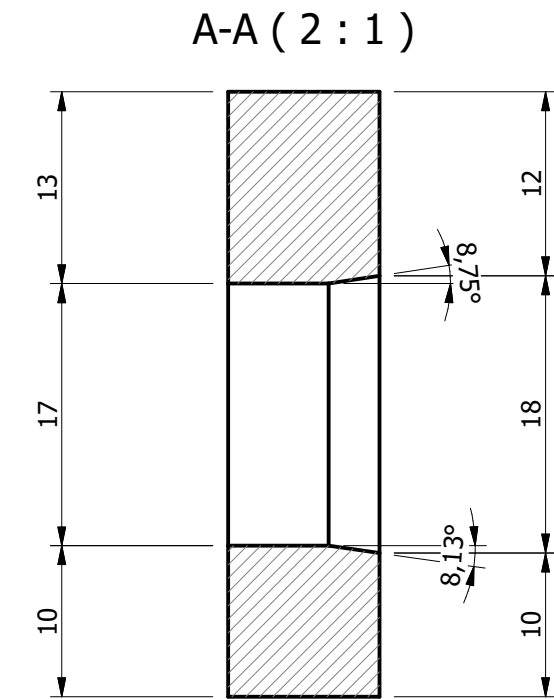
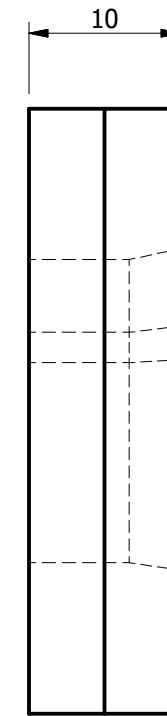
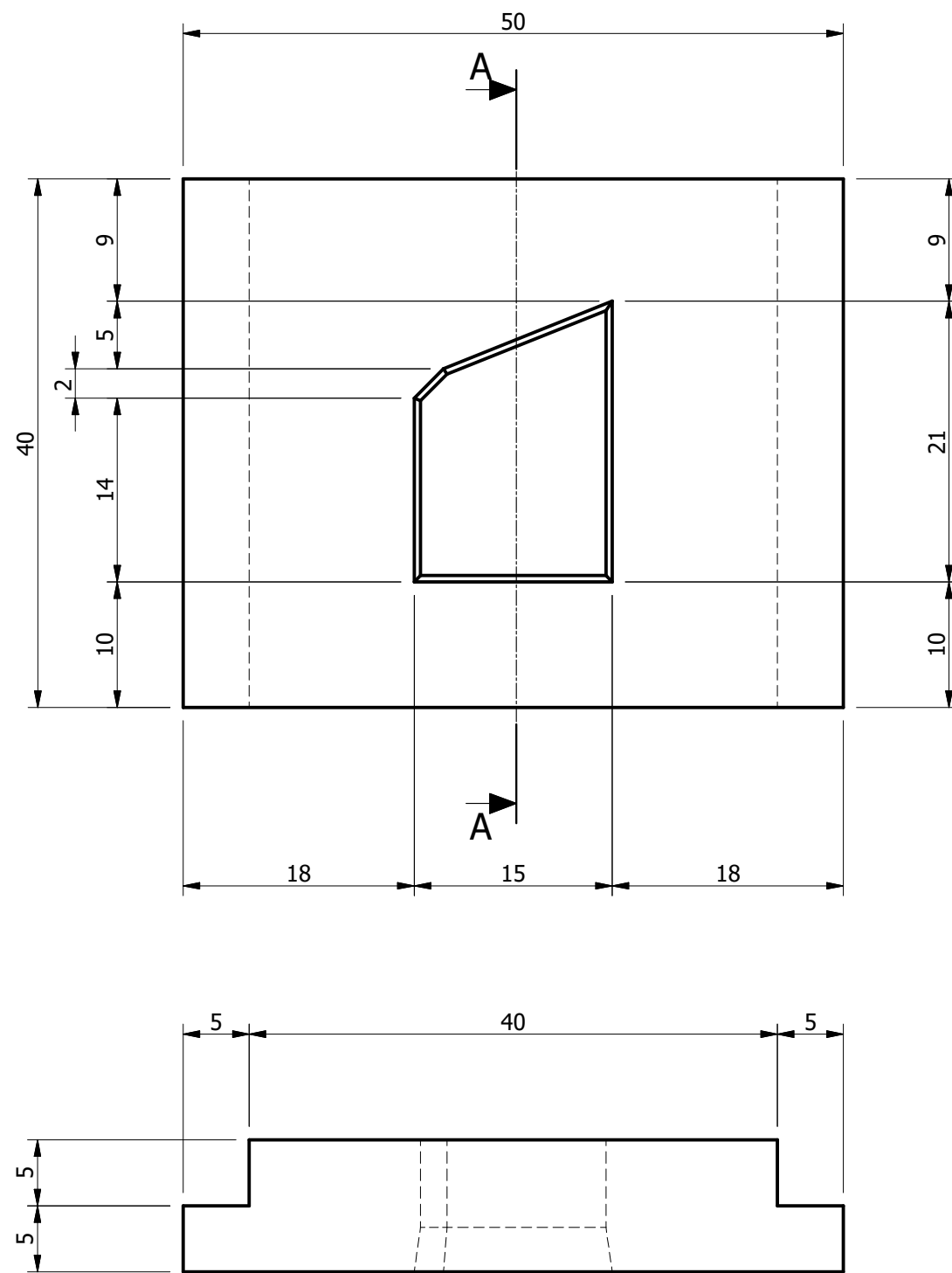


∅6

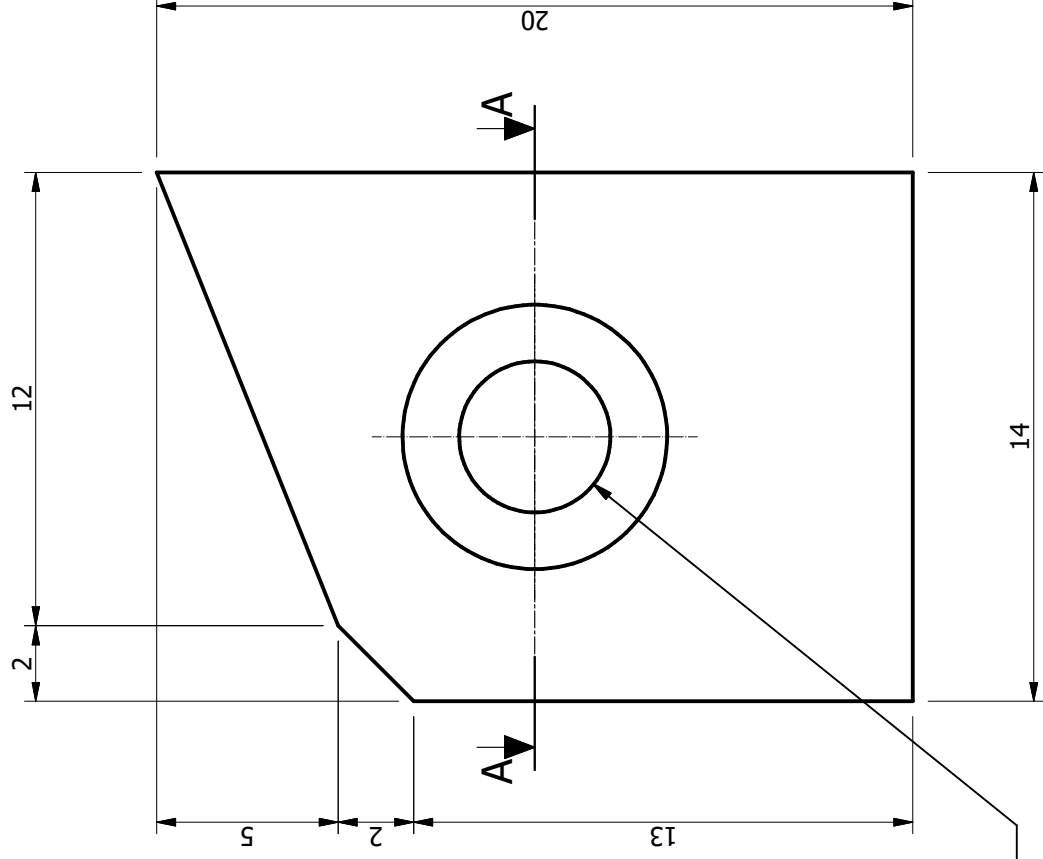


Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:	
Recubrimiento:	N/A	A-36	40x6	
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T.	29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T.	29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida	29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:	
GUIAS PORTA PUNZON DE CORTE	2 : 1	10.8493-3146.01.03.10	+/- 0.10 mm	



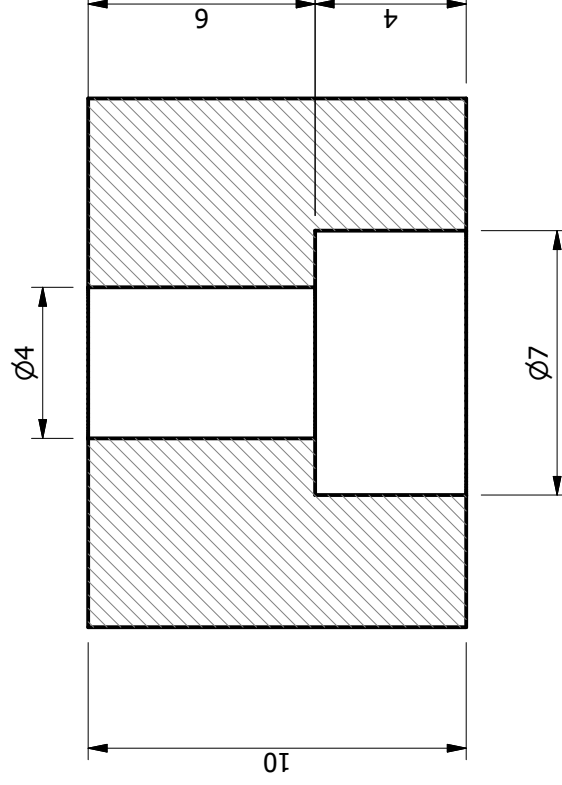


Tratamiento térmico	Nitrurado superficial 3 mm	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	N/A	k110	50X40X10
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA: MATRIZ DE CORTE INFERIOR DERECHA	ESCALA: 2 : 1	CODIGO: 10.8493-3146.01.03.11	TOL. GRA: +/- 0.10 mm

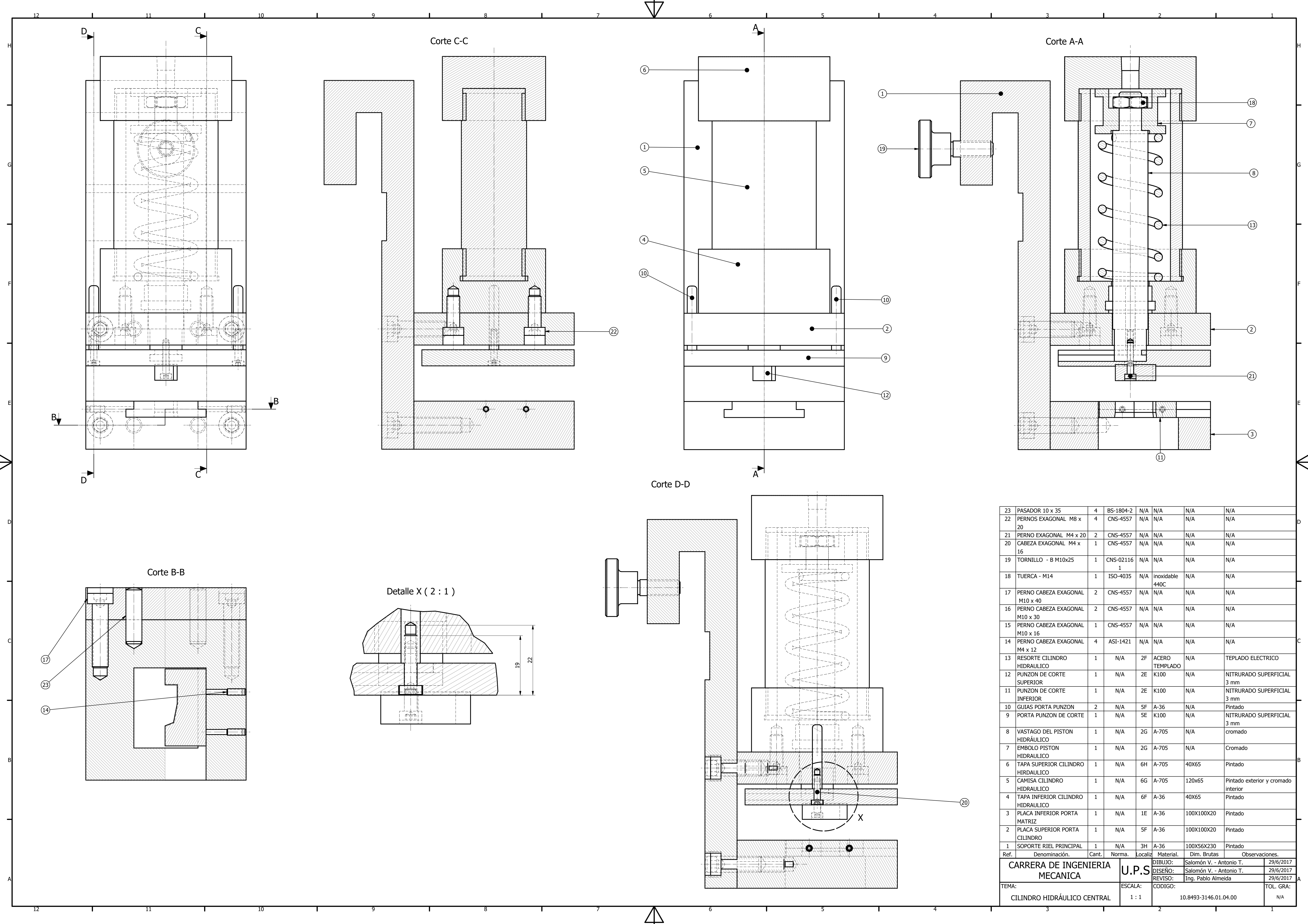


$\varnothing 4$  Pasante  
 $\perp \varnothing 7 \nabla 4$

### Corte A-A

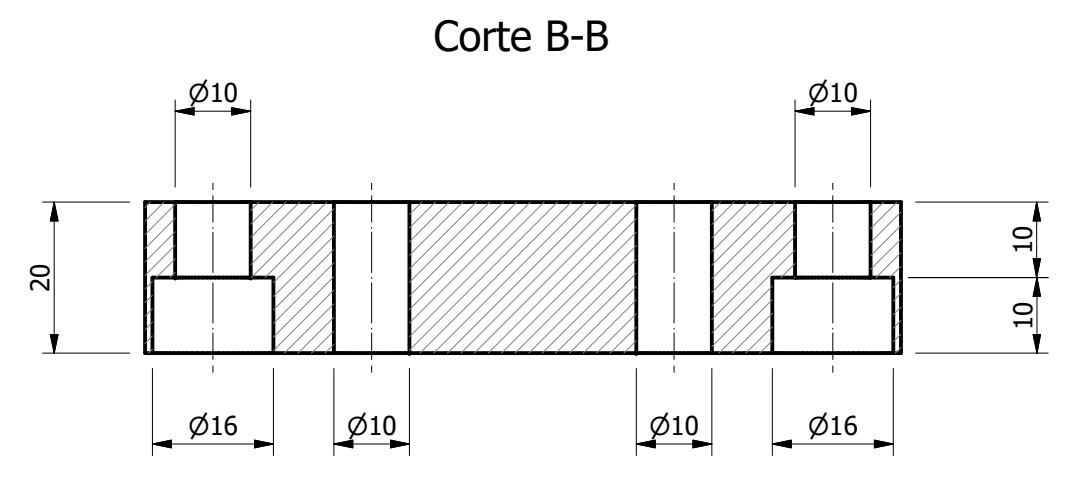
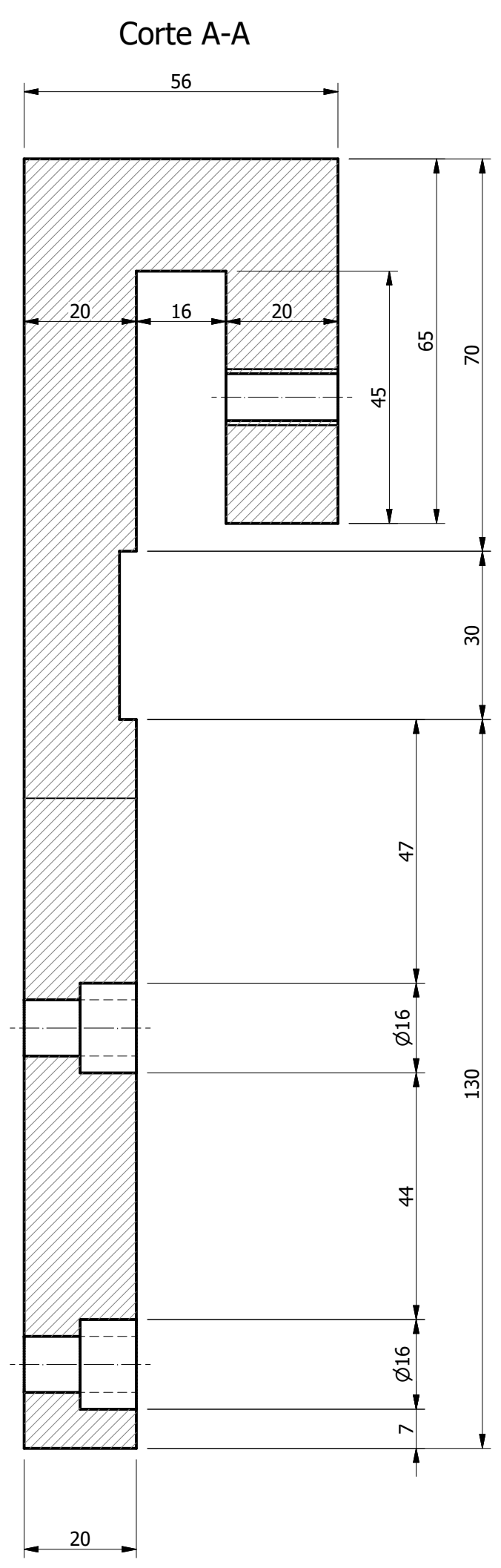
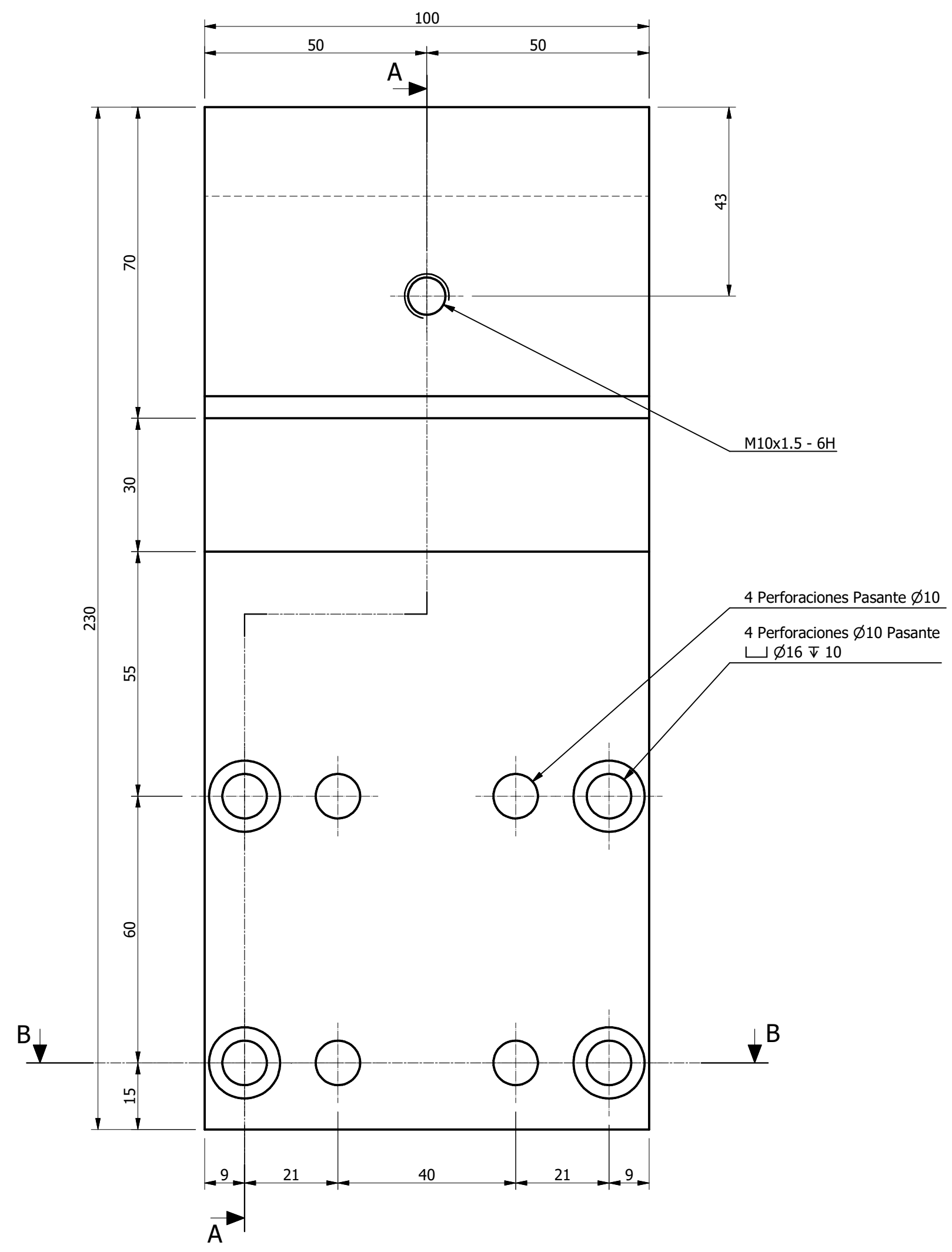


Tratamiento térmico	Nitruración superficial 3 mm	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	N/A	K110	14X20X10
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T.
	TEMA: PUNZON DE CORTE DERECHO	DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T.
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida
	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
	5 : 1	10.8493-3146.01.03.12	+/- 0.10 mm

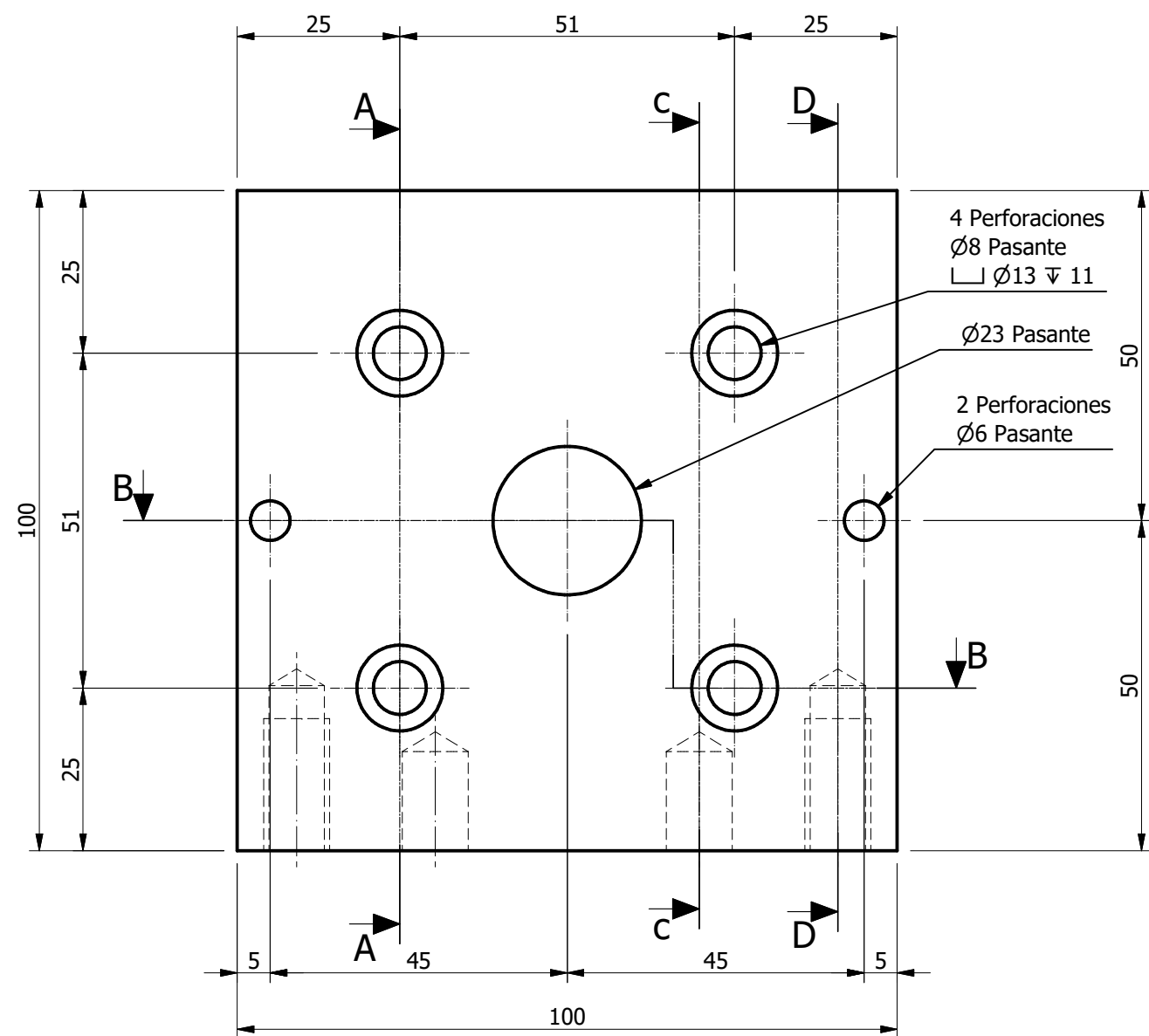
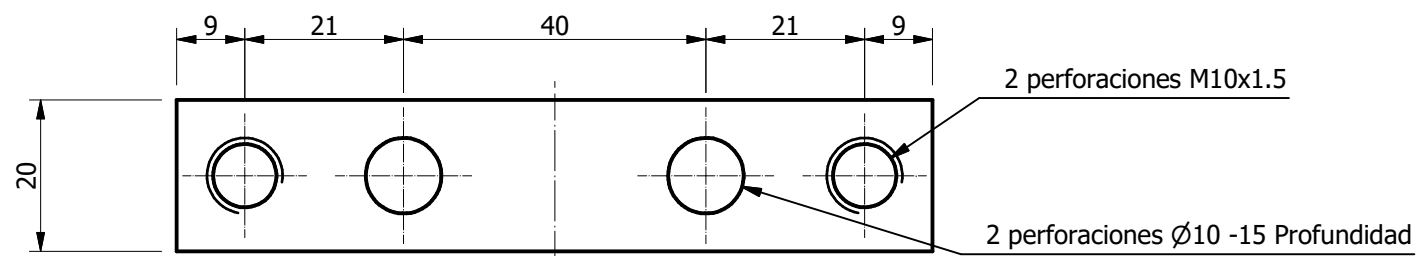


23	PASADOR 10 x 35	4	BS-1804-2	N/A	N/A	N/A	N/A
22	PERNOS EXAGONAL M8 x 20	4	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
21	PERNO EXAGONAL M4 x 20	2	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
20	CABEZA EXAGONAL M4 x 16	1	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
19	TORNILLO - B M10x25	1	CNS-02116	N/A	N/A	N/A	N/A
18	TUERCA - M14	1	ISO-4035	N/A	inoxidable 440C	N/A	N/A
17	PERNO CABEZA EXAGONAL M10 x 40	2	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
16	PERNO CABEZA EXAGONAL M10 x 30	2	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
15	PERNO CABEZA EXAGONAL M10 x 16	1	CNS-4557	N/A	N/A	N/A	N/A
14	PERNO CABEZA EXAGONAL M4 x 12	4	ASI-1421	N/A	N/A	N/A	N/A
13	RESORTE CILINDRO HIDRAULICO	1	N/A	2F	ACERO TEMPLADO	N/A	TEPLADO ELECTRICO
12	PUNZON DE CORTE SUPERIOR	1	N/A	2E	K100	N/A	NITRURADO SUPERFICIAL 3 mm
11	PUNZON DE CORTE INFERIOR	1	N/A	2E	K100	N/A	NITRURADO SUPERFICIAL 3 mm
10	GUIAS PORTA PUNZON	2	N/A	5F	A-36	N/A	Pintado
9	PORTA PUNZON DE CORTE	1	N/A	5E	K100	N/A	NITRURADO SUPERFICIAL 3 mm
8	VASTAGO DEL PISTON HIDRAULICO	1	N/A	2G	A-705	N/A	cromado
7	EMBOLO PISTON HIDRAULICO	1	N/A	2G	A-705	N/A	Cromado
6	TAPA SUPERIOR CILINDRO HIDRAULICO	1	N/A	6H	A-705	40X65	Pintado
5	CAMISA CILINDRO HIDRAULICO	1	N/A	6G	A-705	120x65	Pintado exterior y cromado interior
4	TAPA INFERIOR CILINDRO HIDRAULICO	1	N/A	6F	A-36	40X65	Pintado
3	PLACA INFERIOR PORTA MATRIZ	1	N/A	1E	A-36	100X100X20	Pintado
2	PLACA SUPERIOR PORTA CILINDRO	1	N/A	5F	A-36	100X100X20	Pintado
1	SOPORTE RIEL PRINCIPAL	1	N/A	3H	A-36	100X56X230	Pintado

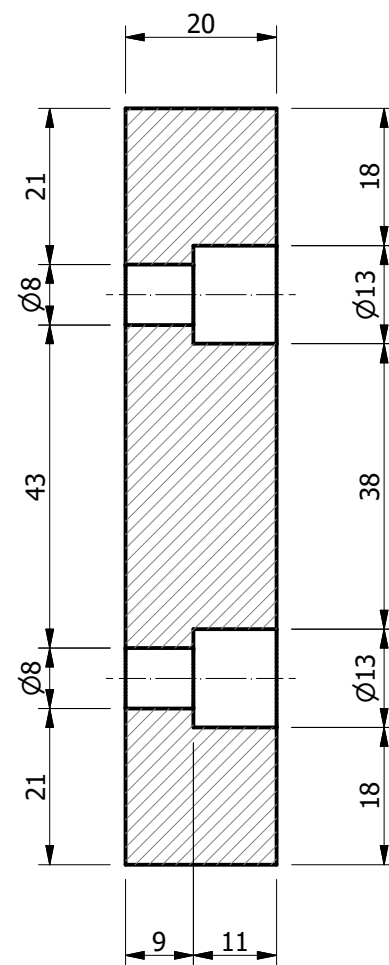
**CARRERA DE INGENIERIA MECANICA**  
**U.P.S**  
 DIBUJO: Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017  
 DISEÑO: Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017  
 REVISO: Ing. Pablo Almeida 29/6/2017  
 TEMA: CILINDRO HIDRÁULICO CENTRAL  
 ESCALA: 1 : 1  
 CODIGO: 10.8493-3146.01.04.00  
 TOL. GRA: N/A



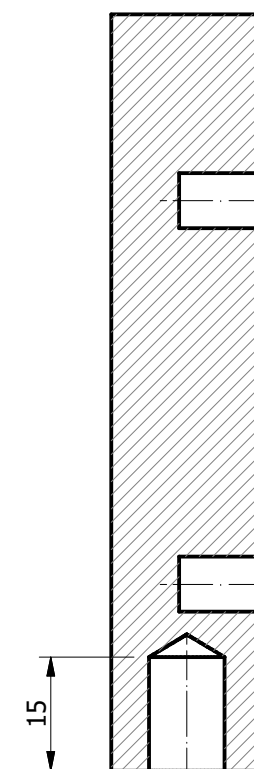
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-36	100X230X56
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
SOPORTE RIEL PRINCIPAL	1 : 1	10.8493-3146.01.04.01	+/- 0.10 mm



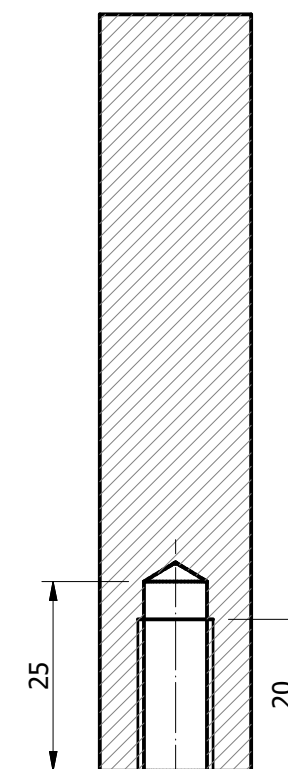
Corte A-A



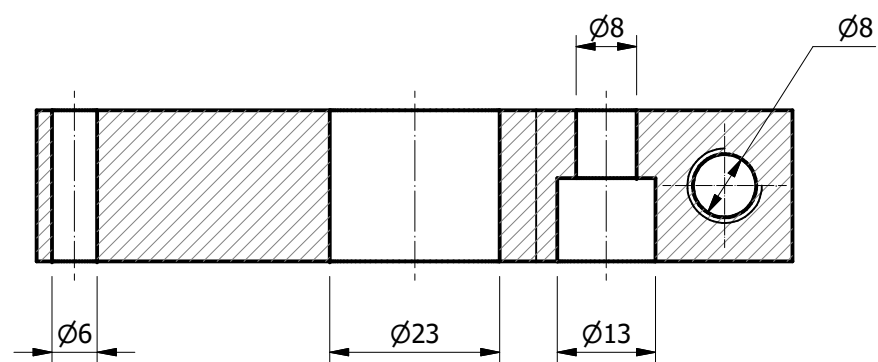
Corte c-c



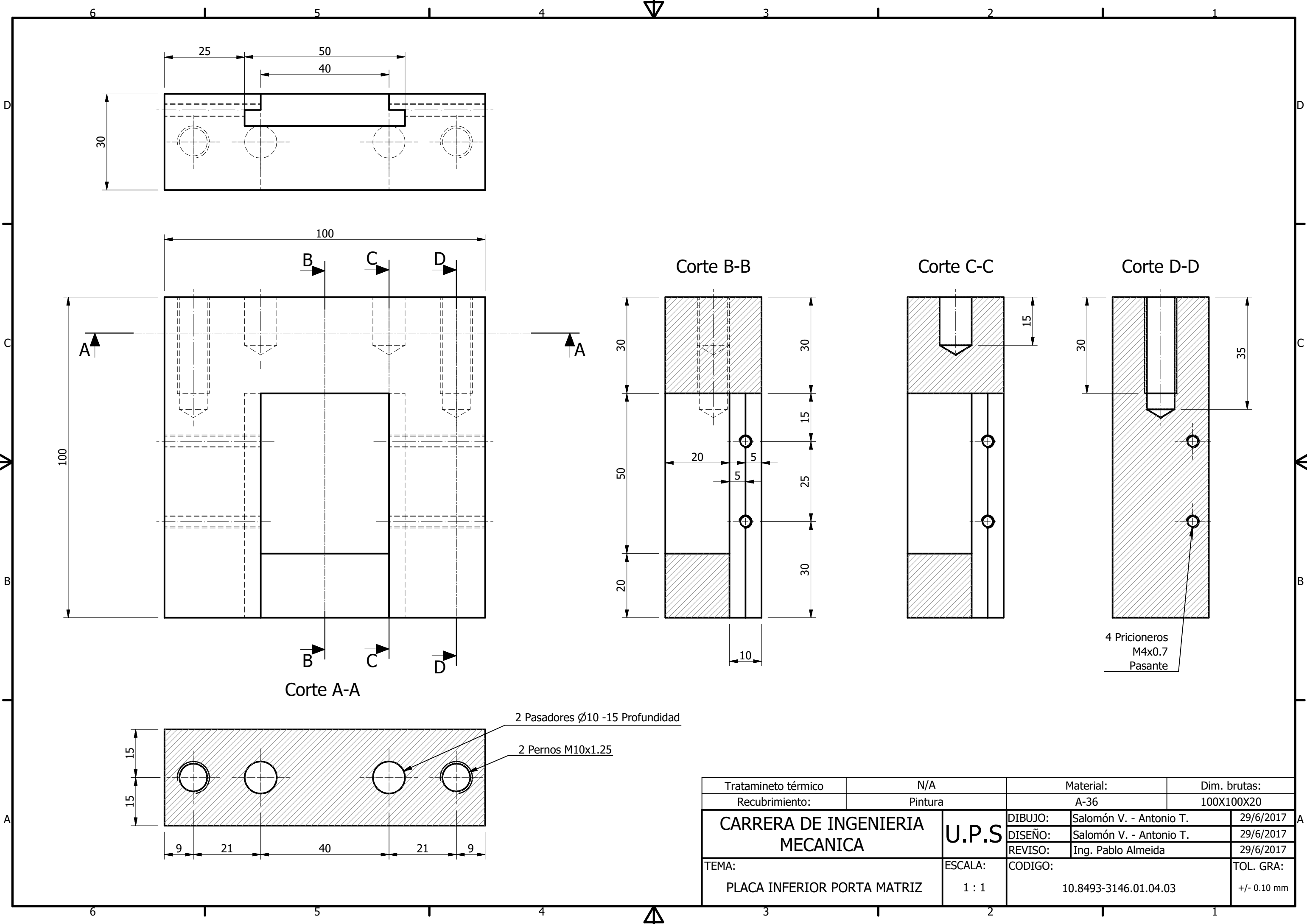
Corte D-D



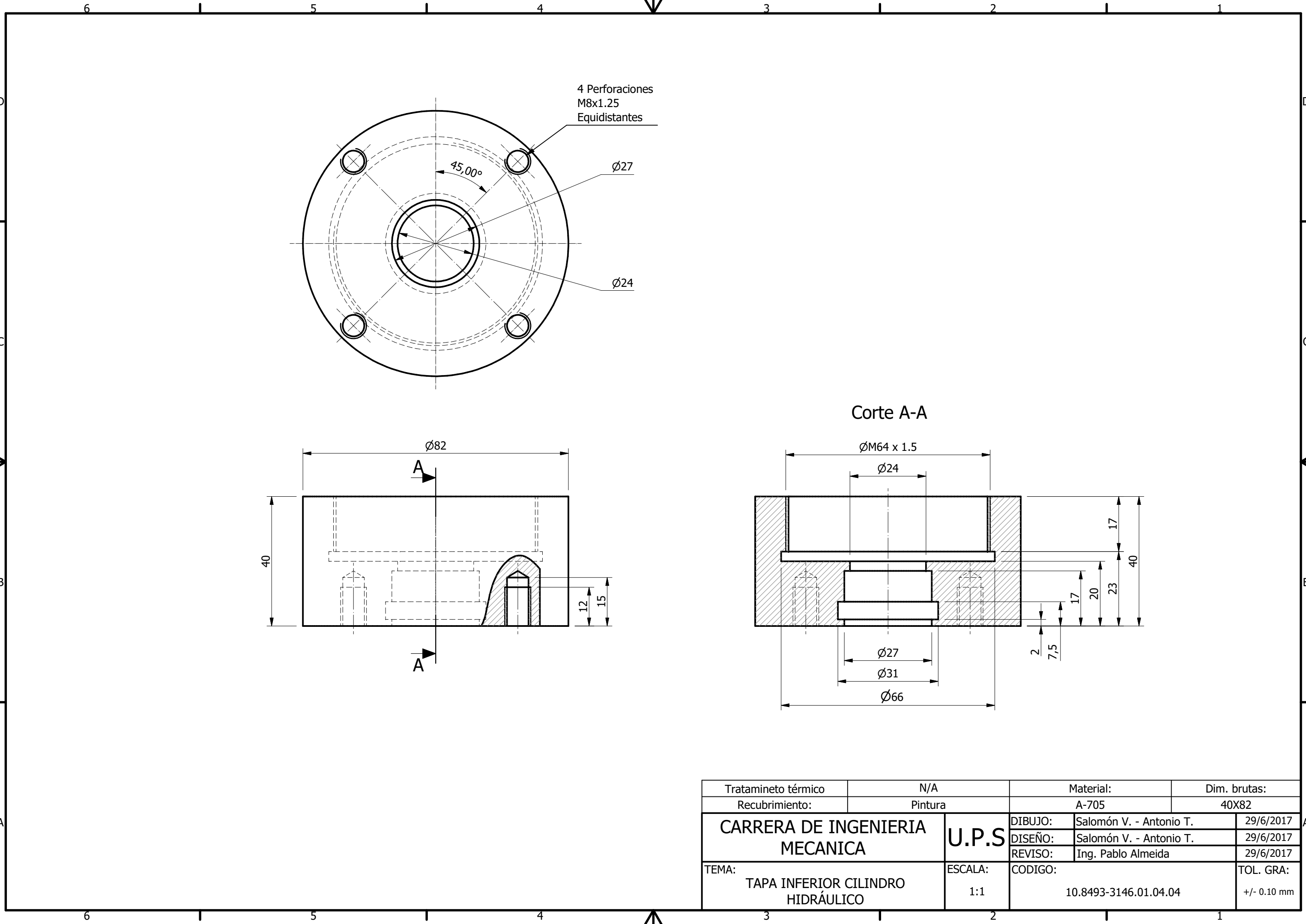
Corte B-B



Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-36	100X100X20
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
PLACA SUPERIOR PORTA CILINDRO	1 : 1	10.8493-3146.01.04.02	+/- 0.10 mm



Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-36	100X100X20
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b> <b>U.P.S</b>		DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
PLACA INFERIOR PORTA MATRIZ	1 : 1	10.8493-3146.01.04.03	+/- 0.10 mm



4 Perforaciones  
M8x1.25  
Equidistantes

Ø27

Ø24

45,00°

Corte A-A

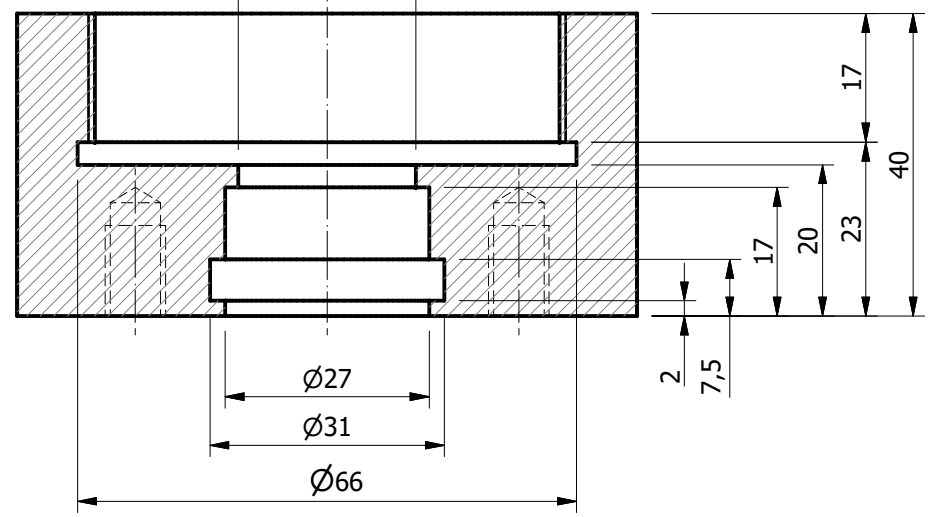
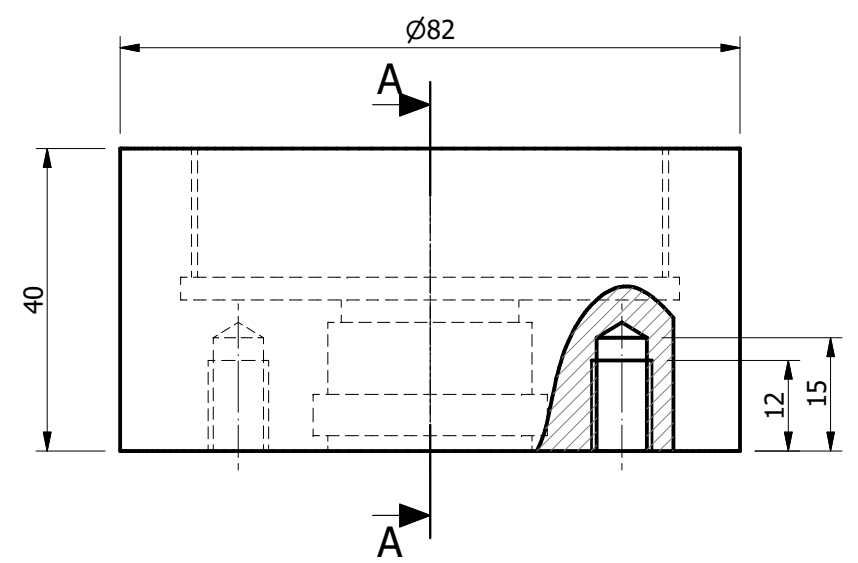
ØM64 x 1.5

Ø24

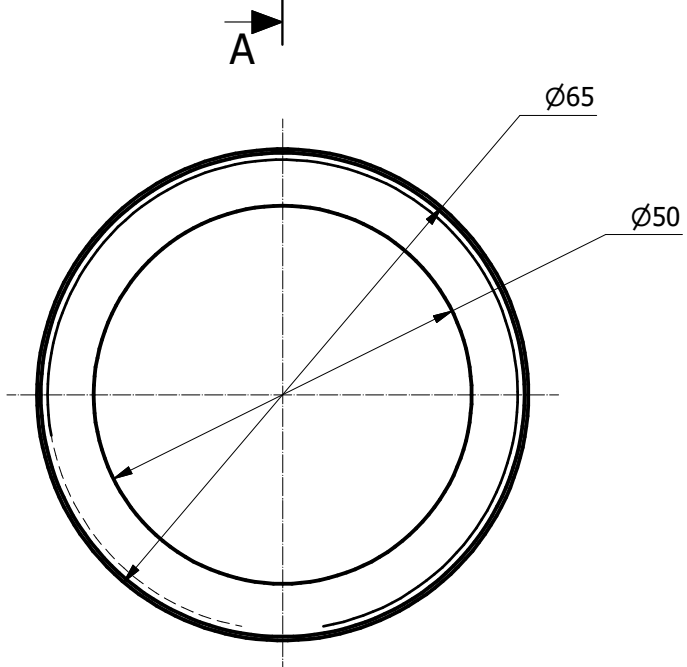
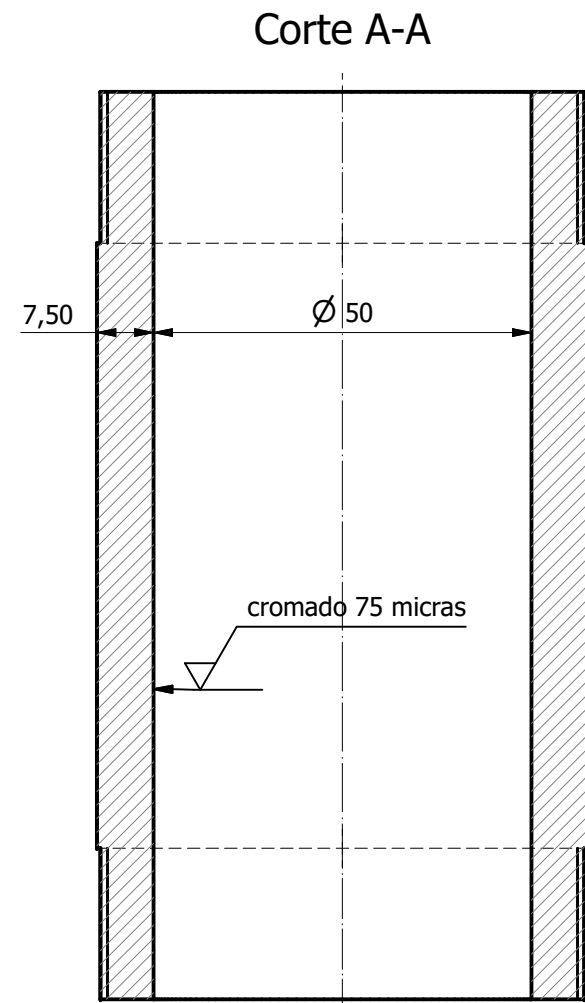
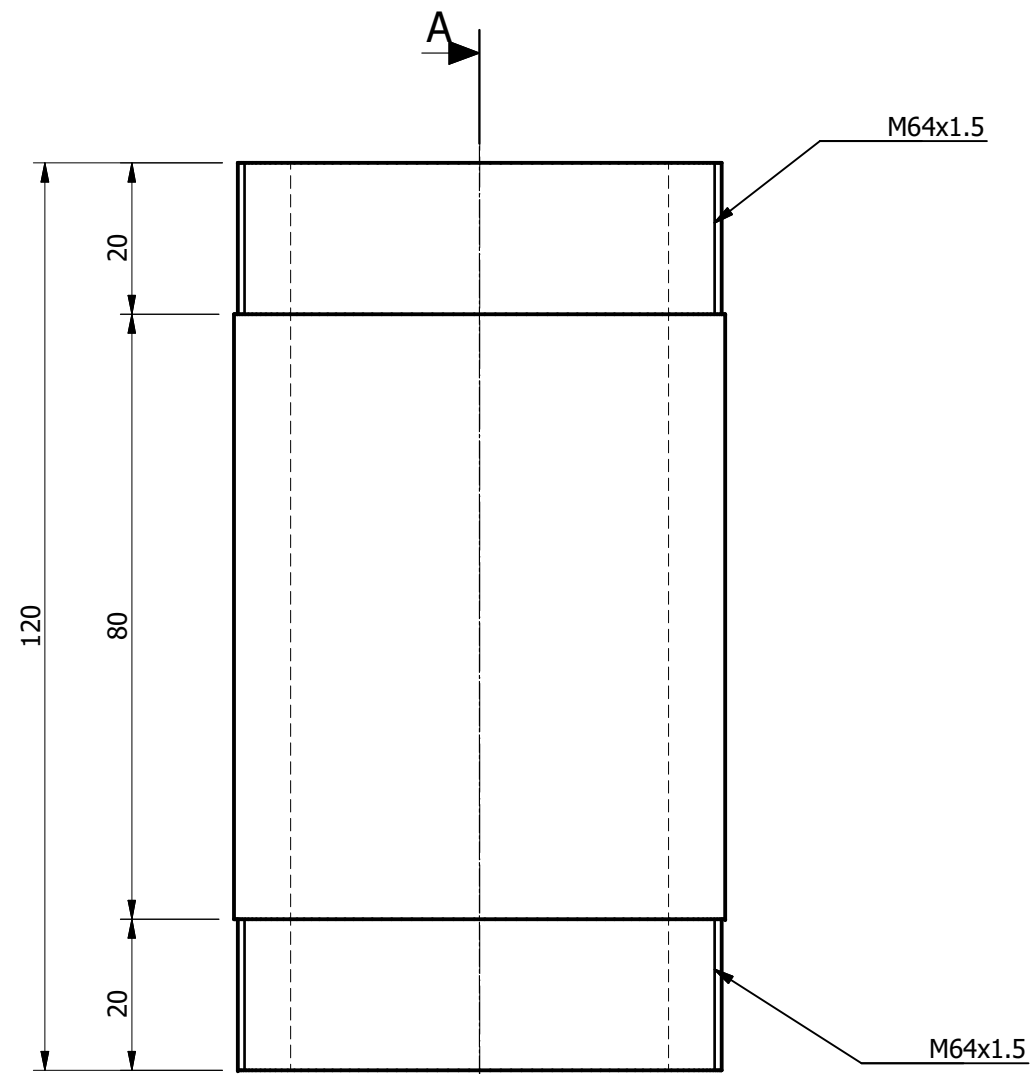
Ø27

Ø31

Ø66

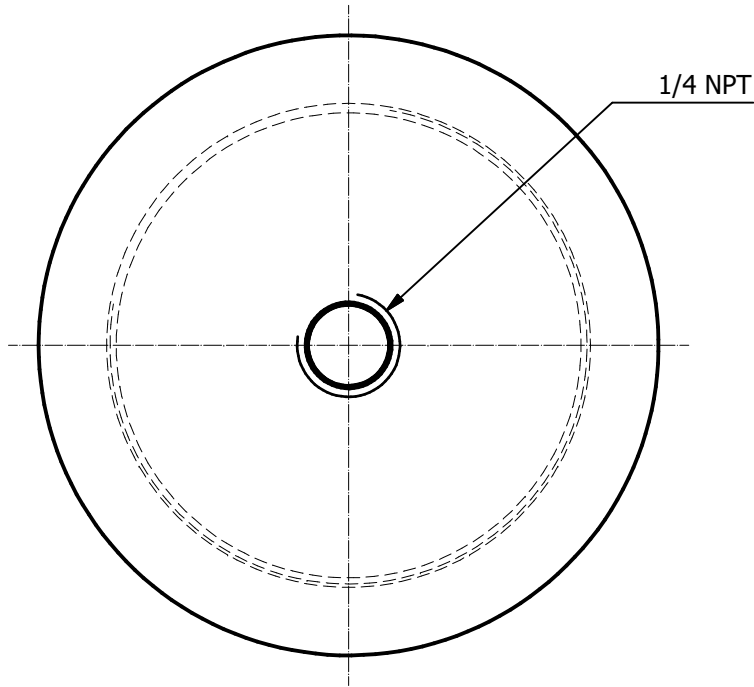
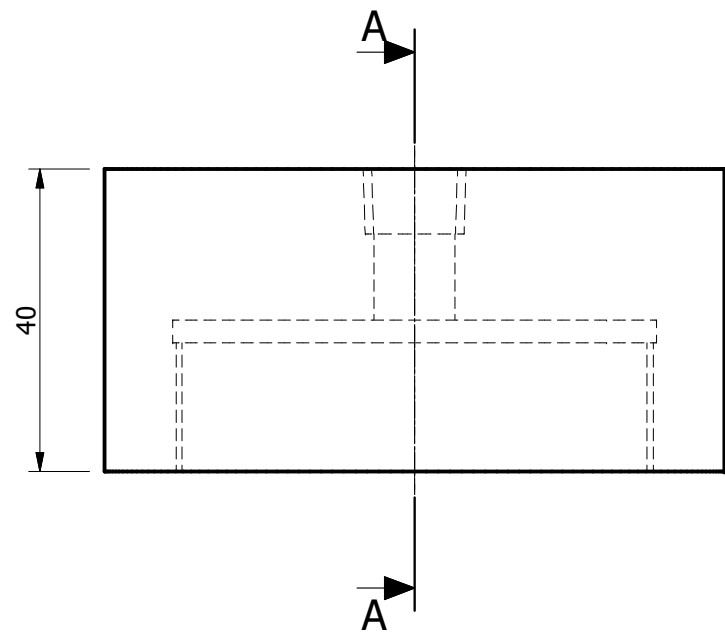


Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-705	40X82
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA: TAPA INFERIOR CILINDRO HIDRÁULICO	ESCALA: 1:1	CODIGO: 10.8493-3146.01.04.04	TOL. GRA: +/- 0.10 mm

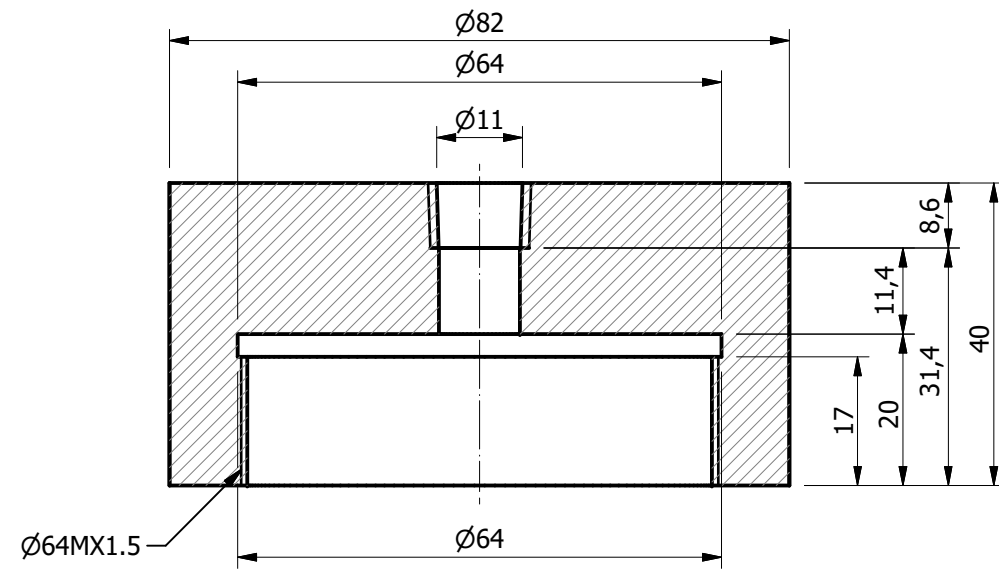


Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Cromado 75 micras	A-705	120X65
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
CAMISA CILINDRO HIDRÁULICO	1 : 1	10.8493-3146.01.04.05	+/- 0.10 mm

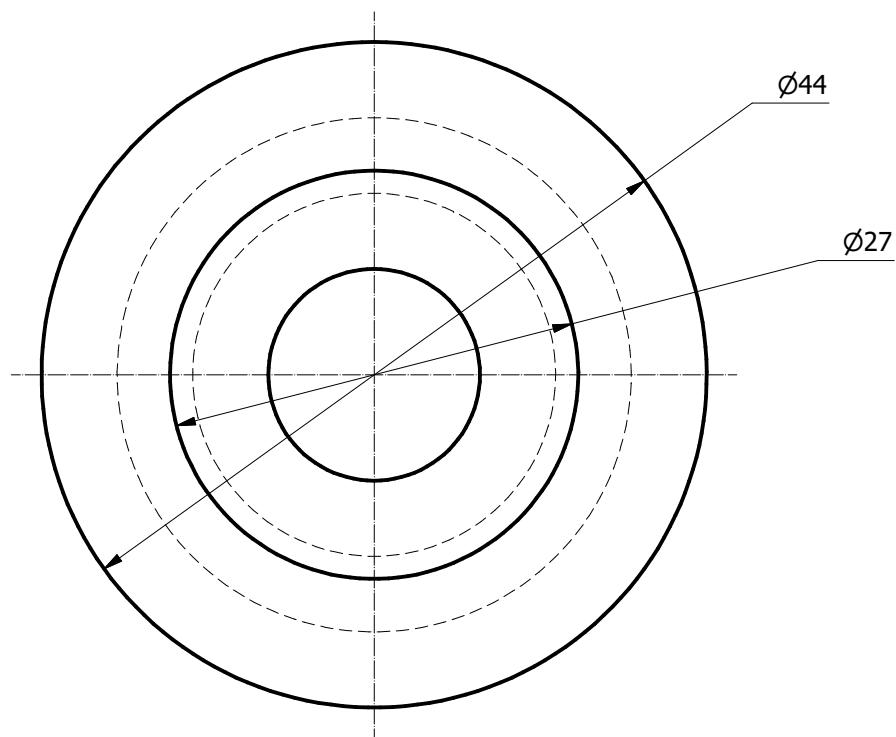
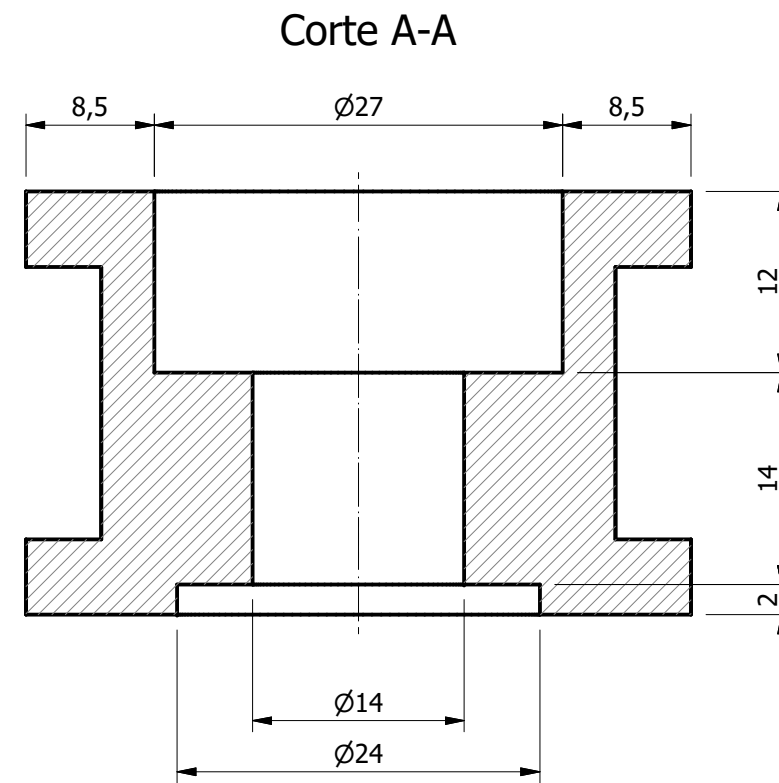
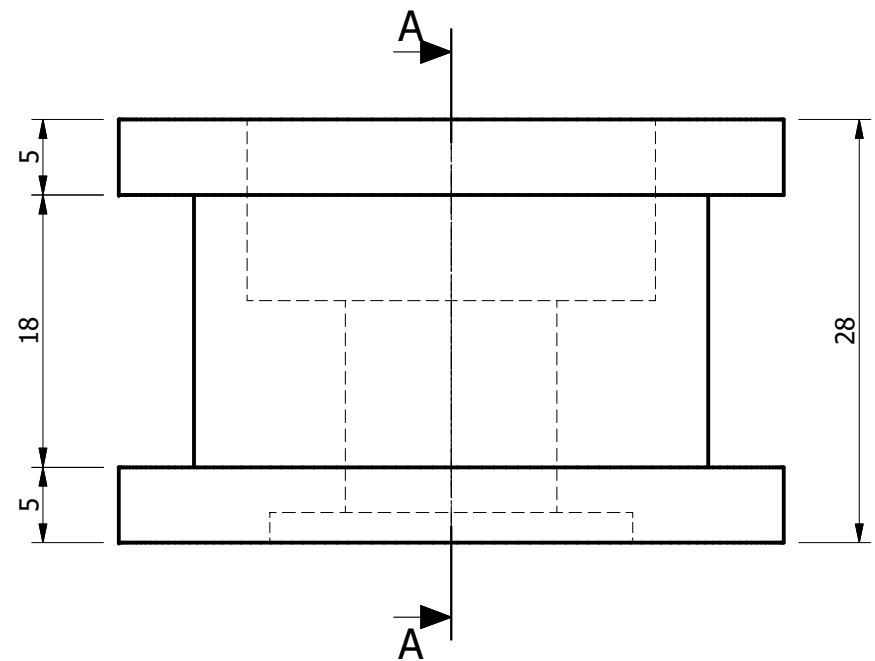




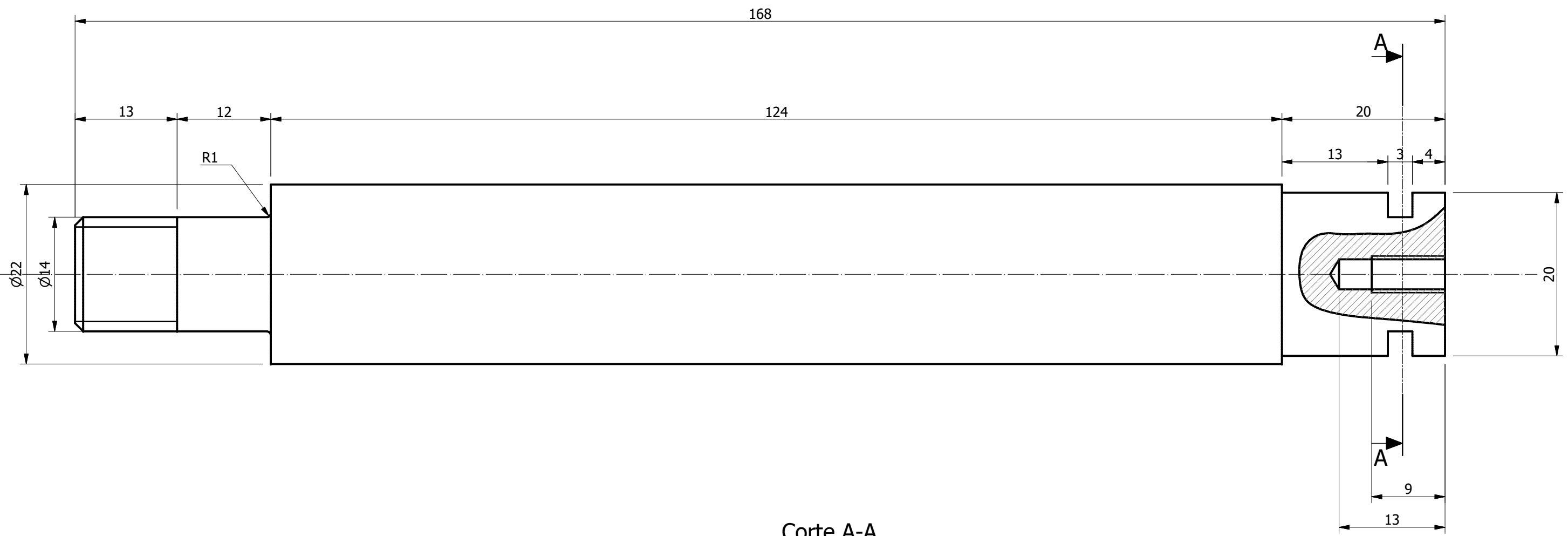
Corte A-A



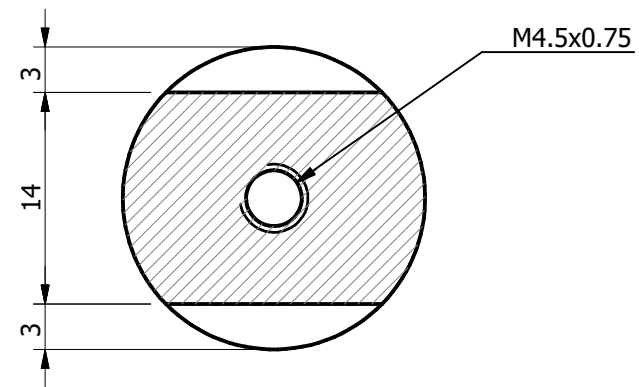
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintado	A-705	40X82
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA: TAPA SUPERIOR CILINDRO HIDRÁULICO	ESCALA: 1 : 1	CODIGO: 10.8493-3146.01.04.06	TOL. GRA: +/- 0.10 mm



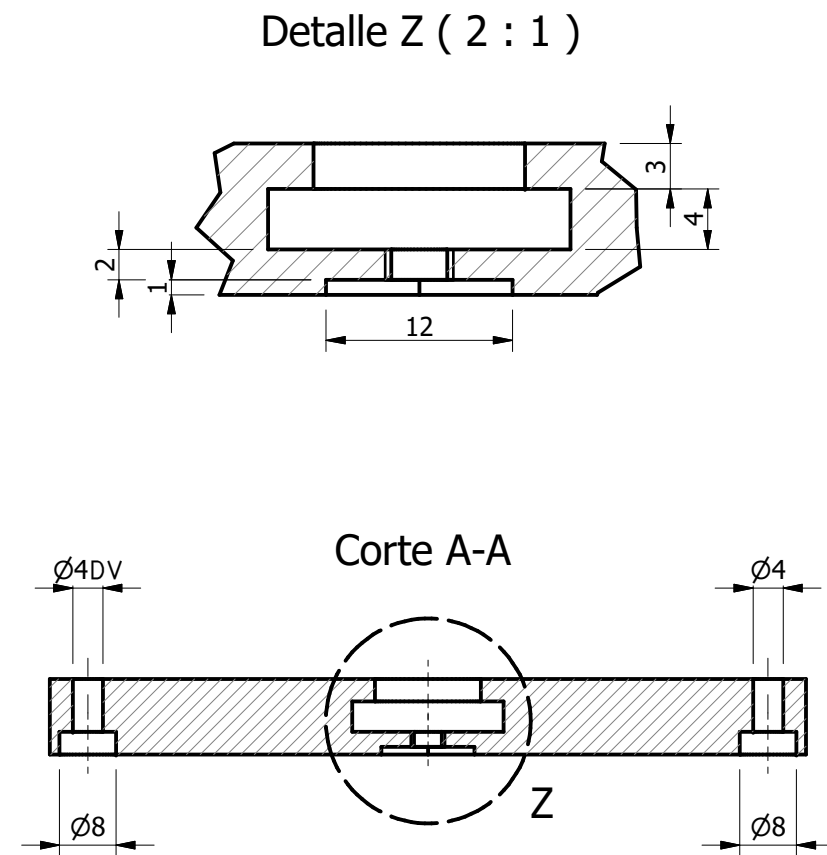
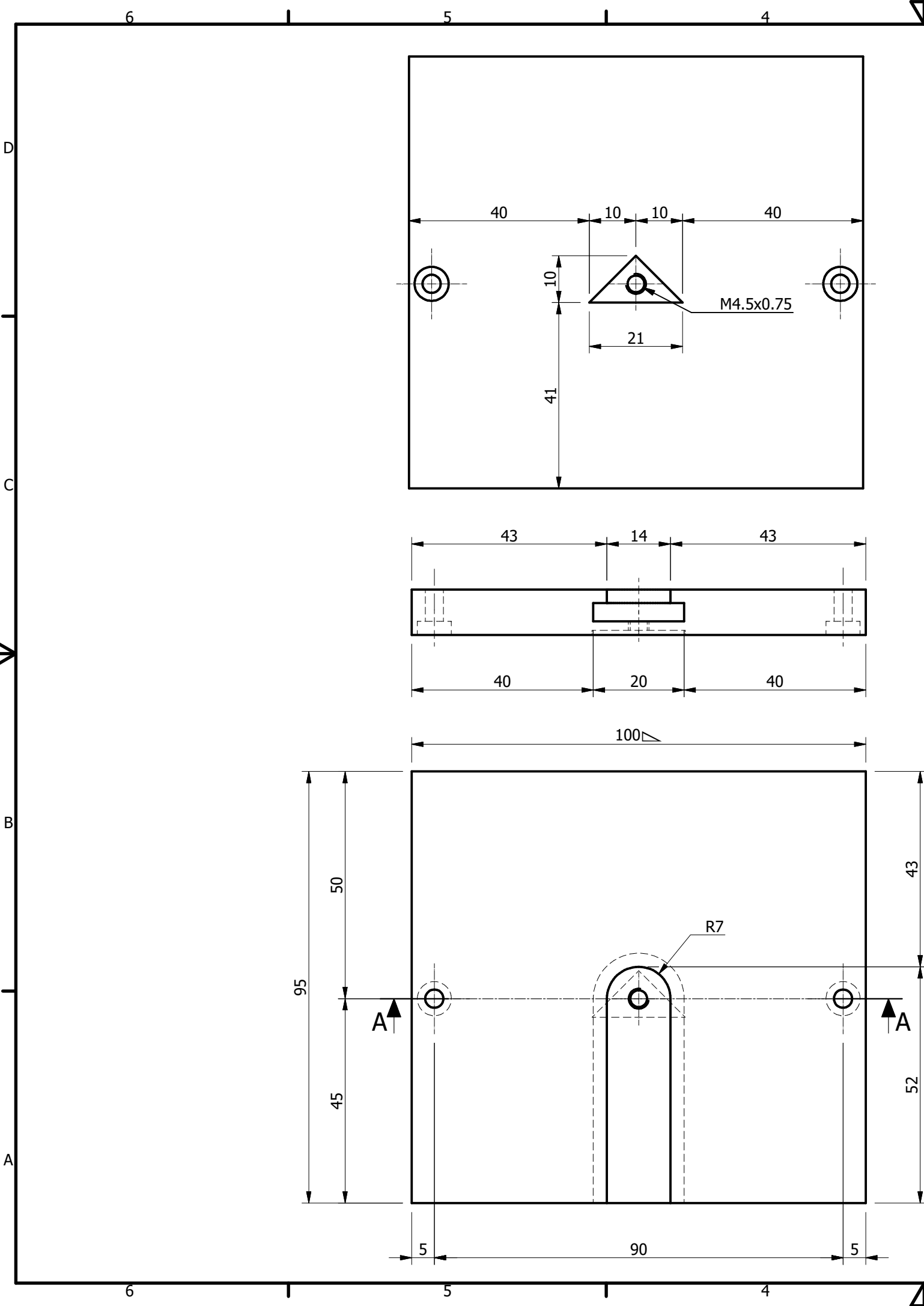
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	N/A	A-705	28X44
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:	TOL. GRA:
ÉMBOLO DEL PISTON HIRDAULICO	2 : 1	10.8493-3146.01.04.07	+/- 0.10 mm



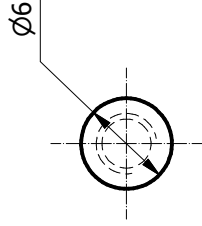
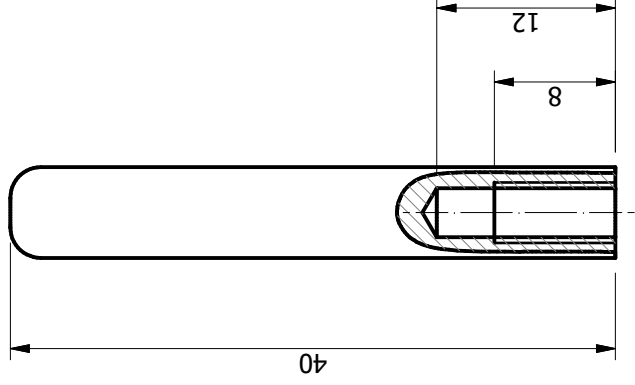
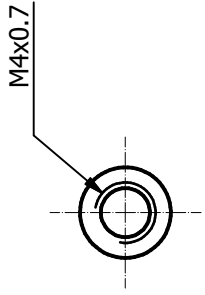
Corte A-A



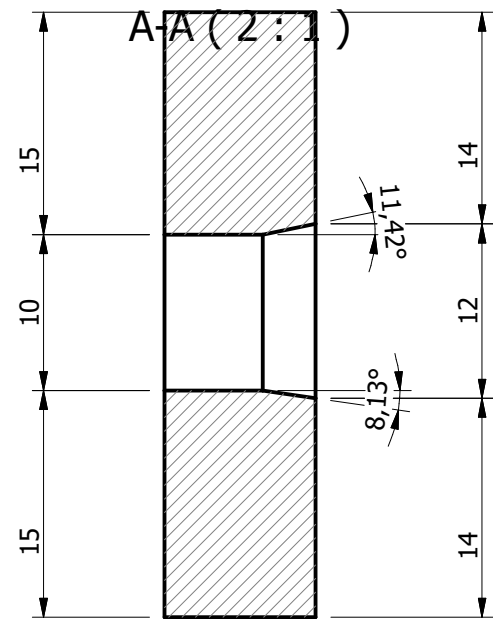
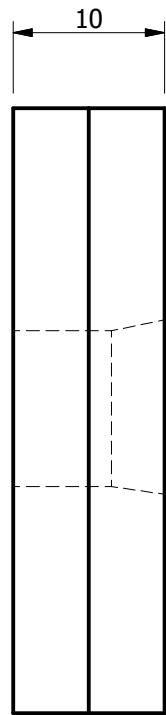
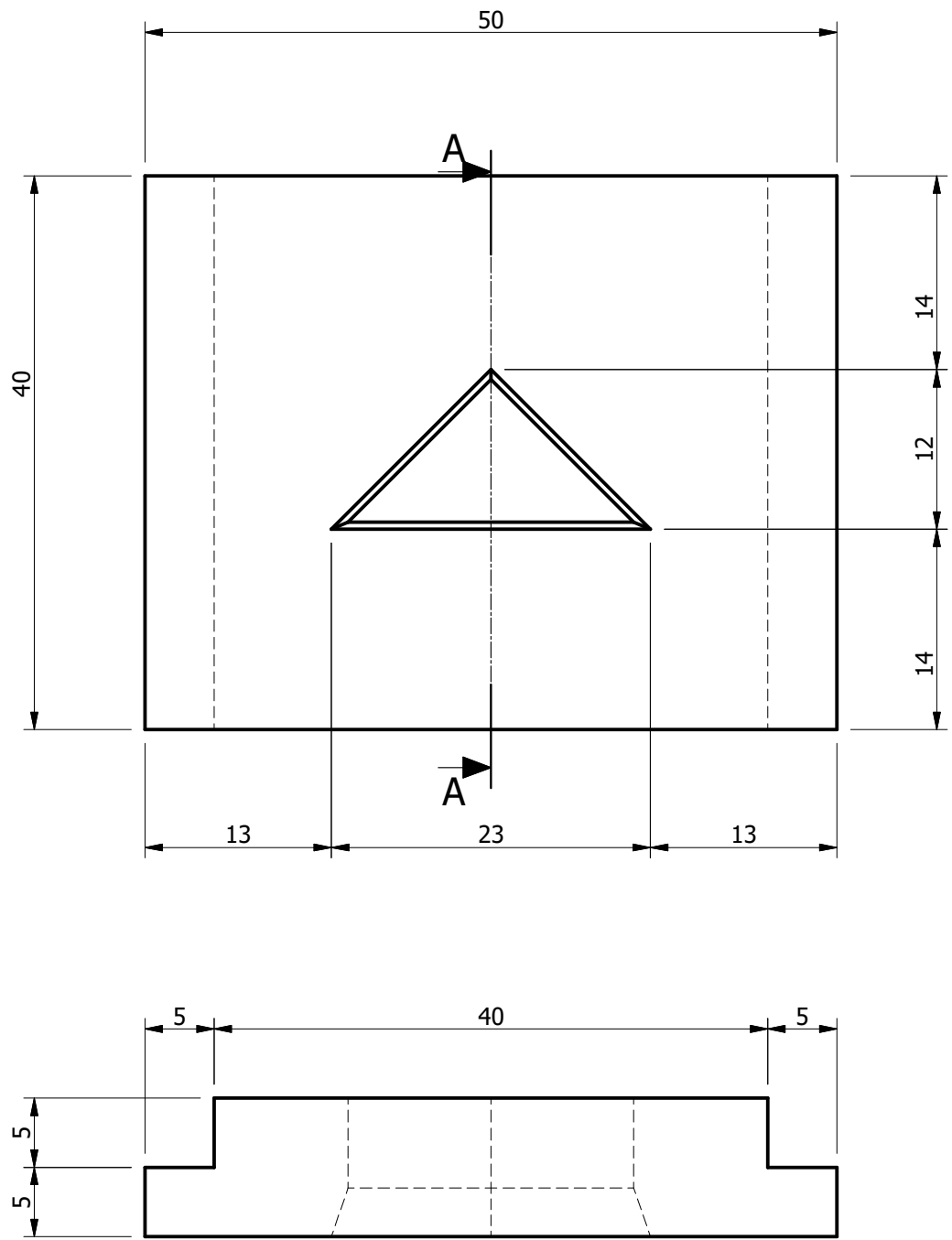
Tratamiento térmico	N/A	Material:	A-705	Dim. brutas:	28X44
Recubrimiento:	N/A				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T.	29/6/2017	
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T.	29/6/2017	
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida	29/6/2017	
TEMA:	ESCALA:	CODIGO:		TOL. GRA:	
VASTAGO DEL PISTON HIDRÁULICO	2 : 1	10.8493-3146.01.04.08		+/- 0.10 mm	



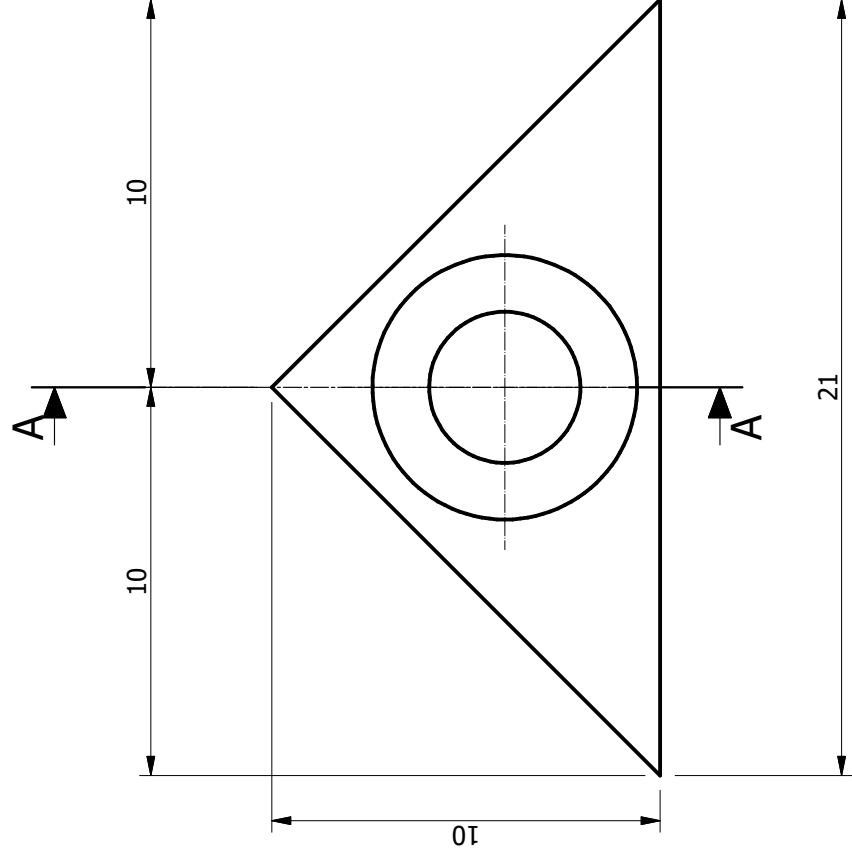
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	N/A		
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA: PORTA MATRIZ CORTANTE CENTRALES	ESCALA: 1 : 1	CODIGO: 10.8493-3146.01.04.09	TOL. GRA: +/- 0.10 mm



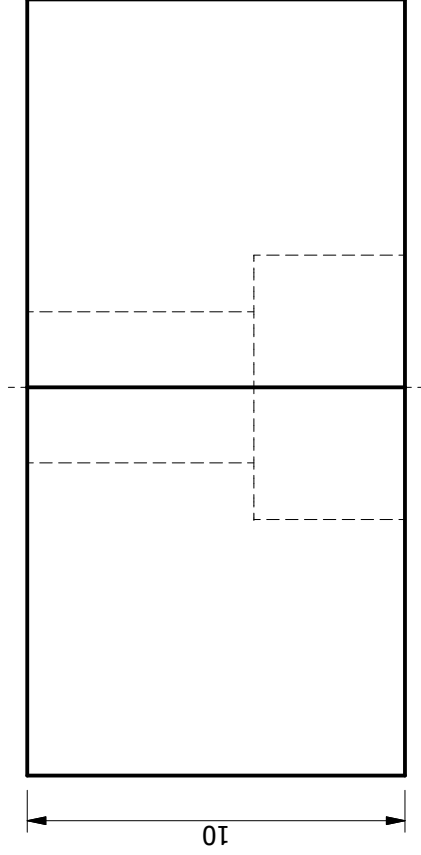
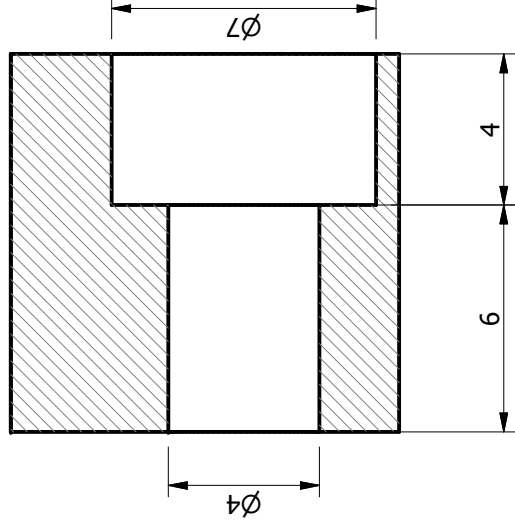
Tratamiento térmico	N/A	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	N/A	A-36	40x6
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T.
	TEMA: GUIAS PORTA PUNZON DE CORTE	DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T.
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida
	ESCALA: 2 : 1	CODIGO:	TOL. GRA: +/- 0.10 mm
		10.8493-3146.01.04.10	



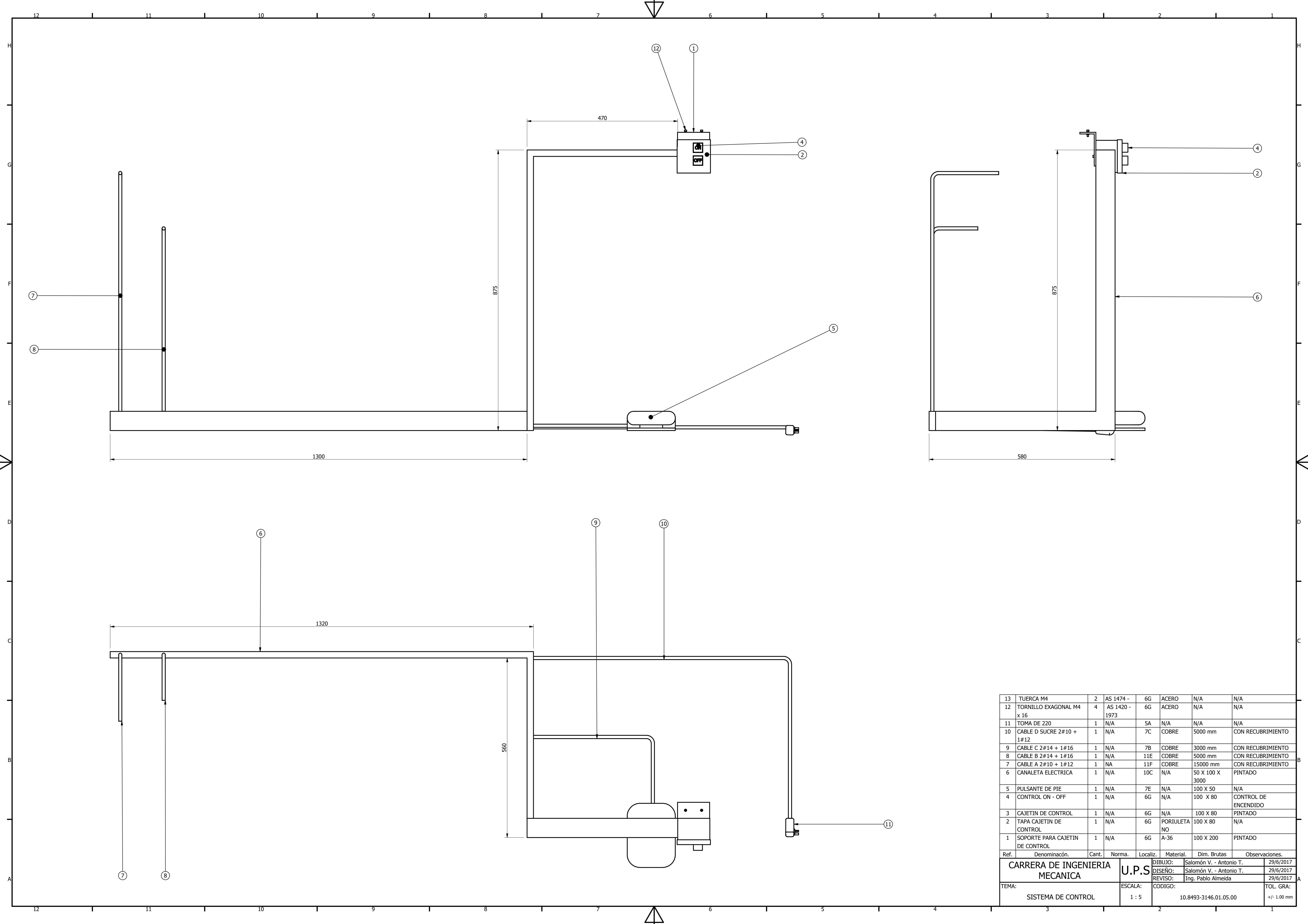
Tratamiento térmico	Nitrurado superficial 3 mm	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	N/A	k110	40X50X10
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida 29/6/2017
TEMA: MATRIZ DE CORTE INFERIOR CENTRALES	ESCALA: 2 : 1	CODIGO: 10.8493-3146.01.04.11	TOL. GRA: +/- 0.10 mm



Corte A-A



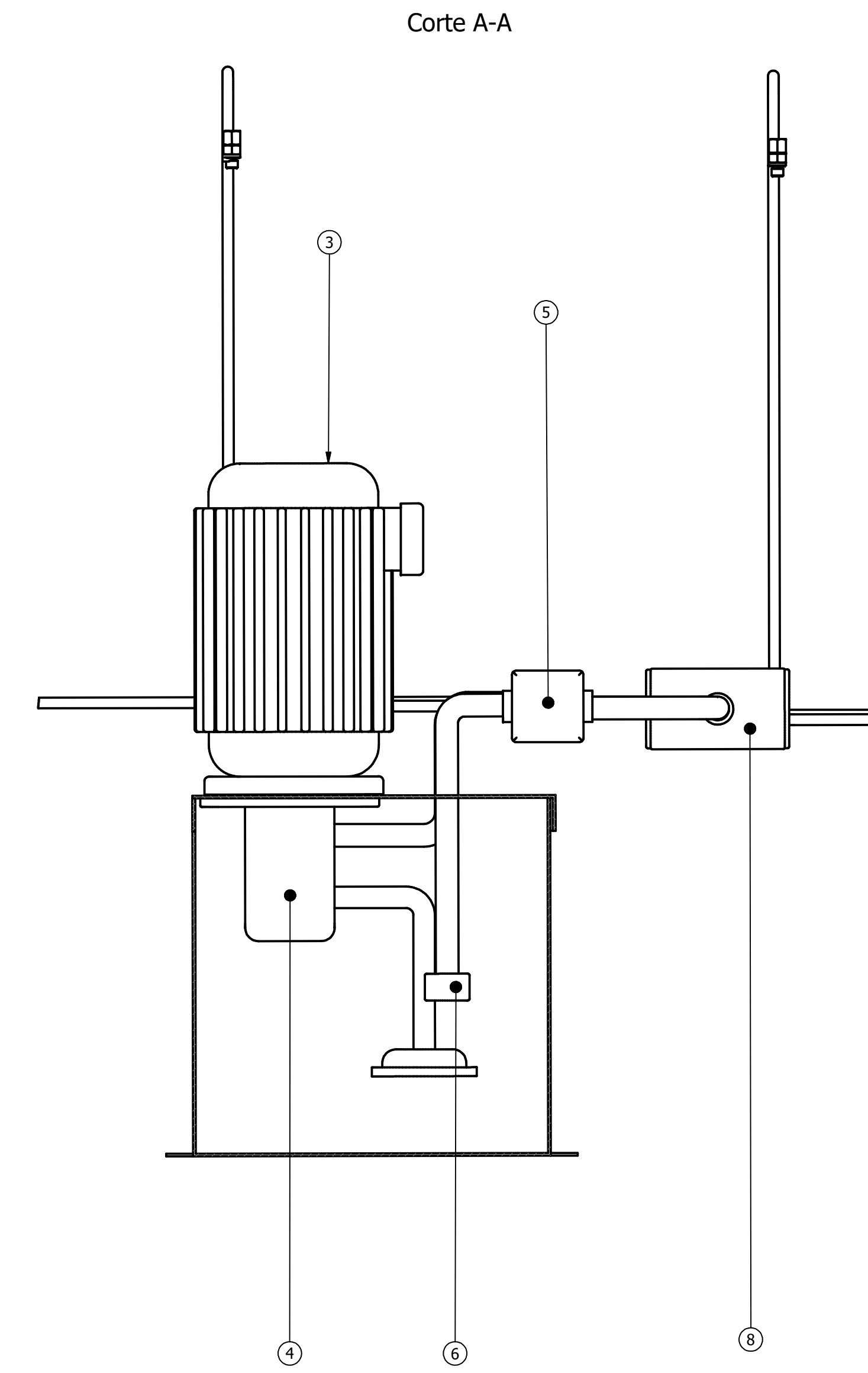
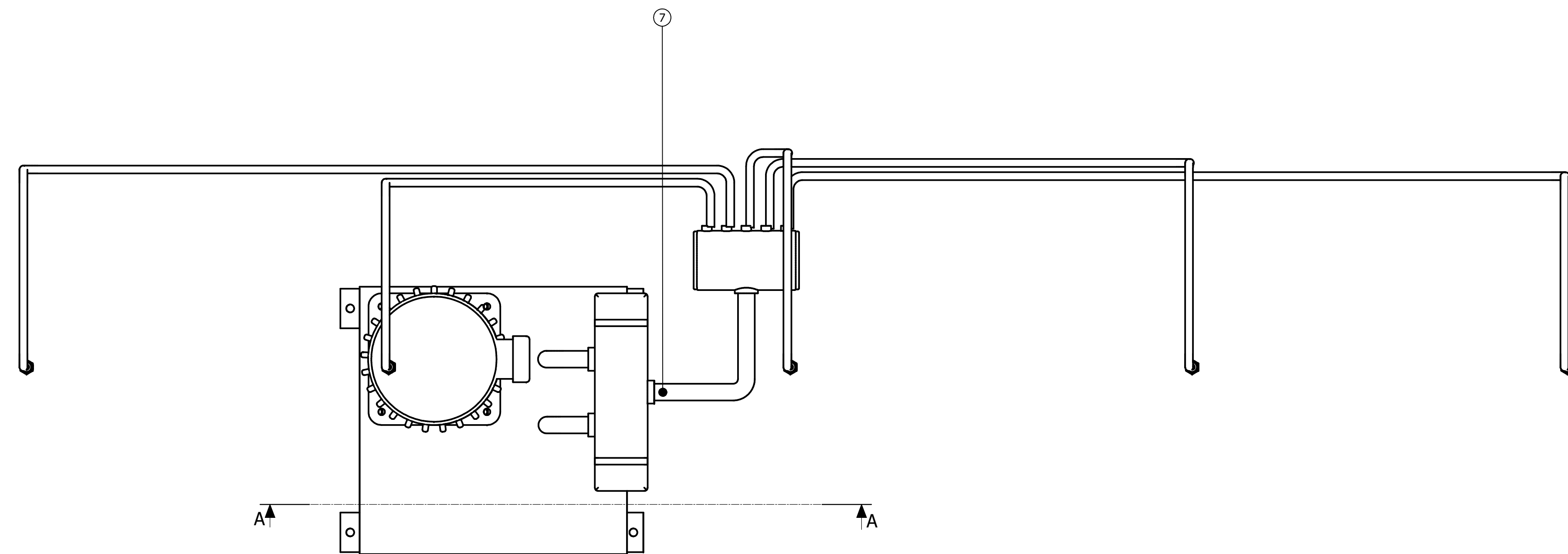
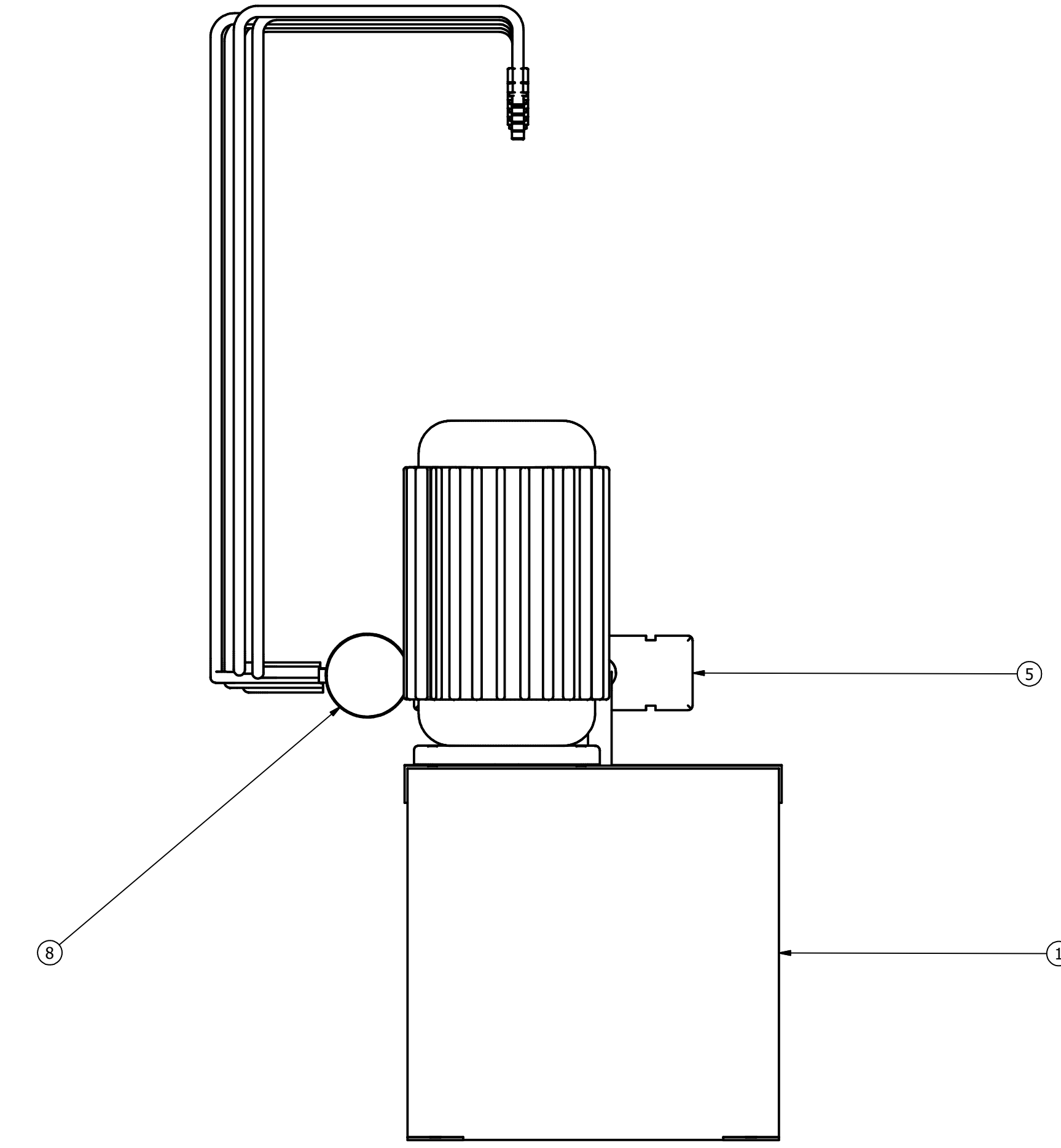
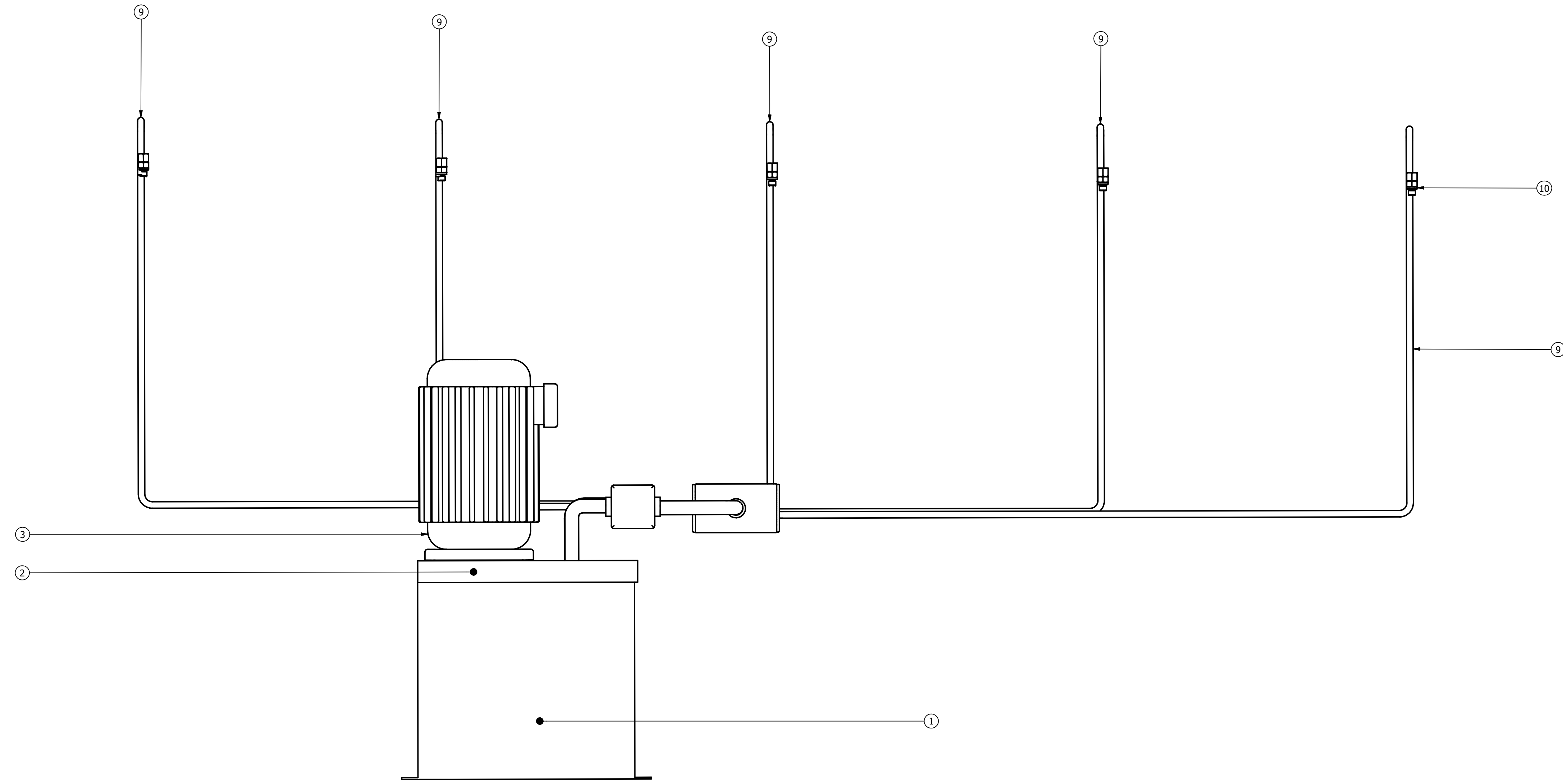
Tratamiento térmico	Nitruración superficial 3 mm	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	N/A	K110	10X21X10
<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	<b>U.P.S</b>	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T.
	TEMA: PUNZON DE CORTE CENTRAL	DISEÑO:	Salomón V. - Antonio T.
		REVISO:	Ing. Pablo Almeida
	ESCALA: 5 : 1	CODIGO:	TOL. GRA: +/- 0.10 mm
		10.8493-3146.01.04.12	



Ref.	Denominación.	Cant.	Norma.	Localiz.	Material.	Dim. Brutas	Observaciones.
13	TUERCA M4	2	AS 1474 -	6G	ACERO	N/A	N/A
12	TORNILLO EXAGONAL M4 x 16	4	AS 1420 - 1973	6G	ACERO	N/A	N/A
11	TOMA DE 220	1	N/A	5A	N/A	N/A	N/A
10	CABLE D SUCRE 2#10 + 1#12	1	N/A	7C	COBRE	5000 mm	CON RECUBRIMIENTO
9	CABLE C 2#14 + 1#16	1	N/A	7B	COBRE	3000 mm	CON RECUBRIMIENTO
8	CABLE B 2#14 + 1#16	1	N/A	11E	COBRE	5000 mm	CON RECUBRIMIENTO
7	CABLE A 2#10 + 1#12	1	NA	11F	COBRE	15000 mm	CON RECUBRIMIENTO
6	CANALETA ELECTRICA	1	N/A	10C	N/A	50 X 100 X 3000	PINTADO
5	PULSANTE DE PIE	1	N/A	7E	N/A	100 X 50	N/A
4	CONTROL ON - OFF	1	N/A	6G	N/A	100 X 80	CONTROL DE ENCENDIDO
3	CAJETIN DE CONTROL	1	N/A	6G	N/A	100 X 80	PINTADO
2	TAPA CAJETIN DE CONTROL	1	N/A	6G	PORJULETA NO	100 X 80	N/A
1	SOPORTE PARA CAJETIN DE CONTROL	1	N/A	6G	A-36	100 X 200	PINTADO

CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	DIBUJO:	Salomón V. - Antonio T.	29/6/2017	
SISTEMA DE CONTROL			ESCALA:	1 : 5	10.8493-3146.01.05.00	TOL. GRA: +/- 1.00 mm
			CODIGO:			





Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Localiz.	Material	Dim. Brutas	Observaciones
10	TERMINAL ROCADO	5	N/A	BJ	GALVANIZADO	N/A	Galvanizado
9	MANGUERA MEDIA PRESION	5	SAE 100RIAT	14K	POLURETANO Ø 5/16" X 15000	N/A	N/A
8	FLAUTA HIDRAULICA	1	N/A	4D	A-36	Ø 3" X 250	PINTADO
7	LINEA DE PRESION	1	N/A	L2D	A-36	Ø 3/4 X 600	PINTADO
6	LINEA DE RETORNO	1	N/A	SC	A-36	Ø 1" X 600	PINTADO
5	VALVULA 3-2	1	N/A	SD	N/A	N/A	PINTADO
4	UNIDAD HIDRAULICA	1	N/A	SC	N/A	N/A	PINTADO
3	MOTOR ELECTRICO	1	N/A	SE	N/A	N/A	PINTADO
2	TAPA RESERVORIO FLUIDO HIDRAULICO	1	NA/	L2H	A-36	700 X 700 X 3	PINTADO
1	RESERVORIO FLUIDO HIDRAULICO	1	N/A	L2G	A-36	1200 X 1200 X 3	PINTADO

<b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>		<b>U.P.S</b>	
DIBUJO: Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017 DISEÑO: Salomón V. - Antonio T. 29/6/2017 REVISÓ: Ing. Pablo Almeida 29/6/2017 CODIGO:	ESCALA: 1 : 5 CODIGO: 10.8493-3146.01.06.00 TOL. (GR): +/- 1.00 MM	TEMA: SISTEMA HIDRAULICO	