

*Dpto. Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata*

Máquina debobinadora, enderezadora y cortadora de caños

Tesis de grado

Ingeniería Mecánica

Integrante:

- Orenja, Nicolás Agustín

Tutor:

- Ing. Zucal, Ricardo

Evaluadores:

- Ing. Sosa, Daniel
- Ing. Mallo, Fernando
- Ing. Fernández, Roberto.





RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Índice

| | | |
|----------|---------------------------------------|------------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 8 |
| 1.1 | ORIGEN DEL PROYECTO | 9 |
| 1.2 | SUPUESTOS Y RESTRICCIONES | 10 |
| 1.3 | ETAPAS DEL PROYECTO | 10 |
| 1.4 | OBJETIVOS | 10 |
| 1.5 | FUNCIONES PRIMARIAS | 11 |
| 2 | DISEÑO MECÁNICO | 16 |
| 2.1 | SISTEMA DE DEBOBINADO | 16 |
| 2.1.1 | Codificación de piezas | 20 |
| 2.1.2 | Diseño mecánico | 21 |
| 2.1.3 | Motorizaciones y cilindros neumáticos | 47 |
| 2.1.4 | Funcionamiento y modo de operación | 48 |
| 2.1.5 | Planos de conjunto y ejecución | 51 |
| 2.2 | SISTEMA DE CORTE | 51 |
| 2.2.1 | Codificación de piezas | 55 |
| 2.2.2 | Diseño mecánico | 56 |
| 2.2.2.1 | Cabezal | 60 |
| 2.2.2.2 | Conos de arrastre | 65 |
| 2.2.2.3 | Mordazas de sujecion | 72 |
| 2.2.3 | Funcionamiento y modo de operación | 82 |
| 2.2.4 | Planos de conjunto y ejecución | 83 |
| 2.3 | SISTEMA DE ENDEREZADO | 83 |
| 2.3.1 | Codificación de piezas | 84 |
| 2.3.2 | Diseño mecánico | 85 |
| 2.3.3 | Motorizaciones y cilindros neumáticos | 87 |
| 2.3.4 | Planos de conjunto y ejecución | 87 |
| 3 | PROCESOS DE FABRICACIÓN | 87 |
| 4 | CONCLUSIONES | 106 |

| | |
|---|------------|
| 5 ANÁLISIS POST-FABRICACIÓN..... | 108 |
| APÉNDICE 1 | 112 |
| APÉNDICE 2 | 114 |
| APÉNDICE 3 | 116 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 117 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1-1. Esquema Máquina..... | 12 |
| Figura 2-1. Bobina | 16 |
| Figura 2-2. Brazos en posición máxima..... | 17 |
| Figura 2-3. Brazos en posición mínima. | 17 |
| Figura 2-4. Dos apoyos fijos y uno móvil..... | 18 |
| Figura 2-5. Excentricidad de circunferencias | 19 |
| Figura 2-6 Debobinador | 21 |
| Figura 2-7. Leva radial junto a brazos pivotantes, en posición intermedia. | 22 |
| Figura 2-8. Leva radial junto a brazos pivotantes, en posición de máxima apertura. | 22 |
| Figura 2-9. Sub-conjunto Brazo de sujeción..... | 23 |
| Figura 2-10 Brazo de sujeción. | 24 |
| Figura 2-11. Máxima y mínima apertura de brazos y posición de pivote..... | 24 |
| Figura 2-12 Cilindro de apoyo. | 25 |
| Figura 2-13. Convención de signos..... | 28 |
| Figura 2-14. Esquema de fuerzas. | 28 |
| Figura 2-15. Diagrama de corte y momento flector. | 29 |
| Figura 2-16 Tope de bobina. | 30 |
| Figura 2-17. Cojinete de contacto directo..... | 31 |
| Figura 2-18. Buje (Ítem 4)..... | 31 |
| Figura 2-19 Separador de seguidor. | 35 |
| Figura 2-20 Sub-conjunto mecanismo principal | 36 |
| Figura 2-21. Anclaje Macho..... | 37 |
| Figura 2-22. Anclaje Hembra..... | 37 |
| Figura 2-23 Soporte de brazos. | 38 |
| Figura 2-24 Soporte de brazos. Vista de los resortes..... | 38 |
| Figura 2-25 Masa porta buje. | 39 |
| Figura 2-26 Corte longitudinal sobre masa porta buje. | 39 |
| Figura 2-27 Eje..... | 39 |
| Figura 2-28 Mango | 40 |
| Figura 2-29 Cojinete. | 41 |
| Figura 2-30 Leva radial | 41 |
| Figura 2-31. Posición de pivote. | 42 |
| Figura 2-32. Brazo en máxima posición de apertura. | 42 |
| Figura 2-33. Brazo en mínima posición de cierre..... | 42 |
| Figura 2-34. Diámetros necesarios para definir la alzada de la leva radial..... | 43 |
| Figura 2-35. Diagrama de desplazamiento. Movimiento uniforme..... | 45 |
| Figura 2-36. Diagrama de desplazamiento. Movimiento uniforme modificado (Subida). | 45 |
| Figura 2-37. Diagrama de desplazamiento. Movimiento uniforme modificado (Bajada). | 46 |
| Figura 2-38. Diagrama de desplazamiento completo (120°). | 46 |
| Figura 2-39. Geometría leva radial completa (360°)..... | 47 |
| Figura 2-40. Geometría leva radial (120°). | 47 |
| Figura 2-41 Funcionamiento y modo de operación..... | 48 |

| | |
|--|----|
| Figura 2-42 Funcionamiento y modo de operacion..... | 48 |
| Figura 2-43 Funcionamiento y modo de operación. Brazos ubicado en la minima alzada de la leva..... | 49 |
| Figura 2-44 Funcionamiento y modo de operación. Brazos ubicado en la minima alzada de la leva..... | 49 |
| Figura 2-45 Funcionamiento y modo de operación..... | 49 |
| Figura 2-46. Funcionamiento y modo de operacion. Brazos cerrados..... | 50 |
| Figura 2-47. Funcionamiento y modo de operación. Brazos en contacto con la bobina, listos para anclar su posición..... | 50 |
| Figura 2-48. Debobinador listo para descargar la bobina..... | 50 |
| Figura 2-49. Boceto cuchilla junto al caño..... | 53 |
| Figura 2-50. Sistema de corte..... | 56 |
| Figura 2-51 Isometría explotada del cabezal de corte..... | 57 |
| Figura 2-52. Momento de inercia obtenido de Inventor..... | 60 |
| Figura 2-53. Numero de R.P.M. de la polea menor vs Potencia del motor..... | 63 |
| Figura 2-54. Diámetro primitivo mínimo..... | 64 |
| Figura 2-55..... | 65 |
| Figura 2-56. Conjunto sistema de accionamiento para corte..... | 65 |
| Figura 2-57. Isometría explotada del dispositivo de medición de fuerza..... | 66 |
| Figura 2-58. Medición de cte. “K”..... | 68 |
| Figura 2-59. Resortes disponibles..... | 68 |
| Figura 2-60. Disposición de velocidades en torno convencional..... | 68 |
| Figura 2-61. Valor cuantificado promedio de desviación del caño..... | 69 |
| Figura 2-62. Fotografía de la deformación del caño..... | 69 |
| Figura 2-63. Diagrama de cuerpo aislado del cono de mando de corte..... | 70 |
| Figura 2-64. Hoja de datos de cilindro neumático DSNU-25-50-PPV-A..... | 71 |
| Figura 2-65. Conjunto mordaza posterior..... | 72 |
| Figura 2-66. Mordaza posterior inferior..... | 73 |
| Figura 2-67. Mordaza posterior superior..... | 73 |
| Figura 2-68. Mordazas sin interferencia..... | 74 |
| Figura 2-69. Mordazas cerradas con interferencia..... | 74 |
| Figura 2-70 Medición de aplastamiento..... | 75 |
| Figura 2-71. Hoja de datos de cilindro neumático ADN-40-5-A-P-A..... | 76 |
| Figura 2-72. Boquilla..... | 77 |
| Figura 2-73. Boquilla abierta..... | 77 |
| Figura 2-74. Boquilla cerrada..... | 78 |
| Figura 2-75. P1 (Presión normal) Px (Presión axial)..... | 78 |
| Figura 2-76. Extensión de boquilla..... | 79 |
| Figura 2-77 Boquilla con extensión y posición de cilindros neumáticos..... | 80 |
| Figura 2-78. Entrada de caño a cortar..... | 80 |
| Figura 2-79. Vista conjunto de sistema de aprisionado anterior..... | 80 |
| Figura 2-80 Corte longitudinal de sistema de aprisionado anterior..... | 80 |
| Figura 2-81. Hoja de datos de cilindro neumático ADN-12-5-A-P-A..... | 81 |
| Figura 2-82 Ingreso del caño al cabezal de corte..... | 82 |

| | |
|---|-----|
| Figura 2-83 Mordazas posteriores abiertas | 82 |
| Figura 2-84 Mordazas posteriores cerradas | 82 |
| Figura 2-85 Mordaza anterior. | 83 |
| Figura 2-86. Vista frontal de rodillos hiperbólicos. | 84 |
| Figura 2-87. Rodillos cilíndricos..... | 84 |
| Figura 2-88 Sistema de enderezado..... | 85 |
| Figura 2-89. Perfil de tensión en el espesor..... | 86 |
| Figura 3-1. Pieza lista para colocar en utillaje..... | 89 |
| Figura 3-2 Utillaje. | 90 |
| Figura 3-3 Brazo II montado sobre utillaje..... | 90 |
| Figura 3-4. Broca de acero rápido | 90 |
| Figura 3-5. Escariador..... | 94 |
| Figura 3-6 Selección de tipo de operación..... | 96 |
| Figura 3-7. Referencias para la selección..... | 97 |
| Figura 3-8. Selección del porta-herramientas..... | 98 |
| Figura 3-9. Selección de la plaquita..... | 99 |
| Figura 5-1. Modificación en contención de bobina. | 108 |

PARTE I

Introducción

1 Introducción

La producción de aluminio en los últimos años ha ido evolucionando de forma dinámica. Esto, produjo que la utilización en las industrias sea cada vez mayor. Una de sus mayores aplicaciones, y particularmente la que atañe a este proyecto, es la fabricación de intercambiadores de calor. En éstos, se utilizan aleación de aluminio 1370 grado F. Éste posee un mayor control de impurezas y es utilizado principalmente para la fabricación de conductores eléctricos.

Actualmente muchas empresas, utilizan como insumos caños de dicho material provistos en piezas rectas de 6 metros de largo. El diseño de intercambiadores, en la mayoría de los casos, son de diferentes longitudes. Las industrias proveedoras de caños de aluminio disponen de bobinas, lo cual permite optimizar el proceso evitando recortes improductivos que generan grandes desperdicios. Éstas tienen aproximadamente entre 130 a 135 metros ininterrumpidos. Sin embargo, al necesitar que el caño sea recto, es inevitable realizar la operación de alineado.

Durante el transcurso del proyecto se diseñará un sistema capaz de enderezar el mismo, logrando una cierta rectitud, así como también un mecanismo que efectúe el corte, pudiendo definir con precisión la longitud del caño. Además, para desenrollar las bobinas, las cuales tienen un peso aproximado de 30 kilogramos, se diseñará un sistema ergonómico y efectivo, apto para debobinar el rollo.

Por otro lado, también se tendrá en cuenta la disponibilidad de elementos en el país, conocimientos de fabricación de piezas y tecnología en materiales.

También, mediante la utilización de dicha máquina se tendrán la posibilidad de reducir el personal necesario, reduciendo costos, ya que permite cambiar un procedimiento manual por una máquina automatizada, que efectúa no solo el enderezado sino también el corte del caño.

1.1 Origen del proyecto

Hay un gran interés de muchas empresas por cambiar la metodología de trabajo, pero para ello se requieren de una máquina que sea capaz de debobinar, enderezar y cortar dichos caños que se encuentre al alcance de las mismas. Lo que se busca con este proyecto es diseñar los diferentes mecanismos necesarios para obtener caños de diferentes longitudes (configurables) con cierto grado de rectitud.

En la actualidad, la oferta en el mercado argentino de este tipo de máquinas es casi nula. Solo se encuentran máquinas enderezadoras de varillas y máquinas más robustas para enderezar tubos de acero de grandes diámetros, que no están al alcance de estas empresas.

El proyecto surge inicialmente por la necesidad de optimizar la producción y disminuir los desperdicios de materia prima de una empresa marplatense llamada “REFMAR S.R.L.”¹. Dicha empresa, fabrica intercambiadores de calor de diferentes tamaños para los cuales requiere caños de aluminio rectos de diferentes longitudes. Actualmente compra los mismos, rectos de una longitud de 6 metros, obteniendo como resultado un desperdicio en aquellos casos en los cuales los intercambiadores requieran longitudes de caños diferentes a divisores de 6. En dicha empresa un operario corta los caños manualmente con una sierra sin fin, les realiza un bisel en cada extremo con una amoladora de banco y los almacena. Dicha operación además de requerir un empleado conlleva un tiempo excesivo.

Para optimizar la producción y disminuir los desperdicios decide comprar el aluminio en rollo. Estas son suministradas por ALUAR², quien produce por colada y laminación continua en un equipo Properzi bobinas de alambrón de aluminio del diámetro requerido.

¹ REFMAR diseña e instala cámaras frigoríficas de conservación o de congelado. Su campo de actuación principal son las instalaciones refrigeradas para la industria alimentaria. Desde el año 1977, realiza proyectos, asesoramiento técnico, ampliaciones y construcción de plantas frigoríficas completas “llave en mano”, desarrollando sus actividades en el mercado nacional y América del Sur.

² ALUAR Aluminio Argentino es la única empresa productora de aluminio primario en Argentina y una de las mayores en Sudamérica. Las operaciones de Aluar comprenden desde la obtención de aluminio en estado líquido hasta la fabricación de productos elaborados que se destinan a las industrias del transporte, packaging, construcción, electricidad, medicina y tratamiento de aguas. Aluar se reconoce como un agente activo en el crecimiento y desarrollo de la República Argentina.

1.2 Supuestos y restricciones

El proyecto se restringe al diseño del sistema de debobinado, enderezado y corte de caños de aluminio. Además, abarcara el enderezado de caños que posean diámetro exterior máximo de $3/4''=19,05\text{mm}$ y espesor de 1,5 mm ya que es el más utilizado en la fabricación de intercambiadores de calor. [1]

Se realizará el diseño de la máquina y no su construcción física, a causa de la restricción presupuestaria. Así como también aquellos ensayos que requieran de un alto costo no serán efectuados.

Se tiene disponibilidad de energía eléctrica trifásica y aire comprimido en el sitio donde se ubique la máquina.

Para la realización de ensayos se tuvo acceso a un taller metalúrgico, pudiendo utilizar diversas máquinas herramientas.

Los componentes y materiales de los sistemas se encuentran acotados a los productos disponibles en el mercado nacional.

1.3 Etapas del proyecto

El proyecto de puede dividir en diferentes etapas:

1. Investigación Bibliográfica
2. Estudio de alternativas para los diferentes mecanismos
3. Elección de la alternativa más adecuada para el proyecto
4. Cálculo y diseño de componentes principales
5. Selección de motorizaciones y accionamientos
6. Diagrama de lógica de funcionamiento

1.4 Objetivos

- A. Conseguir un diseño sencillo, compacto, ergonómico, eficaz y eficiente.

- B. Obtener una máquina que esté al alcance de las empresas desde el punto de vista económico.
- C. Enderezar entre 1500 metros y 2000 metros (entre 12 y 16 bobinas) en 8 horas de trabajo diario.
- D. Obtener una rectitud de caño final, donde la flecha no sea superior a los 5mm en caños de 5,5 metros de largo.
- E. Lograr un corte de caño limpio, capaz de poder atravesar las aletas típicas más utilizadas en intercambiadores de calor sin inconvenientes.

El objetivo es la elección y el diseño de un sistema capaz de enderezar entre 1500 metros y 2000 metros (entre 12 y 16 bobinas) en 8 horas de trabajo diario que reúna las siguientes características:

- ✓ Reducción de tiempos y personal involucrado con respecto al sistema utilizado actualmente.
- ✓ Flexibilidad, lo cual implica una fácil adaptabilidad a diferentes diámetros de caño, que permitan adecuarse a las diferentes demandas del mercado.
- ✓ Confiabilidad.

Durante el transcurso del proyecto se diseñará un sistema capaz de enderezar el mismo, logrando un cierto grado de rectitud requerido, así como también un mecanismo que efectúe el corte, pudiendo definir con exactitud la longitud del caño. Además, para desenrollar las bobinas, las cuales tienen un peso aproximado de 30 kilogramos, se diseñará un sistema ergonómico y efectivo, capaz de debobinar el caño.

1.5 Funciones primarias

La máquina se puede dividir en diferentes funciones primarias:

- Debobinador.

- Sistema de tracción.
- Enderezado.
- Corte.
- Sistema de control de largo.
- Recepción y Almacenamiento de caños procesados.
- Estructura.

En la Figura 1-1 se muestra cómo se encuentran ubicadas las funciones primarias mencionadas anteriormente para tener una idea general de la máquina, seguido de la Tabla 1 donde se encuentran las referencias correspondientes a las diferentes funciones de la misma.

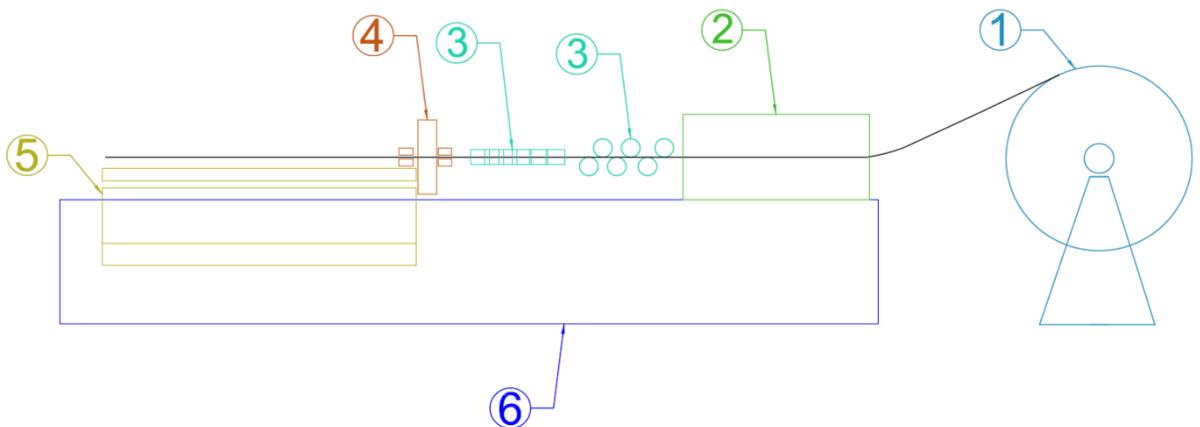


Figura 1-1. Esquema Máquina.

| N° | Funciones primarias |
|----|---------------------|
| 1 | Debobinador |
| 2 | Sistema de tracción |
| 3 | Enderezado |

| | |
|---|----------------|
| 4 | Corte |
| 5 | Almacenamiento |
| 6 | Estructura |

Tabla 1. Referencia de funciones asociados a la Figura 1-1.

Debobinador:

El debobinador debe ser capaz de rotar libremente, soportar el peso propio de la bobina además de las fuerzas relacionadas con el movimiento y permitir desplazamiento axial. Por otro lado, al realizar el cambio de bobina el resto de las funciones principales se mantienen inactivas, por lo cual el sistema debe ser sencillo y rápido, permitiendo de esta manera mantener el tiempo muerto lo más bajo posible. Además, debe ser fácil de realimentar o cambiar la bobina.

Sistema de tracción:

El sistema de tracción debe tener la energía suficiente para superar todos los roces que posea el caño con la máquina y la energía de deformación del caño en la salida de la bobina, además del roce despreciable que posea el soporte de bobina. Debe otorgar confiabilidad en el movimiento del caño sin interrupciones, asegurando una velocidad mínima de avance para cumplir con los requisitos de producción previsto.

Enderezado:

La necesidad del enderezado se deriva primeramente de la intención de modificar o de eliminar curvaturas en el material a procesar que se indujeron por procesos térmicos o mecánicos de manera voluntaria o involuntaria. En segundo término, el proceso de enderezado influye en los datos mecánicos del material de trabajo. El enderezador dispone de rodillos de enderezado dispuestos en dos filas de manera alternada. Según sea la posición de los rodillos ajustables, el material durante su paso por el enderezador sufre las deformaciones elástico-plásticas que dan base a la modificación de los valores geométricos y mecánicos del material procesado.

El sistema de enderezado debe aportar rectitud al caño de no menos de 5mm de desviación en 5,5 metros de largo.

Corte:

El corte es una operación fundamental. Este debe efectuarse de manera precisa, asegurando la longitud final del producto y repetitividad.

Recepción y Almacén:

Luego del corte, el caño ya procesado, debe ser almacenado. La capacidad de almacenaje debe ser suficientemente grande como para no requerir una descarga en 4 horas de trabajo continuo de la máquina. Además, debe ser capaz de acumular como máximo caños de 5,5 metros de longitud (5500mm).

Parte II

Diseño Mecánico y proceso de fabricación

2 Diseño mecánico

2.1 Sistema de debobinado

Para realizar el diseño del debobinador primero es necesario estudiar la geometría de las bobinas, con el fin de definir el tipo de sujeción adecuado.



Figura 2-1. Bobina

Como se puede observar en la Figura 2-1, la misma viene envuelta por un nylon y sujetas por zunchos, los cuales son retirados por un operario. Debido a que la bobina se desenrolla de afuera hacia adentro, la misma debe ser sujeta desde el interior obligatoriamente. Por otra parte, es importante mencionar que el diámetro interior de la bobina puede variar en algunos milímetros por lo que el sistema debe ser capaz de absorber dichas diferencias. Además, el debobinador debe permitir movimiento axial (dirección del eje de la bobina), para que el caño no sufra deformaciones innecesarias en dicha dirección.

Por otro lado, conociendo la densidad del aluminio ($2700 \frac{Kg}{m^3}$) y las dimensiones del caño (diámetro interior y exterior) se puede calcular la masa de la bobina.

$$m = V \cdot \delta = (\pi \cdot r_{exterior}^2 - \pi \cdot r_{interior}^2) \cdot \delta \quad I$$

Como resultado se obtiene que para un caño de diámetro exterior 19,05mm y espesor 1,5mm y una bobina de aproximadamente 135 metros lineales, su masa es 30 Kg.

Las dimensiones aproximadas de la bobina son:

- Diámetro interior: 500mm
- Diámetro exterior: 730mm
- Ancho (dirección axial): 310mm

Estudio de alternativas:

▪ Alternativa N°1

Como primera opción se plantea un conjunto de tres brazos pivotante dispuestos mediante un arreglo polar alrededor de 360°.

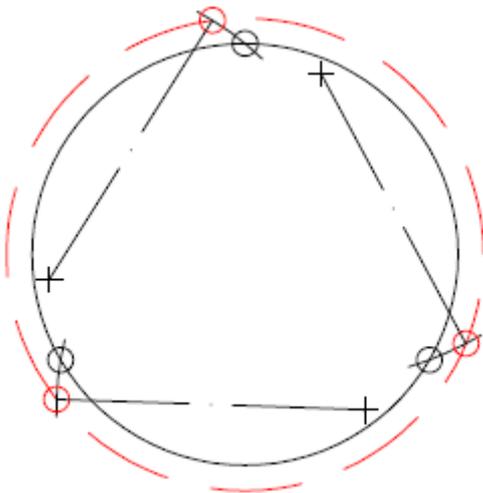


Figura 2-2. Brazos en posición máxima.

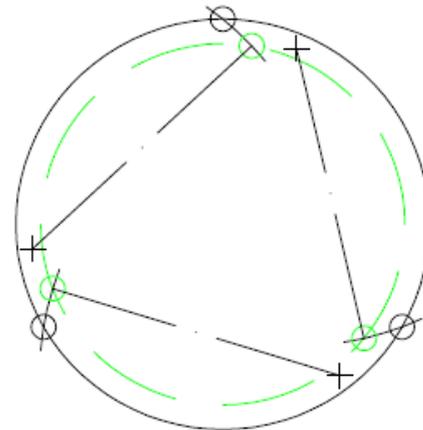


Figura 2-3. Brazos en posición mínima.

En la Figura 2-2, en color rojo se pueden observar los brazos en su máxima posición de apertura, mientras que en color negro se muestra una posición intermedia. Por el otro lado en la Figura 2-3 los mismos se encuentran en su posición mínima en color verde. Cada brazo pivota respecto de su correspondiente centro marcado con una cruz. Además, para controlar la apertura o cierre de los brazos se utilizará una leva radial. Dicho sistema es interno y no estorba la colocación de la bobina.

Este sistema es capaz de mantener el mismo centro, fuera cual fuese la apertura de los brazos.

▪ **Alternativa N°2**

La segunda opción consiste nuevamente en tres apoyos, de los cuales dos son fijos, mientras que el restante es móvil. En la Figura 2-4 se pueden observar los apoyos 1 y 2, fijos, y el tercero tiene la libertad de moverse de manera radial, pudiendo ajustarlo para sujetar la bobina.

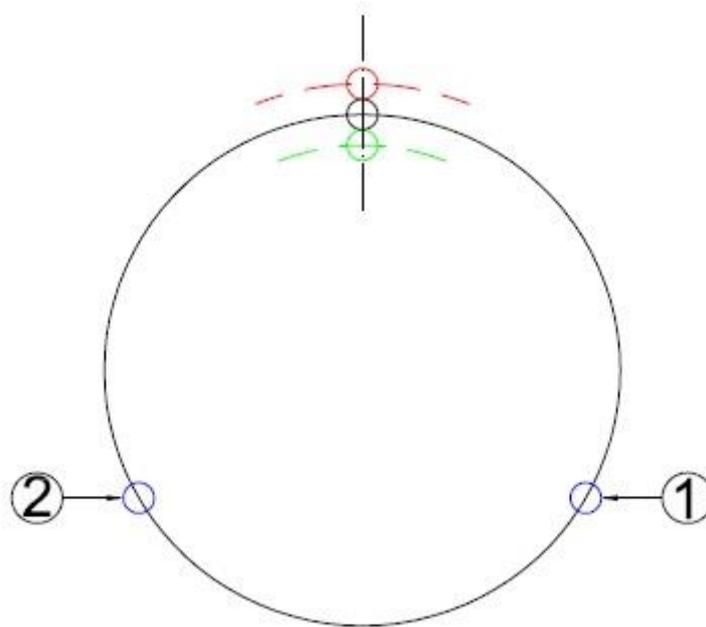


Figura 2-4. Dos apoyos fijos y uno móvil.

Para poder desplazar el apoyo móvil, se utiliza una corredera. Este sistema implica que por el exterior de los apoyos halla piezas que estorben la colocación de la bobina.

Una particularidad del sistema es que al desplazar el apoyo móvil provoca un movimiento del centro, generando una excentricidad y variando la posición de la bobina.

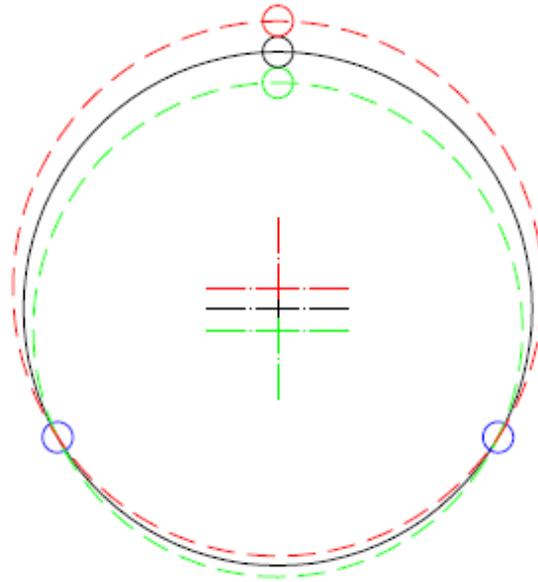


Figura 2-5. Excentricidad de circunferencias

Elección de alternativa:

Para decidir el tipo de sistema que se utilizará, se creyó conveniente utilizar un sistema que este estandarizado en la mayoría de las ramas de la industria, como es el método Scoring Ponderado.

En primera instancia, se le asigna un puntaje máximo, el cual puede ser distinto para cada ítem. Con el total de la suma de los mismos, se divide el puntaje de cada uno de ellos sobre el total y se obtiene el denominado “Peso del ítem”. Luego se le asigna un valor a cada alternativa para cada una de las características. Finalmente, se multiplica el valor por los pesos de cada factor.

| Características a evaluar | Puntaje | Peso del ítem | Alternativa N°1 | Alternativa N°2 |
|-------------------------------|---------|---------------|-----------------|-----------------|
| Facilidad de cambio de bobina | 8 | 0,40 | 7 | 6 |

| | | | | |
|---|----|------|-----|---|
| Adaptabilidad a variaciones del diámetro interno de las bobinas | 7 | 0,35 | 6 | 6 |
| Excentricidad | 5 | 0,25 | 4 | 2 |
| Puntaje total | 20 | 1 | 5,9 | 5 |

Según las evaluaciones hechas y con la ayuda del método Scoring Ponderado, estoy en condiciones de afirmar que para mi proyecto la elección más conveniente es la alternativa N° 1, ya que obtuvo un puntaje de 5,9 frente a los 5 de la alternativa N°2.

2.1.1 Codificación de piezas

Todos los componentes necesarios para la construcción del debobinador se encuentran codificados, menos los elementos comerciales, los cuales se encuentran identificados con un número de ítem. En el final del trabajo se encuentran adjuntados los planos de fabricación de cada uno de los componentes con su respectivo código, así como también, una isometría explotada que presenta una visión general del dispositivo, de forma de poder ver la situación de las distintas piezas que lo componen, con la relación y las concordancias existentes entre ellas.

La codificación está compuesta por tres términos:

$$xx - yy - zz$$

El primer término (xx) representa el número de proyecto. El segundo (yy), la función primaria. Y el tercero (zz) el componente.

Como en este trabajo se desarrolla un mismo proyecto, el primer término es 01, indicando que se trata de la maquina debobinadora, enderezadora y cortadora de caños.

Por otro lado, al sistema debobinador se le asigna el número 1 al segundo término.

2.1.2 Diseño mecánico

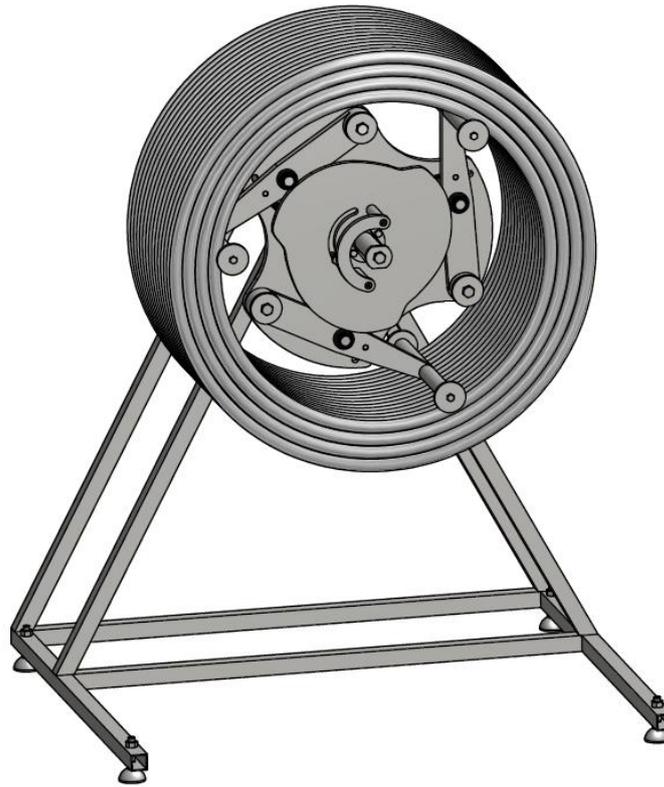


Figura 2-6 Desbobinador

Fuerzas involucradas:

Las fuerzas involucradas en el desbobinador son:

- Fuerza de tracción: Fuerza necesaria para vencer el rozamiento del cojinete encargado de otorgarle rotación al sistema, fuerza necesaria para otorgarle movimiento al sistema (relacionado con el principio de inercia) y fuerza relacionada con el cambio de curvatura del caño en la salida del desbobinador.
- Peso de la bobina: El mismo se encuentra calculado previamente en la ecuación (I).
- Peso de los componentes que conforman al desbobinador.

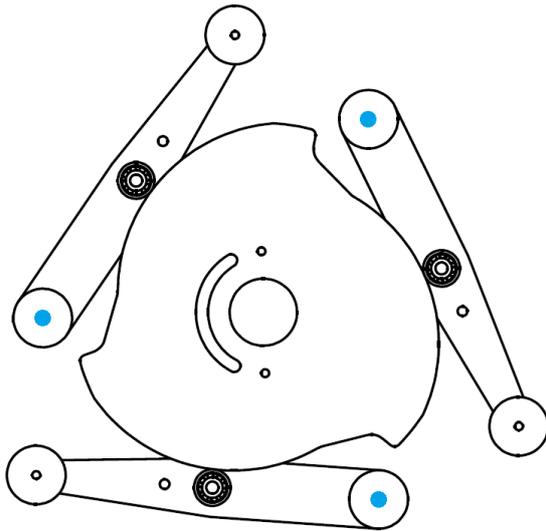


Figura 2-7. Leva radial junto a brazos pivotantes, en posición intermedia.

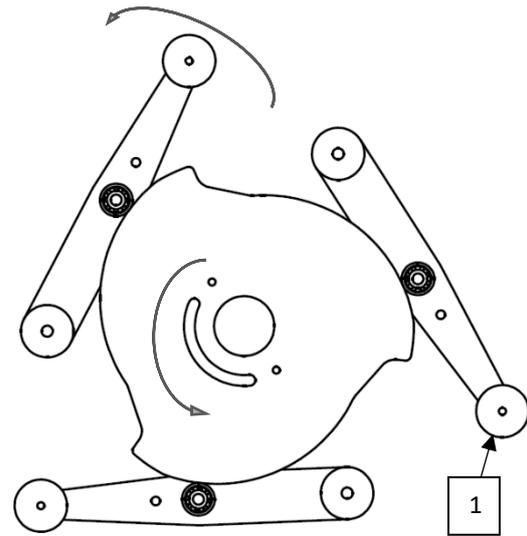


Figura 2-8. Leva radial junto a brazos pivotantes, en posición de máxima apertura.

Como se observa en la Figura 2-7 hay tres brazos separados equidistantemente que pivotan respecto de los puntos celestes. A su vez, cada uno de estos posee un rodamiento que actúa como seguidor de la leva radial. En la Figura 2-8 al girar la leva en sentido anti-horario el conjunto de brazos se abre, logrando una apertura radial lo suficientemente grande como para sujetar la bobina.

El disco señalado con el número "1" en la Figura 2-8 es el encargado de establecer el contacto con la bobina, para fijar la misma.

Por otra parte, el eje de la bobina se encuentra dispuesto en forma horizontal.

Se utilizará un buje dispuesto de manera normal con respecto a la bobina, capaz de soportar a la misma y al sistema de sujeción. Dicho buje es el encargado de permitir la libre rotación de la bobina y además admitir movimiento axial, para acompañar el movimiento del caño durante el debobinado.

El debobinador se dividió en tres subconjuntos: Brazo de sujeción, Mecanismo principal y Estructura.

▪ **Sub-conjunto Brazo de sujeción**

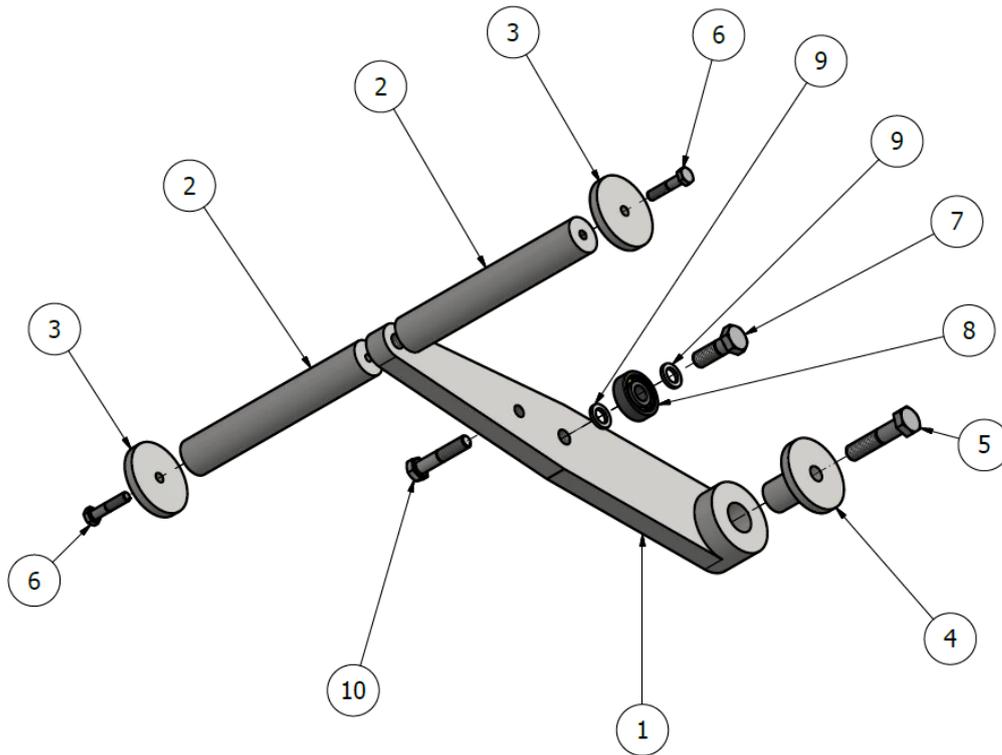


Figura 2-9. Sub-conjunto Brazo de sujeción

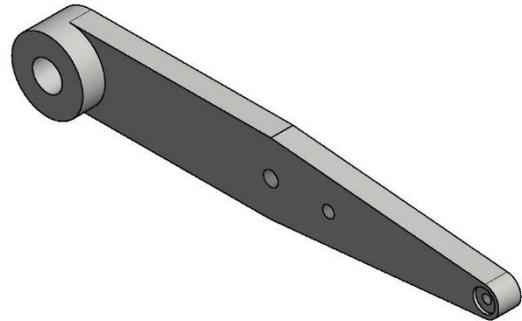
| Ítem | Código | Cantidad | Componente |
|------|----------|----------|--------------------------------------|
| 1 | 01-01-02 | 1 | Brazo de sujeción |
| 2 | 01-01-05 | 2 | Cilindro de apoyo de bobina |
| 3 | 01-01-04 | 2 | Tope de bobina |
| 4 | 01-01-03 | 1 | Buje |
| 5 | - | 1 | Tornillo cabeza hexagonal M10x1,5x45 |
| 6 | - | 2 | Tornillo cabeza hexagonal M6x1x30 |
| 7 | - | 1 | Tornillo cabeza hexagonal M10x1,5x28 |
| 8 | - | 1 | Rodamiento SKF E2.6200 2RSH |
| 9 | 01-01-14 | 2 | Separador seguidor |
| 10 | - | 1 | Tornillo cabeza hexagonal M8x1,25x40 |

Tabla 2. Componentes del sub-conjunto debobinador

En la Tabla 2 se encuentran todos los componentes del sub-conjunto brazo de sujeción.

Brazo de sujeción (Ítem: 1):

Para determinar la geometría del brazo (Figura 2-10), es necesario en primera instancia definir cuál será el punto de pivote y el alcance de los mismos.



Como se mencionó anteriormente el diámetro interior de la bobina es 500mm aproximadamente. Con el objetivo de absorber las variaciones en dicha medida se determina que el límite de sujeción del sistema sea de ± 30 mm diametralmente. Cuando los brazos se encuentren en la máxima posición de apertura podrán sujetar bobinas de diámetro interior 530mm, mientras que cuando los brazos se encuentren en su mínima posición llegarán a 470mm. Para lograr dicho alcance se define el punto de pivote a 180 mm del centro como se observa en la Figura 2-11 y un brazo de 280mm de longitud.

Figura 2-10 Brazo de sujeción.

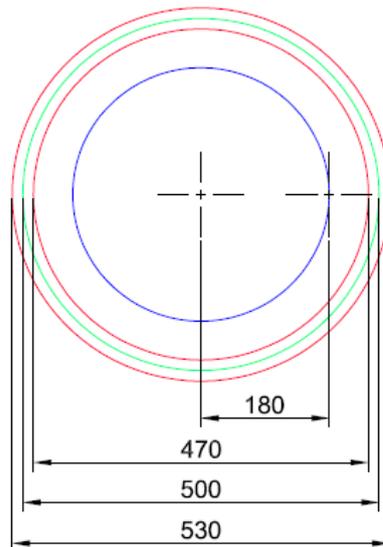


Figura 2-11. Máxima y mínima apertura de brazos y posición de pivote.

Para lograr la rotación del brazo en el pivote se utiliza un ajuste deslizante (con juego) entre el ítem 1 y el ítem 4. Además, para asegurar el guiado entre ambas piezas en el extremo del brazo se realiza una extensión del espesor. A su vez, posee dos agujeros roscados. Uno de ellos se utiliza para la sujeción del seguidor, mientras que el otro es para la sujeción de un resorte, el cual es el encargado de mantener en contacto al seguidor y la leva.

Por último, para terminar de definir la geometría del brazo falta definir el ancho y el espesor del mismo. Ambas magnitudes se encuentran vinculadas al ítem 4, ya que éste último requiere de un largo mínimo para el guiado, quedando limitado el espesor del brazo a dicha magnitud. Mientras que el ancho está vinculado con el diámetro del cojinete.

Cilindro de apoyo (Ítem: 2):

Para determinar el diámetro necesario del cilindro de apoyo se considera que está sometido a flexión pura. La carga a la cual está sometido será repartida sobre toda su longitud y el valor de la misma es la mitad del peso de la bobina (Considerando a toda la bobina apoyada sobre 1 solo apoyo). Para ello se calcula la tensión máxima y se la compara a la tensión de fluencia del material.

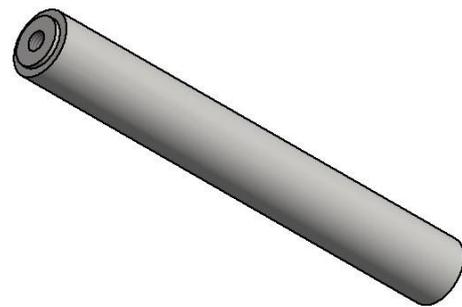


Figura 2-12 Cilindro de apoyo.

Para garantizar que, bajo desviaciones aleatorias de los requerimientos previstos, exista un margen extra de prestaciones por encima de las mínimas estrictamente necesarias a la fuerza se le aplicara un factor de seguridad utilizando el criterio Pugsley.

Este criterio dice que el Factor de Seguridad es el resultado de multiplicar dos coeficientes, los cuales a su vez dependen de ciertas características acerca del diseño. Así, se tiene entonces: N (Factor de seguridad) = $N_x * N_y$.

Donde, N_x es coeficiente de seguridad que involucra las características A, B y C. A: calidad de los materiales, destreza, mantenimiento e inspección. B: control sobre la carga aplicada a la parte. C: exactitud del análisis del esfuerzo, información experimental o

experiencia con dispositivos similares. Por otro lado N_y es el coeficiente de seguridad que involucra las características D y E. D: peligro para el personal. E: impacto económico sobre las consecuencias del diseño. Para manejar el criterio de Pugsley, es importante tener en cuenta que las características A, B y C se identifican con los símbolos: muy bien (mb), bien (b), regular (r) y pobre (p). Por su lado, las características D y E se identifican con los símbolos: muy serio (ms), serio (s) y no serio (ns).

En la tabla 1 se proporcionan los valores de N_x para varias condiciones de A, B y C. Así mismo, en la tabla 2 se proporcionan valores de N_y para varias condiciones de D y E.

| Característica | | B = | | | |
|----------------|--------|------|------|------|------|
| | | mb | B | r | p |
| A = mb | C = mb | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,7 |
| | C = b | 1,2 | 1,45 | | 1,95 |
| | C = r | 1,3 | 1,6 | 1,9 | 2,2 |
| | C = p | 1,4 | 1,75 | 2,1 | 2,45 |
| A = b | C = mb | 1,3 | 1,55 | 1,8 | 2,05 |
| | C = b | 1,45 | 1,75 | 2,05 | 2,35 |
| | C = r | 1,6 | 1,95 | 2,3 | 2,65 |
| | C = p | 1,75 | 2,15 | 2,55 | 2,95 |
| A = r | C = mb | 1,5 | 1,8 | 2,1 | 2,4 |
| | C = b | 1,7 | 2,05 | 2,4 | 2,75 |
| | C = r | 1,9 | 2,3 | 2,7 | 3,1 |
| | C = p | 2,1 | 2,55 | 3,0 | 3,45 |
| A = p | C = mb | 1,7 | 2,15 | 2,4 | 2,75 |
| | C = b | 1,95 | 2,35 | 2,75 | 3,15 |
| | C = r | 2,2 | 2,65 | 3,1 | 3,55 |
| | C = p | 2,45 | 2,95 | 3,45 | 3,95 |

Tabla 1. Valores de N_x resultado de combinar las condiciones A, B y C

| Característica | D = | | |
|----------------|-----|-----|-----|
| | ns | S | ms |
| E = ns | 1,0 | 1,2 | 1,4 |
| E = s | 1,0 | 1,3 | 1,5 |
| E = ms | 1,2 | 1,4 | 1,6 |

Tabla 2. Valores de N_y resultado de combinar las condiciones D y E

Tomando en cuenta las consideraciones mencionadas previamente se escogen los siguientes valores para obtener el coeficiente de seguridad.

A: b

B: B

C: b

D: S

E: s

Finalmente se obtiene el factor de seguridad: $N = N_x * N_y = 1,75 * 1.3 = 2,275$.

Datos:

$$F_{actuante} = 15 \text{ Kg} \approx 150 \text{ N} \quad II$$

$$F_{actuante \text{ con coeficiente}} = 15 \text{ Kg} * N = 15 \text{ Kg} * 2,275 \approx 341,25 \text{ N} \quad III$$

$$X_1 = \text{largo del cilindro} = 150 \text{ mm} \quad IV$$

Convención de signos:

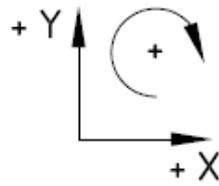


Figura 2-13. Convención de signos.

Esquema de fuerzas:

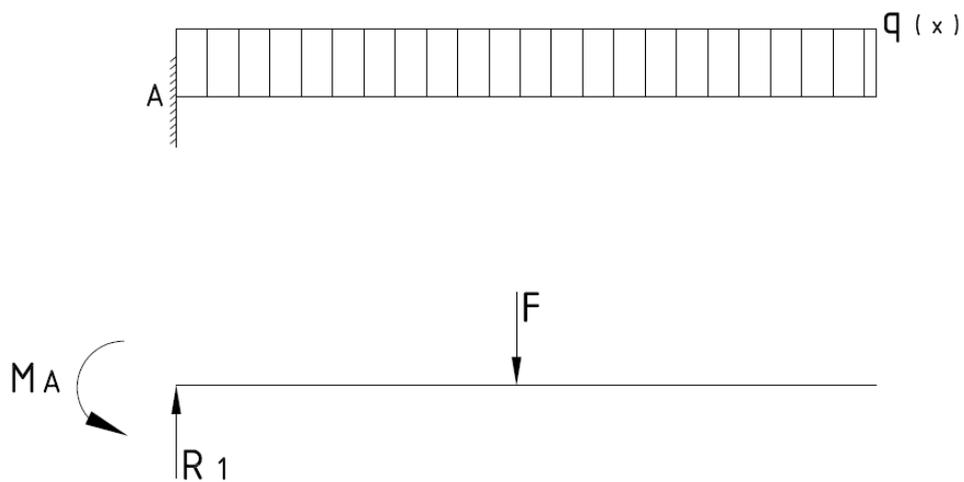


Figura 2-14. Esquema de fuerzas.

$$\sum \vec{F}_y = \vec{R}_1 + \vec{F} = 0 \quad V$$

$$\vec{R}_1 = -\vec{F} \quad VI$$

$$\sum M_A = -M_A + F \cdot \frac{X_1}{2} = 0 \quad VII$$

$$M_A = F \cdot \frac{X_1}{2} \quad VIII$$

Corte y Momento flector:

$$Q(x) = R_A - \frac{F}{X_1} \cdot x \quad IX$$

$$M_{\text{flector}} = R_A \cdot x - \frac{F}{X_1} \cdot \frac{x^2}{2} - M_A \quad X$$

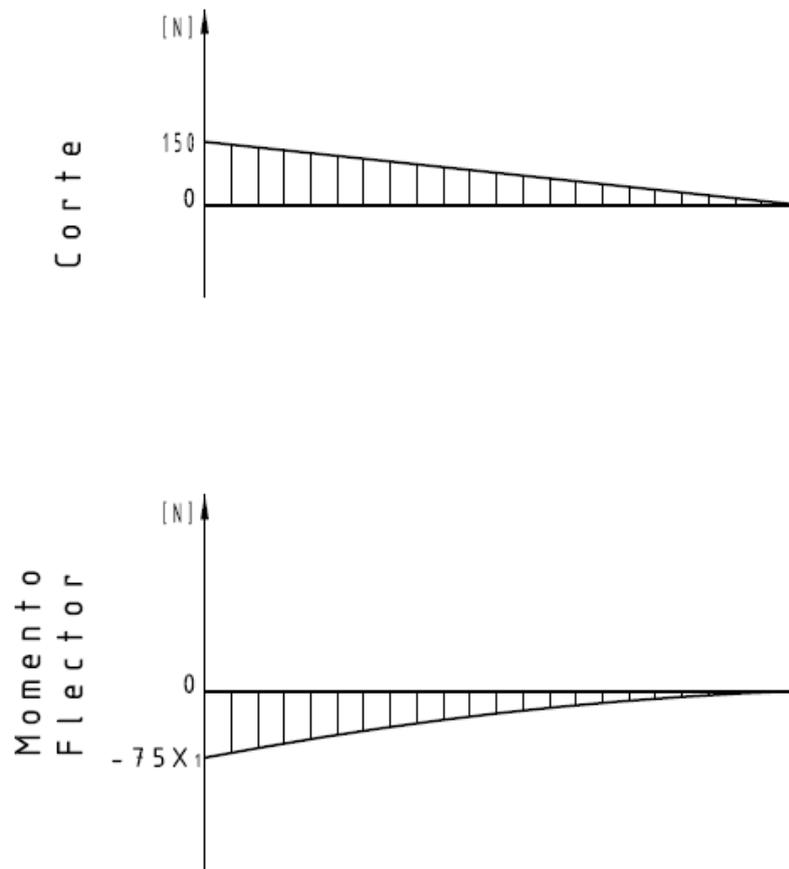


Figura 2-15. Diagrama de corte y momento flector.

Resultados:

$$|M_{f \max}|_{(x=0)} = 341,25 [N] * \frac{150[mm]}{2} = 25593,75 [Nmm] \quad XI$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{f \max} * y_{\max}}{I} \quad XII$$

$$\text{donde, } I = \frac{\pi \cdot D^4}{64}$$

XIII

la tensión máxima se encuentra en las fibras más externas, es decir

$$y_{max} = \frac{D}{2}$$

XIV

de la ecuación XII, XIII y XIV se deduce que

$$D_{cilindro\ mínimo} = \sqrt[3]{\frac{M_{f\ max} \cdot 32}{\pi \cdot \sigma_{Fluencia}}} = \sqrt[3]{\frac{25593,75[Nmm] \cdot 32}{\pi \cdot 430[MPa]}}$$

XV

$$D_{cilindro\ mínimo} > = 8,46\ mm$$

Finalmente se escoge un diámetro de cilindro de 16 mm, debido a la necesidad de colocar un encastre para no transmitir la fuerza a través del tornillo de sujeción.

Tope de bobina (Ítem: 3):

No está sometido a grandes esfuerzos, simplemente debe retener la bobina dentro de los límites del debobinador. El diámetro exterior supera un diámetro de caño, para asegurar la correcta sujeción.

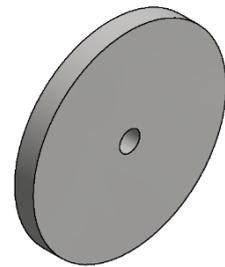


Figura 2-16 Tope de bobina.

$$\varnothing_{exterior\ tope} \approx \varnothing_{exterior\ cilindro\ de\ apoyo} + 2 \cdot \varnothing_{exterior\ caño}$$

XVI

Siendo, $\varnothing_{exterior\ cilindro\ de\ apoyo} = 24$ y $\varnothing_{exterior\ caño} = 19,05mm$, resulta que el tope de bobina debe tener como mínimo 62mm.

Buje (Ítem: 4):

Este buje no está sometido constantemente a roce, ya que es utilizado únicamente durante el cambio de bobina. Al ser un ajuste con deslizamiento (Apéndice 1), posee una tolerancia de ajuste H7 en la cota “X2” (Figura 2-17), mientras que en la cota “X1” se utiliza una tolerancia $^{+0,1}_{-0}$, de manera de garantizar que no haya interferencia con el brazo (ítem 1).

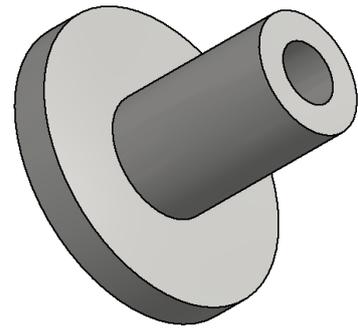


Figura 2-17. Cojinete de contacto directo.

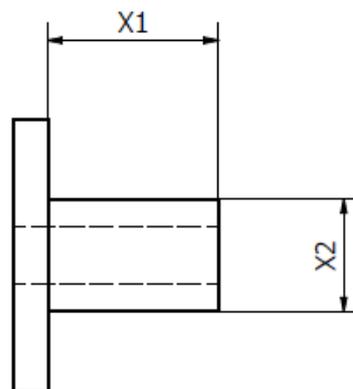


Figura 2-18. Buje (Ítem 4)

Para definir las tolerancias dimensionales de fabricación de las piezas, inclusive dicho buje (ítem 4), se tuvieron en cuenta los siguientes conceptos:

- La tolerancia es un concepto propio de la metrología industrial, que se aplica a la fabricación de piezas en serie. Dada una magnitud significativa y cuantificable propia de un producto industrial, el margen de tolerancia es el intervalo de valores en el que debe encontrarse dicha magnitud para que se acepte como válida, lo que determina la aceptación o el rechazo de los componentes fabricados. El propósito de los intervalos de tolerancia es el de admitir un margen para las imperfecciones en la manufactura de componente, ya que se considera imposible la precisión absoluta desde el punto de vista técnico, o bien no se recomienda por motivos de eficiencia. Es una buena práctica de ingeniería el especificar el mayor valor posible de tolerancia mientras el componente en cuestión mantenga su

funcionalidad, dado que cuanto menor sea el margen de tolerancia, la pieza será más difícil de producir y por lo tanto más costosa.

La tolerancia (TI) es la variación máxima permisible en una medida, es decir, es la diferencia entre la medida máxima y la mínima que se aceptan en la dimensión.

- Sistema de agujero base o agujero único

Se denomina así, dentro del sistema de tolerancias ISO a un sistema de ajustes en el que son nulas las desviaciones o diferencias inferiores para todos los agujeros con posición H. De esta forma los diferentes ajustes, juegos o aprietos se obtienen para la misma medida nominal, con posiciones y calidades (amplitudes de tolerancia) variables para los ejes. En consecuencia, se producen juegos para los ejes en el que los límites superiores e inferiores estén por debajo de la línea de referencia o línea cero; aprietos, cuando los dos límites están por encima del superior del agujero; y ajustes inciertos (juego o aprieto) cuando alguno de los límites de los ejes es inferior al máximo del agujero.

- Sistema de eje base o eje único

Se denomina así dentro del sistema de tolerancias ISO a un sistema de ajustes en el que las diferencias superiores para todos los ejes son nulas para la posición h. De esta forma los diferentes ajustes, (juegos o aprietos) se obtienen para la misma medida nominal, con posiciones y calidades (amplitudes de tolerancia) variables para los agujeros, teniéndose en consecuencia: juegos para los agujeros en que los límites superior e inferior estén por encima de cero; aprietos, cuando los dos límites están por debajo del inferior del agujero; y ajustes inciertos (juego o aprieto) cuando alguno de los límites de los agujeros es superior al mínimo del agujero.

- Sistema mixto

Se denomina sistema mixto a aquél en que las posiciones de los ejes y agujeros son distintas de las “H” y “h”. Este sistema es de aplicación excepcional, es decir, cuando no es posible utilizar alguno de los anteriores.

- Elección de las tolerancias

Una vez determinada la elección del sistema de tolerancias, se debe proceder a la fijación de los juegos y aprietos máximos y mínimos que lleven a un correcto funcionamiento del conjunto para lo que se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Naturaleza del material en que están construidas las piezas.
- Velocidad de deslizamiento relativo o de funcionamiento.
- Tipo de esfuerzos; considerando su intensidad, dirección, sentido y variación.
- Sistema de engrase y lubricante utilizado.
- Desgaste admisible para unas determinadas horas de funcionamiento.
- Temperatura máxima de funcionamiento y su régimen de variación, por producir dilataciones de las piezas que alteran las condiciones de juego y aprieto iniciales. Especial atención debe de ponerse cuando las piezas son de materiales distintos, y más aún cuando los coeficientes de dilatación son diferentes.
- Incidencia de las variaciones de posición y forma permitidas por las tolerancias geométricas que afecten a las piezas a acoplar.

Después de las consideraciones anteriores y siempre que sea posible se tomarán los ajustes recomendados por ISO como preferentes, contenidos en (Apéndice 1), además de tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Evitar excesos de precisión (amplitud de tolerancias) inútiles, puesto que las tolerancias pequeñas implican altos gastos de fabricación. El costo crece exponencialmente con la disminución de la magnitud de la tolerancia.
- Siempre que sea posible adoptar menor tolerancia para el eje que para el agujero, como consecuencia de la mayor dificultad existente al trabajar y medir en interiores (hembras) frente a los exteriores (machos).
- Tener en cuenta la experiencia proporcionada por aplicaciones similares.
- Considerar en los montajes con aprieto la forma de realizarlos: prensa, mazo.

- Por último y muy importante, no se debe de olvidar realizar un acabado superficial en consonancia con el grado de precisión requerido, pues un acabado basto, en piezas sometidas a deslizamientos relativos con una especificación de tolerancia pequeña, después de pocas horas de funcionamiento produce desgastes que hacen inútiles tales tolerancias.

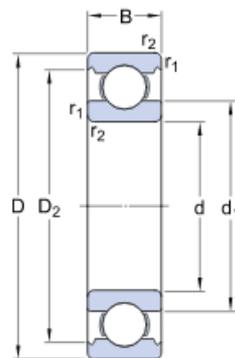
Rodamiento (Ítem: 8):

Como elemento seguidor de la leva, que posteriormente se detallará, se escoge un rodamiento debido a su bajo costo y larga vida útil. Se recurre al catálogo “SKF [2]” para la selección del mismo. Al ser un rodamiento que no está sometido a grandes esfuerzos se emplea un rodamiento de bolas de una hilera y se opta por realizar la sujeción del mismo a través de un tornillo, teniendo en consideración que la fuerza de fricción que se produce al ajustar el mismo es suficiente para garantizar que el tornillo no trabajara al corte.

6200

SKF Explorer

Dimensions



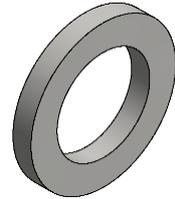
| | | | |
|------------------|------|-------|----|
| d | | 10 | mm |
| D | | 30 | mm |
| B | | 9 | mm |
| d ₁ | ≈ | 17 | mm |
| D ₂ | ≈ | 24.72 | mm |
| r _{1,2} | min. | 0.6 | mm |

La carga a la cual está sometido dicho rodamiento, está definida por la fuerza del operario y el propio peso de la bobina. La capacidad de carga dinámica básica de dicho rodamiento es $C=5.4$ kN, mientras que la capacidad de carga estática básica es $C_0=2.36$ kN. Recordando que la masa de la bobina son aproximadamente 30 Kg, siendo las fuerzas involucradas en el rodamiento puramente radiales (habiendo ausencia de fuerzas axiales),

condiciones de trabajo intermitentes (pues los cambios de bobina son periódicos), y las revoluciones por minuto son casi nulas, dicho componente recibirá un desgaste casi nulo. En un cambio de bobina el rodamiento puede girar como mucho 5 vueltas mientras que este elemento está fabricado pensando en millones de revoluciones.

Separador de seguidor (Ítem: 9):

El separador tiene como objetivo, como lo dice su nombre, distanciar el seguidor del brazo (Ítem 1) en dirección axial, logrando que el mismo coincida con la posición de la leva. Además, tiene el diámetro exterior necesario para que apoye en las pistas internas del rodamiento mencionado anteriormente, obteniendo su libre rotación.



*Figura 2-19
Separador de
seguidor.*

▪ **Sub-conjunto Mecanismo principal**

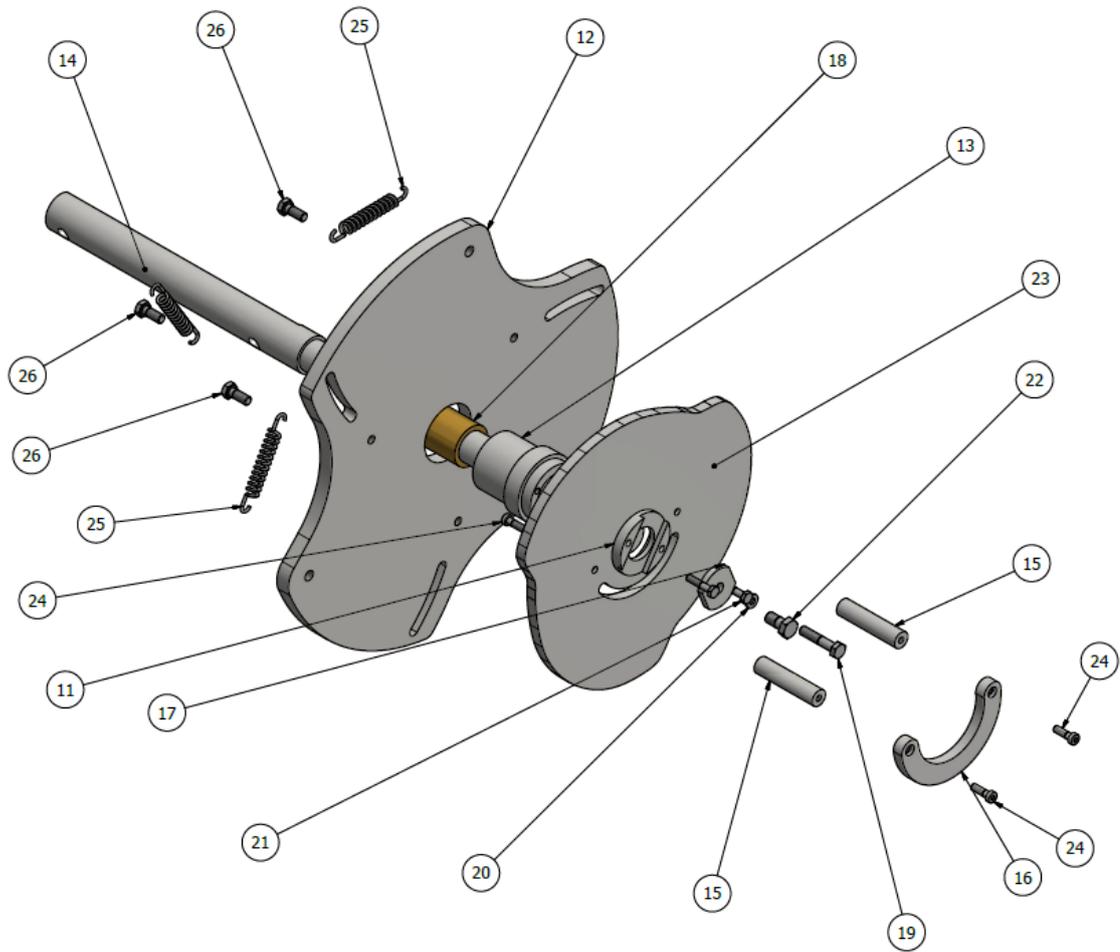


Figura 2-20 Sub-conjunto mecanismo principal

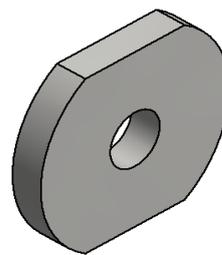
| Ítem | Código | Cantidad | Componente |
|------|----------|----------|-------------------|
| 11 | 01-01-06 | 1 | Anclaje hembra |
| 12 | 01-01-12 | 1 | Soporte de brazos |
| 13 | 01-01-11 | 1 | Masa porta buje |
| 14 | 01-01-10 | 1 | Eje |
| 15 | 01-01-07 | 2 | Columna de manija |
| 16 | 01-01-08 | 1 | Manija |
| 17 | 01-01-09 | 1 | Anclaje macho |
| 18 | 01-01-13 | 1 | Cojinete |

| | | | |
|----|----------|---|--------------------------------------|
| 19 | - | 1 | Tornillo cabeza hexagonal M8x1,25x40 |
| 20 | - | 1 | Arandela M8 |
| 21 | - | 2 | Tornillo cabeza hexagonal M6x1x28 |
| 22 | - | 1 | Tornillo cabeza hexagonal M10x1,5x20 |
| 23 | 01-01-01 | 1 | Leva |
| 24 | - | 4 | Tornillo Allen M6x1x20 |
| 25 | - | 3 | Muelle |
| 26 | - | 3 | Tornillo cabeza hexagonal M8x1,25x20 |

Tabla 3. Componentes del sub-conjunto mecanismo principal

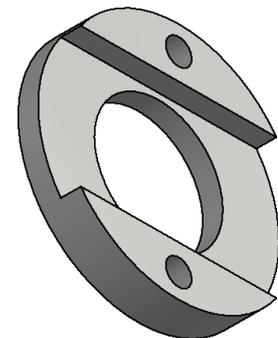
Anclaje hembra (Ítem: 11) y Anclaje macho (Ítem: 17):

Para fijar el sistema giratorio del debobinador, se utiliza un anclaje mecánico, mediante las piezas mostradas en la Figura 2-21 y Figura 2-22.



*Figura 2-21.
Anclaje Macho.*

Cuando la bobina se acaba y se requiere un cambio de la misma, es necesario que el sistema quede fijo, para facilitar el intercambio.



*Figura 2-22. Anclaje
Hembra.*

El anclaje macho (ítem 17) se encuentra solidario al eje (fijo), mientras que el anclaje hembra (ítem 11) está unido a través de tornillos de fijación a la leva.

El ajuste de ambas piezas debe garantizar un ensamble fácil, es por ello que entre ambas hay un huelgo de 1mm, pero a su vez, éste no debe ser excesivo ya que permitiría un pequeño giro que incomodaría al momento de realizar un cambio de bobina.

Soporte de brazos (Ítem: 12):

Este componente tiene como función principal, como su nombre lo dice, soportar los brazos de sujeción. Además, posee tres perforaciones, junto con tres ranuras, que se utilizan para colocar los resortes que aseguran el contacto entre el seguidor y la leva radial (Figura

2-24). Por último, esta pieza se ensambla con la masa porta buje (ítem 13), a través del agujero central y se fija por medio de una soldadura.

El contorno de la pieza tiene tres vaciados equidistantes que tienen como objetivo disminuir el peso del componente.

Por último, el soporte posee un agujero roscado, no pasante, en dirección axial, el cual se utiliza para anular el giro relativo entre la leva y el soporte.



Figura 2-23 Soporte de brazos.

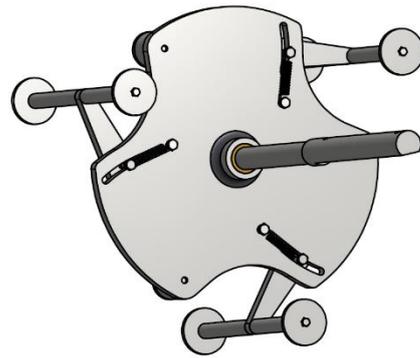
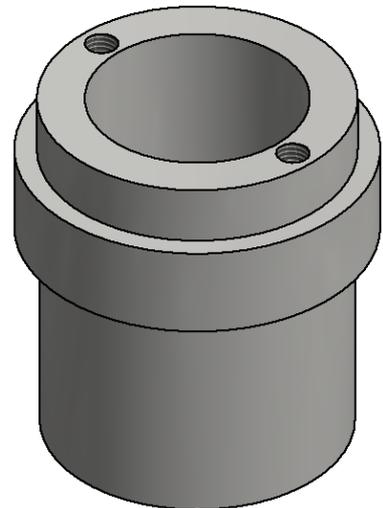


Figura 2-24 Soporte de brazos. Vista de los resortes.

Masa porta buje (Ítem: 13):

La masa porta buje además de vincularse al ítem 12, como se dijo anteriormente, se vincula a la leva radial, a través de la cota "X2". Al requerir que la leva gire libremente, se utiliza un ajuste con deslizamiento entre ambos componentes (H7, h7).

También posee dos perforaciones en dirección axial, que permiten ensamblar dicha pieza con el anclaje hembra.



De esta manera, se logra mantener a la leva encerrada entre la masa y el anclaje, y además girar libremente.

Por otro lado, en su interior posee un agujero (X4) en el cual se coloca el buje de bronce. Utilizando las recomendaciones de ajustes de ISO que se encuentran en el apéndice 1 se define un ajuste sin juego, con interferencia H7/n6. El cual requiere de un montaje a martillo.

Figura 2-25 Masa porta buje.

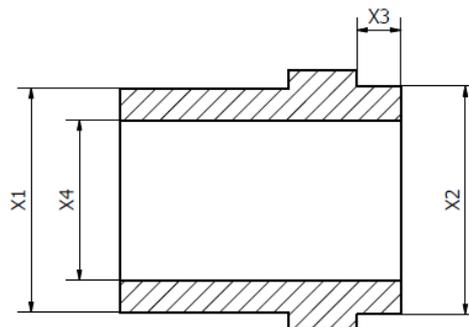


Figura 2-26 Corte longitudinal sobre masa porta buje.

Eje (Ítem: 14):

Dicho componente, desempeña un papel estructural, solo soporta cargas sin transmitir potencia. Por dicho motivo se calcula su sección considerando que está sometido a flexión pura, con la mayor carga posible (bobina entera) colocada en el extremo del mismo. Al ser el mismo material que el cilindro de apoyo, se utiliza la misma tensión de fluencia. El método de cálculo es el mismo que se empleó en el ítem 2.

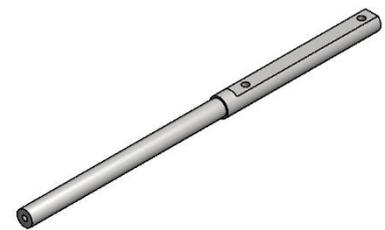


Figura 2-27 Eje.

$$|M_{f \max}| = 825600 \text{ Nmm} \quad \text{XVII}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{f \max} * y_{\max}}{I} \quad \text{XVIII}$$

$$I = \frac{\pi * D^4}{64} \quad \text{XIX}$$

$$y_{max} = \frac{D}{2} \quad \text{XX}$$

$$D_{cilindro\ minimo} = \sqrt[3]{\frac{M_{f\ max} * 32}{\pi * \sigma_{Fluencia}}} = \sqrt[3]{\frac{825600[Nmm] * 32}{\pi * 430[MPa]}} \quad \text{XXI}$$

$$D_{cilindro} \geq 26,94\ mm$$

Dado el siguiente resultado se escogió un diámetro mínimo de eje de 30mm, como se puede observar en el plano 01-01-10.

Columnas de mango (Ítem 15) - Mango (Ítem: 16):

Para mover la leva respecto de la placa porta brazos, se diseñó un mango compuesto por 3 piezas. Dos columnas (ítem 15) y el mango propiamente dicho (ítem 16). El mango está sujeto a las columnas por medio de tornillos Allen embutidos, para evitar golpes en la mano del operario contra las cabezas de los mismos. A su vez, todo el conjunto también estará solidario a la leva a través de tornillos de fijación.

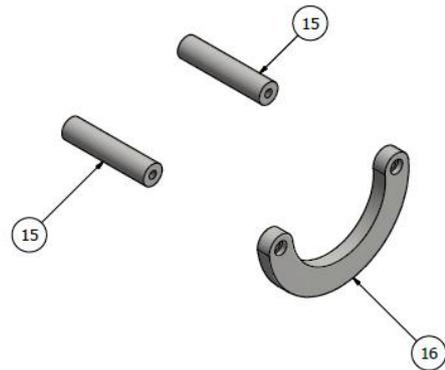


Figura 2-28 Mango

Cojinete (Ítem: 18):

El cojinete es el encargado de vincular al sistema giratorio con el eje fijo. El material empleado para la fabricación del mismo es bronce, debido a su bajo coeficiente de fricción. Al tocarse las dos partes, que es uno de los casos de uso más solicitados de los cojinetes de deslizamiento, el desgaste en las superficies de contacto limita su vida útil. La generación de una película lubricante que separe las dos piezas del mecanismo mediante una lubricación completa, requiere un sistema adicional para elevar la presión del lubricante. Se usa sólo en máquinas de gran tamaño, con grandes cojinetes de deslizamiento. Para esta aplicación en particular, al tratarse de una máquina de pequeña envergadura, no se emplea un sistema de lubricación forzado, debiendo lubricar manualmente.

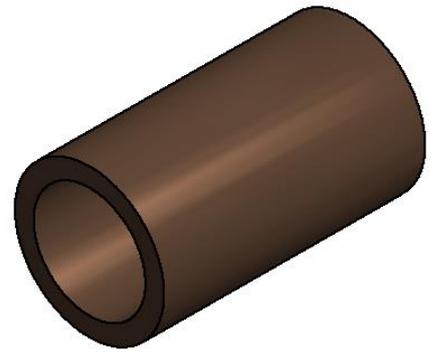


Figura 2-29 Cojinete.

La tolerancia de ajuste exterior del buje, como se mencionó anteriormente, es $n6$, mientras que la toleración de ajuste del interior es $H7$ para garantizar el ajuste deslizante con el eje (ítem 14).

Leva radial (Ítem: 23):

Para poder definir la geometría de la leva radial, es necesario primero definir el seguidor de la misma. Como se mencionó anteriormente se utilizará un rodamiento.

A su vez se debe tener en cuenta que el diámetro mínimo y máximo interno de la bobina está relacionado con el tope de bobina. En la Figura 2-31 el brazo está dispuesto de manera vertical y con circunferencias grises se puede observar el tope de bobina y el seguidor, los cuales pivotan respecto a un punto ubicado a 180 mm del eje del debobinador, como fue mencionado anteriormente. Luego se rota hasta hacer tangente el tope (3) con la posición máxima de apertura y mínima de cierre, como se muestra en la Figura 2-32 y en la Figura 2-33 respectivamente.



Figura 2-30 Leva radial

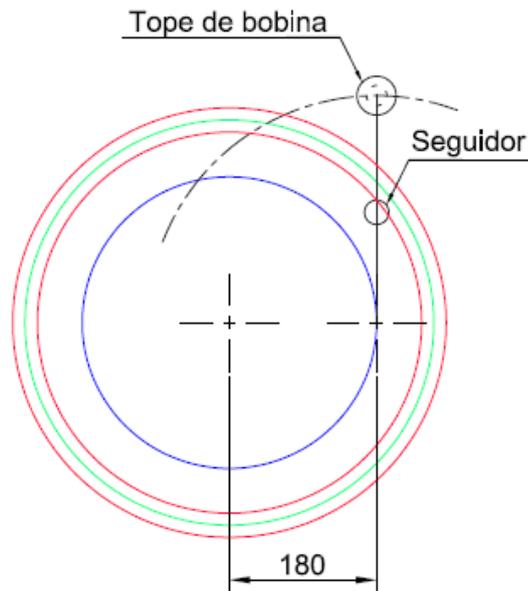


Figura 2-31. Posición de pivote.

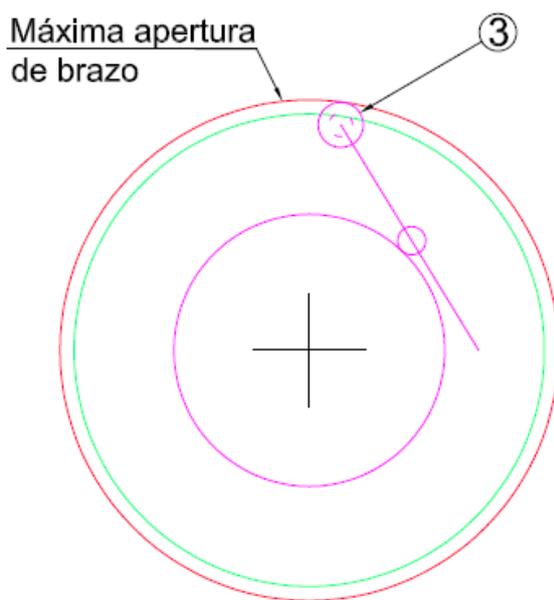


Figura 2-32. Brazo en máxima posición de apertura.

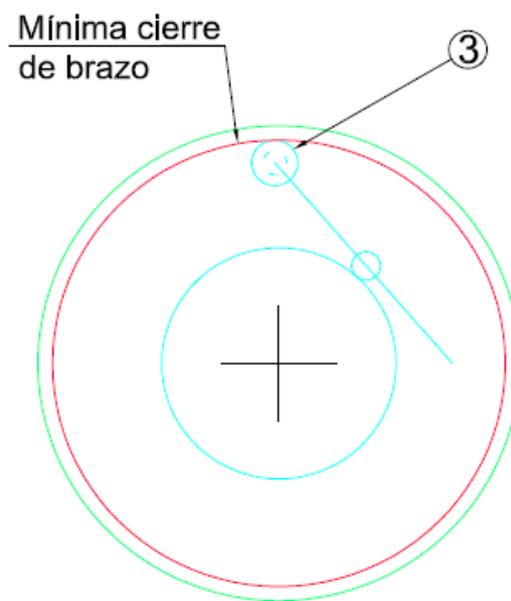


Figura 2-33. Brazo en mínima posición de cierre.

Así se obtienen los diámetros de la Figura 2-34, necesarios para poder alcanzar a sujetar bobinas que tengan diámetros internos comprendidos entre 470mm y 530mm.

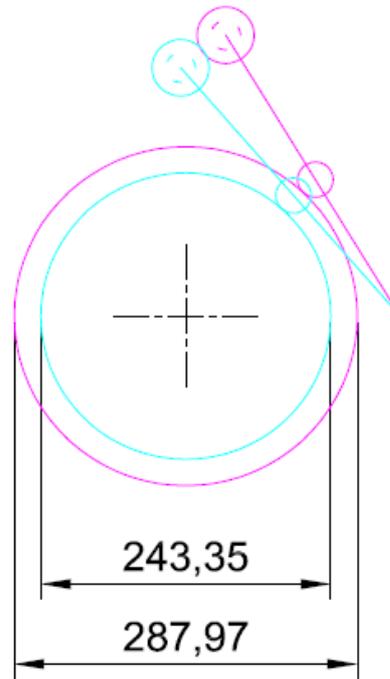


Figura 2-34. Diámetros necesarios para definir la alzada de la leva radial.

La alzada que deberá tener la leva radial es la diferencia entre ambos radios.

$$\text{Alzada} = \frac{D_2 - D_1}{2} = \frac{287,97 \text{ mm} - 243,35 \text{ mm}}{2} = 22,31 \text{ mm} \quad \text{XXII}$$

Por cuestiones prácticas y de fabricación se escoge una alzada de 22,5 mm

$$\text{Alzada} = \frac{D_2 - D_1}{2} = \frac{288 \text{ mm} - 243 \text{ mm}}{2} = 22,5 \text{ mm} \quad \text{XXIII}$$

Finalmente, los diámetros límite de la leva son de 288mm y 243mm.

Los conceptos teóricos tenidos en cuenta para diseñar la leva son los siguientes:

Ley fundamental del diseño de levas:

- La ecuación de posición del seguidor debe ser continua durante todo el ciclo.
- La primera y segunda derivadas de la ecuación de posición (velocidad y aceleración) deben ser continuas.

- La tercera derivada de la ecuación (sobre aceleración, impulso o jerk) no necesariamente debe ser continua, pero sus discontinuidades deben ser finitas y limitadas.

Las condiciones anteriores deben cumplirse para evitar choques o agitaciones innecesarias del seguidor y la leva, lo cual sería perjudicial para la estructura y el sistema en general.

Hay muchos movimientos, ya estudiados, que garantizan el cumplimiento de las leyes fundamentales como, por ejemplo:

- Movimiento uniforme
- Movimiento uniforme modificado
- Movimiento uniforme parabólico
- Movimiento armónico
- Movimiento cicloidal
- Movimiento trapezoidal modificado
- Movimiento sinusoidal

Además del tipo de movimiento, hay diferentes tipos de programas de movimiento como:

- (RF) Subir-Bajar
- (RFD) Subir-Bajar-Detener
- (RDFD) Subir-Detener-Bajar-Detener

Selección del movimiento:

Ya que se trata de un conjunto de tres brazos pivotantes dispuestos mediante un arreglo polar alrededor de 360° , cada seguidor tendrá a su disposición 120° . Teniendo en cuenta la ley fundamental del diseño de levas, se define la geometría de la leva. Además,

para el proyecto se elige el tipo de programa de movimiento denominado (RDFD) subir-detener-bajar-detener. Y se distribuyen de la siguiente manera:

| RDFD | Subida | Reposo | Bajada | Reposo |
|---------|--------|--------|--------|--------|
| Ángulos | 90° | 5° | 20° | 5° |

A su vez, tanto para la subida como para la bajada se utiliza el tipo de movimiento uniforme modificado. Para confeccionar este movimiento, primero se realizó el gráfico de desplazamiento para movimiento uniforme, también llamado movimiento rectilíneo.

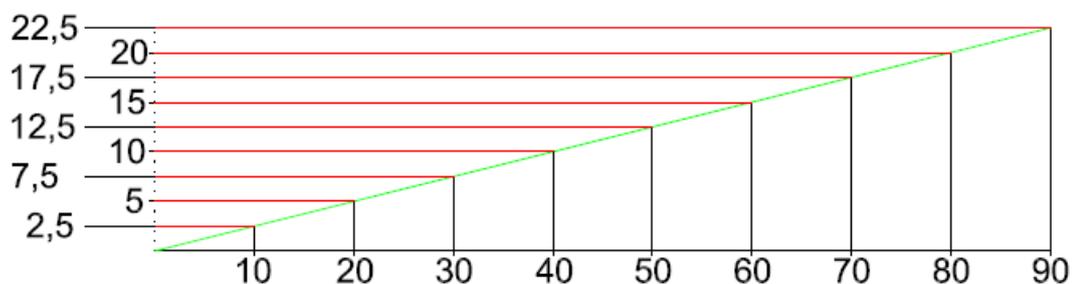


Figura 2-35. Diagrama de desplazamiento. Movimiento uniforme.

Como este tipo de movimiento comienza y termina abruptamente, se modifica ligeramente para reducir el impacto sobre el seguidor, transformándolo en un movimiento uniforme modificado. Para lograr esto, los extremos del movimiento se redondean y se unen por medio de tangentes al resto del movimiento.

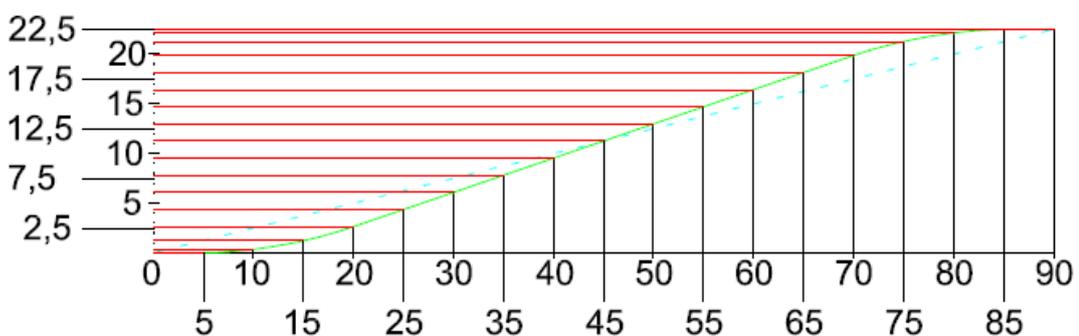


Figura 2-36. Diagrama de desplazamiento. Movimiento uniforme modificado (Subida).

Con el mismo criterio se realizó la bajada, mostrada en la Figura 2-37.

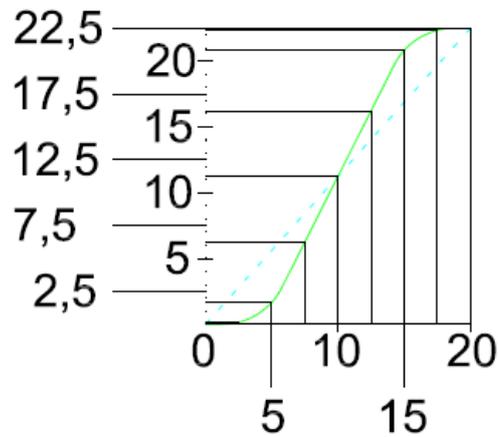


Figura 2-37. Diagrama de desplazamiento. Movimiento uniforme modificado (Bajada).

Finalmente queda definido el diagrama de desplazamiento completo:

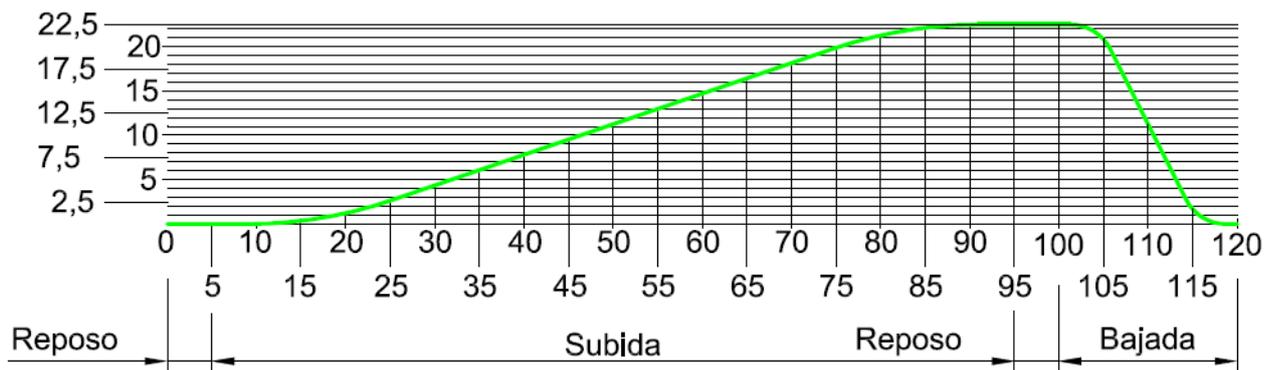


Figura 2-38. Diagrama de desplazamiento completo (120°).

A partir del diagrama de desplazamientos final se construyó la geometría de la leva, respetando subida, bajada y reposos.

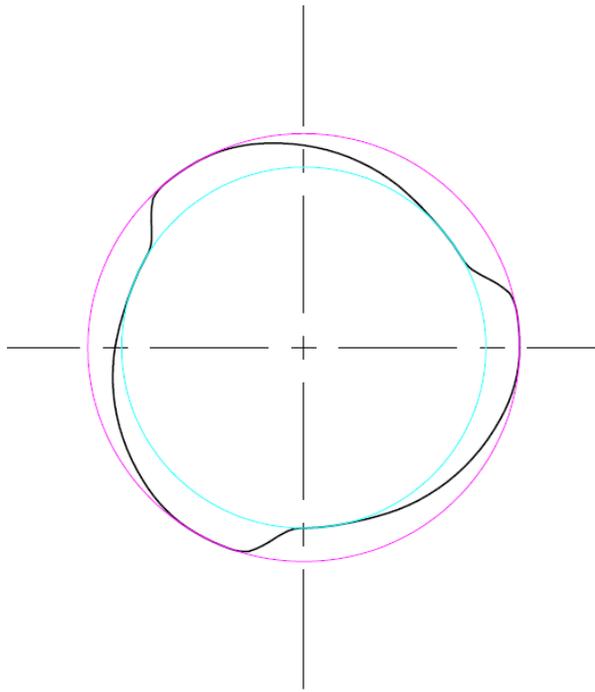


Figura 2-39. Geometría leva radial completa (360°).

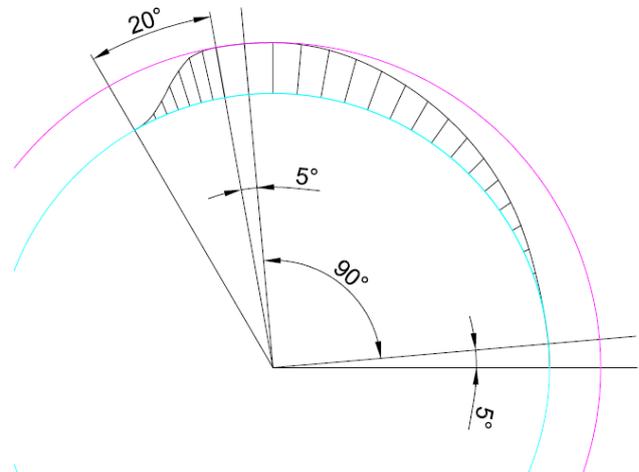


Figura 2-40. Geometría leva radial (120°).

Una vez definida la geometría exterior, se procedió a definir la manera de vincular la leva con la placa porta brazos. Para ello se escoge realizar una ranura pasante sobre la leva (Figura 2-30), mientras que por otro lado sobre la placa porta brazos se encuentra un agujero roscado. De esta manera, mediante la utilización de un tornillo con arandela se vinculan ambas piezas.

2.1.3 Motorizaciones y cilindros neumáticos

El sistema de debobinado, no posee motorizaciones ni cilindros neumáticos. El mismo es impulsado por el sistema de tracción, no incluido en este proyecto.

2.1.4 Funcionamiento y modo de operación

Pasos para la colocación de la bobina:

- Anular el giro del soporte de brazos (ítem 12) mediante el anclaje hembra/macho (ítems 11-17). (Figura 2-41)

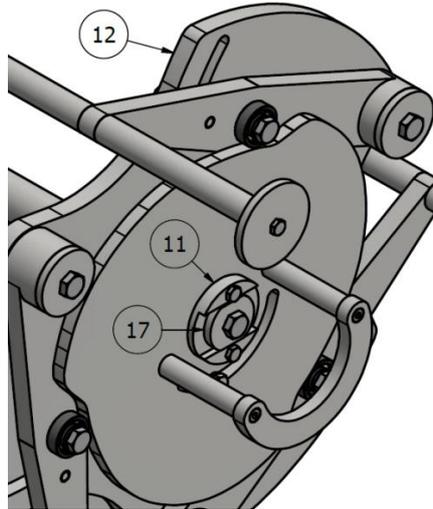


Figura 2-41 Funcionamiento y modo de operación.

- Aflojar el tornillo (ítem 19) para permitir el giro de la leva. (Figura 2-42)

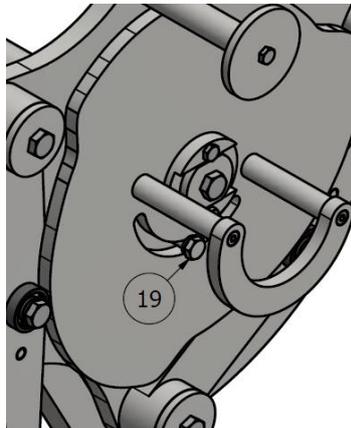


Figura 2-42 Funcionamiento y modo de operación.

- Llevar los brazos al punto de mínima alzada. (Figura 2-43 y Figura 2-44)

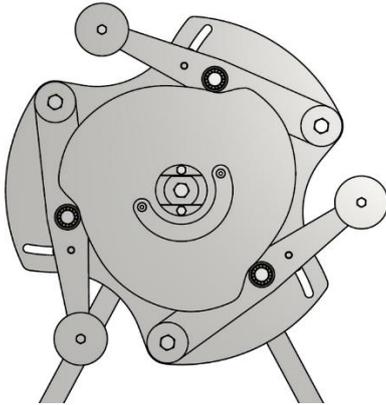


Figura 2-43 Funcionamiento y modo de operación. Brazos ubicado en la mínima alzada de la leva.

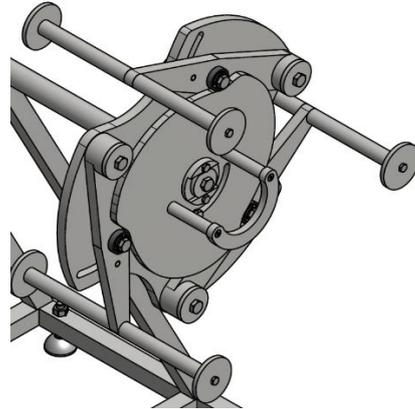


Figura 2-44 Funcionamiento y modo de operación. Brazos ubicado en la mínima alzada de la leva.

- Colocar la bobina. (Figura 2-45)

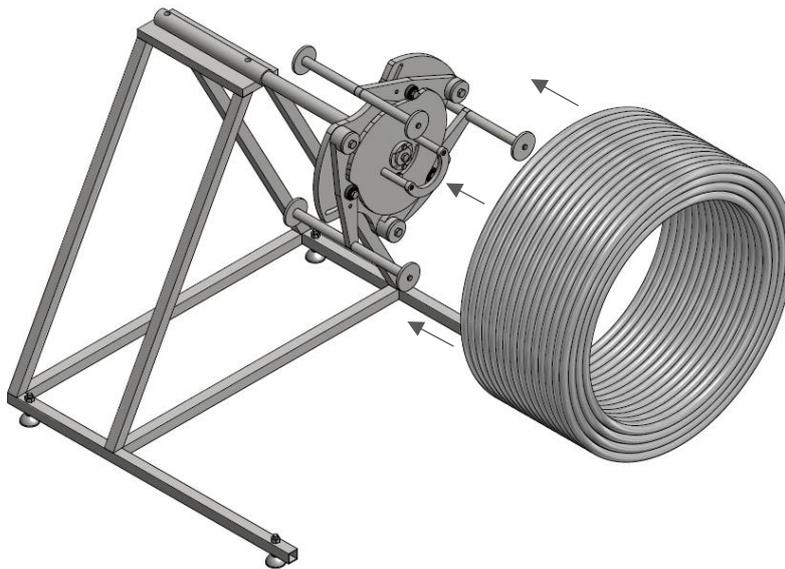


Figura 2-45 Funcionamiento y modo de operación.

- Girar la leva, dando apertura a los brazos (Figura 2-47). Una vez que estos entren en contacto con la bobina ajustar el tornillo (ítem 19).



Figura 2-46. Funcionamiento y modo de operación. Brazos cerrados.



Figura 2-47. Funcionamiento y modo de operación. Brazos en contacto con la bobina, listos para anclar su posición.

- Finalmente desvincular los anclajes hembra/macho (ítems 11-17). (Figura 2-48)



Figura 2-48. Debobinador listo para descargar la bobina.

Una vez finalizada la bobina, para la colocación de la próxima se realiza el mismo procedimiento.

2.1.5 Planos de conjunto y ejecución

Todos los planos de fabricación, junto con los planos de ejecución se encuentran adjuntados al final del trabajo.

2.2 Sistema de corte

Estudio de alternativas

El corte del caño puede efectuarse por medio de dos procedimientos:

- Procedimiento con arranque de viruta
- Procedimiento sin arranque de viruta

➤ Procedimientos con arranque de viruta:

El procedimiento con arranque de viruta es un proceso de fabricación mediante mecanizado, que consiste en extraer en forma de virutas o partículas, el exceso de material. Esto se logra utilizando máquinas-herramientas cortantes adecuadas, para conseguir la geometría de la pieza deseada y las especificaciones planteadas. Los métodos más usuales en corte con arranque de viruta son: torneado, fresado, aserrado, taladrado, alesado o mandrilado, escariado, cepillado, limado, mortajado, brochado, rectificado, bruñido, lapidado, tronzado, etc.

De los mencionados anteriormente los aplicables al caso en cuestión son: Tronzado y aserrado.

▪ Alternativa N°1: Tronzado

Para realizar el corte por medio del mencionado método, se requiere de una herramienta monocortante, simple, de generación, donde a través de un movimiento de

corte y un movimiento de avance, que alcance el espesor del caño, se puede conseguir el corte.

Debido a que el caño se ve imposibilitado de girar, ya que se encuentra en continuidad desde la bobina, es necesario el uso de un cabezal giratorio.

▪ **Alternativa N°2: Aserrado**

El corte por aserrado mecánico se puede realizar por medio de los siguientes métodos:

- Sierras alternativas de hoja (horizontales)
- Sierras alternativas de calar (verticales)
- Sierras sin fin o de cinta (horizontales y verticales)
- Sierras circulares de disco (verticales)
- Sierras de muela (verticales)

Además, se clasifican según su tipo de movimiento en: alternativos, rotativos y continuos.

Las ventajas que presentan tanto el método de tronzado como de aserrado son la ausencia de deformación en la cercanía de la zona cortada, pero por otro lado requiere de un cambio continuo de la herramienta de corte y de un sistema de evacuación de viruta.

➤ **Procedimientos sin arranque de viruta**

Los métodos más usuales en corte sin arranque de viruta son: Sinterizado, laminado, estampado, trefilado, fundición, extrusión, forja, doblado, embutido, etc.

▪ **Alternativa N°3: Corte por deformación**

Para este caso en particular, se plantea la posibilidad de realizar el corte mediante la inserción de una cuchilla hasta lograr el corte por deformación del mismo. En dicho proceso el caño se deforma y disminuye el espesor progresivamente hasta lograr el corte completo.

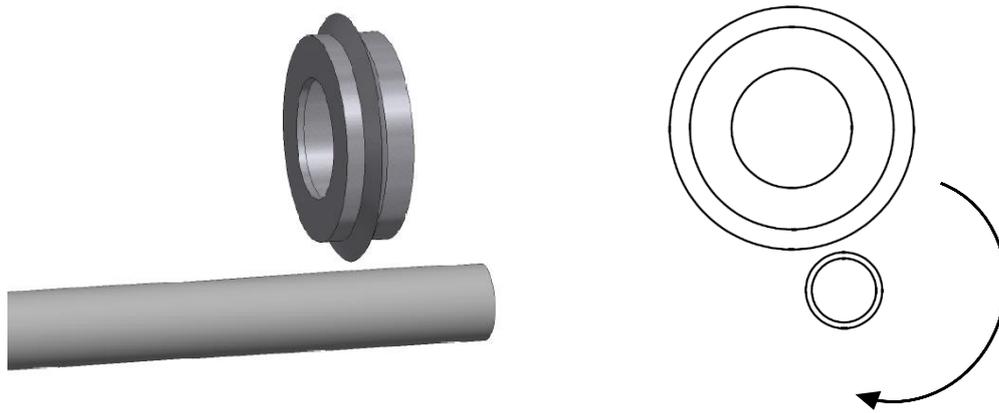


Figura 2-49. Boceto cuchilla junto al caño.

Para poder realizar este tipo de corte, se debe tener en cuenta que el caño no puede girar ya que éste proviene de la bobina, por lo cual la cuchilla es la encargada de otorgar el movimiento de corte. Para ello se requiere de un cabezal giratorio que se encargue de imprimir la velocidad de corte y a su vez, poder comandar el movimiento de acercamiento y penetración al caño.

Elección de alternativas

Para elegir la opción más indicada para el caso nuevamente se recurre a la utilización del método Scoring Ponderado.

| Características a evaluar | Puntaje | Peso del ítem | Alternativa N°1 | Alternativa N°2 | Alternativa N°3 |
|--------------------------------|---------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Generación de viruta | 7 | 0,21 | 2 | 0 | 7 |
| Cambio de herramienta de corte | 8 | 0,24 | 3 | 4 | 5 |

| | | | | | |
|---|----|------|------|-----|------|
| Adaptabilidad a caños de diferentes espesores | 6 | 0,18 | 4 | 6 | 4 |
| Simplicidad de construcción | 8 | 0,24 | 5 | 7 | 5 |
| Deformación del caño (Repujado) | 4 | 0,12 | 4 | 4 | 0 |
| Velocidad de corte | 8 | 0,24 | 6 | 4 | 7 |
| Puntaje total | 33 | 1,0 | 3,54 | 4,2 | 4,59 |

Alternativa N°1: Tronzado

Alternativa N°2: Aserrado

Alternativa N°3: Corte por deformación

Según las evaluaciones hechas y con la ayuda del método Scoring Ponderado, estoy en condiciones de afirmar que para mi proyecto la elección más conveniente es la alternativa N°3 (Corte por deformación), ya que obtuvo un puntaje de 4,59 frente a los 4,2 de la alternativa N°2 y 3,54 de la alternativa N°1.

La generación de viruta es una de las diferencias entre los métodos más tangible. Se le dio una importancia elevada, ya que generar viruta es una complicación para el corte si no es evacuada de manera correcta. Para evitar dicho inconveniente se requiere de un sistema dedicado exclusivamente a la evacuación de la misma, lo que conllevaría a una complicación y un costo mayor de la máquina.

Por otro lado, en cuanto a la adaptabilidad a caños de diferentes espesores y simplicidad de construcción la alternativa N°2 tiene ventaja respecto de las otras dos

alternativas. Debido a que la máquina está diseñada para espesores pequeños se le otorgó un puntaje bajo al ítem “Adaptabilidad a caños de diferentes espesores”, mientras que la “Simplicidad de construcción” tiene mayor importancia, debido a que influye sobre el costo de la máquina significativamente.

En cuanto a la velocidad de corte y el cambio de herramienta son factores que influyen directamente sobre la producción. Por este motivo se le concedió un puntaje elevado de 8 puntos.

2.2.1 Codificación de piezas

Al igual que las otras funciones primarias todos los componentes necesarios para la construcción del conjunto cabezal de corte se encuentran codificados, menos los elementos comerciales, los cuales se encuentran identificados con un número de ítem. En el final del trabajo se encuentran adjuntados los planos de fabricación de cada uno de los componentes con su respectivo código, así como también, una isometría explotada que presenta una visión general del dispositivo.

El primer término del codificado se mantiene en 01, indicando que se trata de la máquina debobinadora, enderezadora y cortadora de caños. Por otro lado, al sistema de corte se le asignó el número 2 para el segundo término.

2.2.2 Diseño mecánico

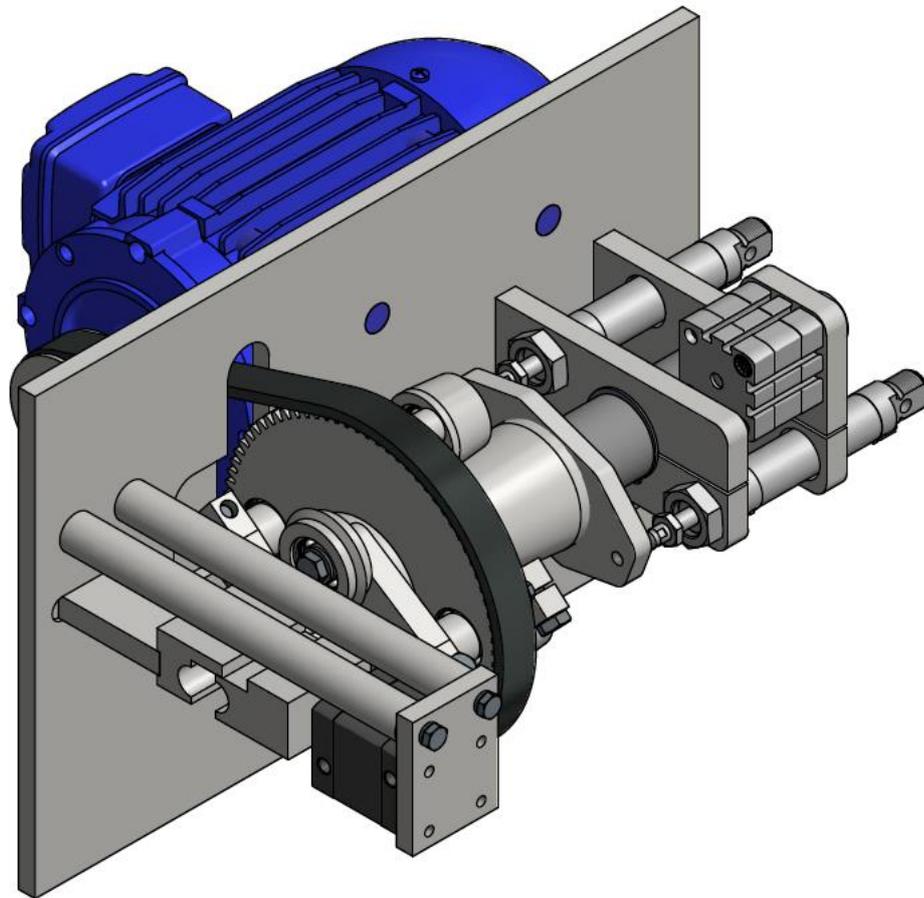


Figura 2-50. Sistema de corte.

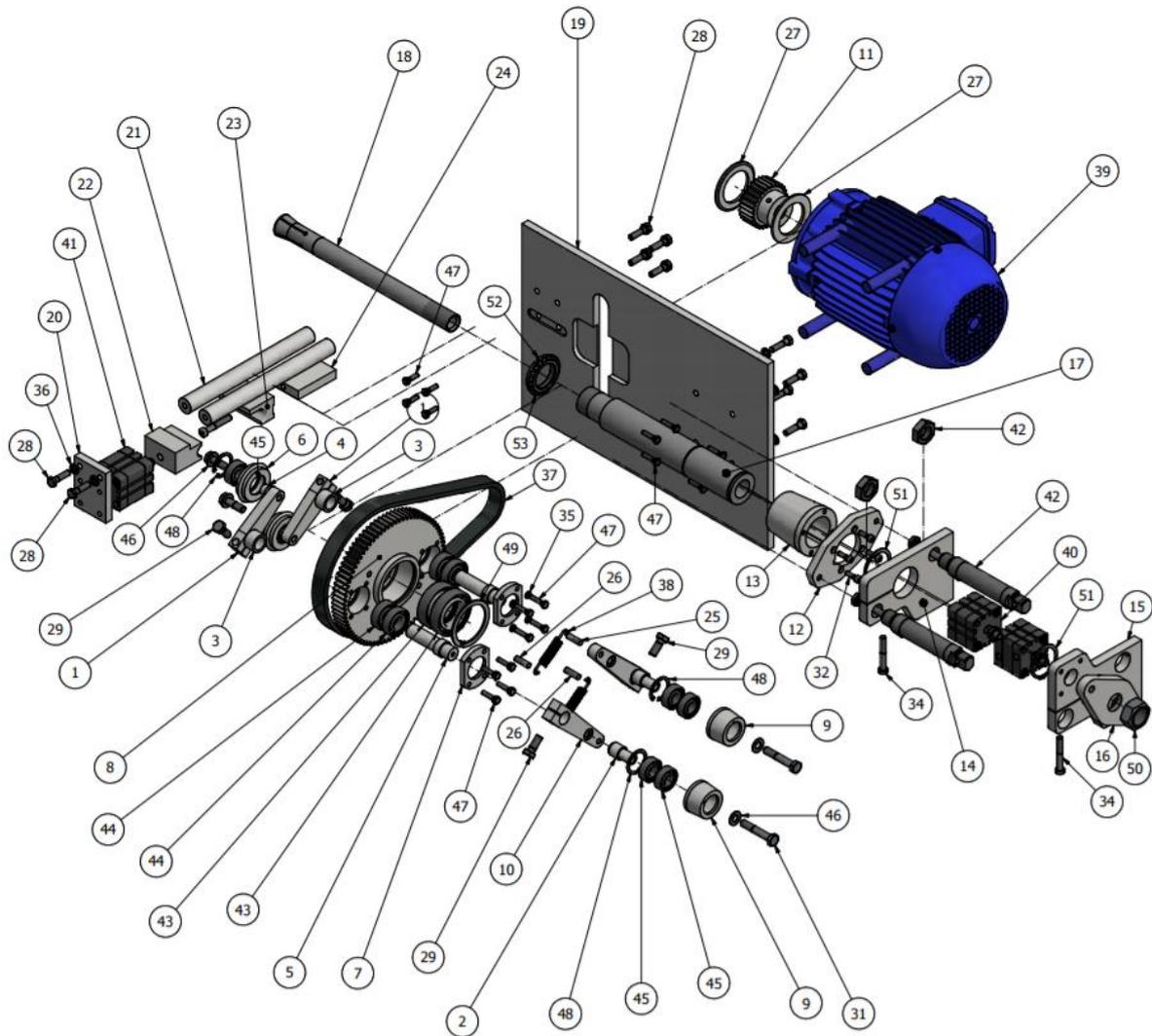


Figura 2-51 Isometría explotada del cabezal de corte.

| Ítem | Código | Cantidad | Componente |
|------|----------|----------|--------------------------|
| 1 | 01-02-01 | 2 | Brazo I |
| 2 | 01-02-02 | 2 | Separador rodillo cónico |
| 3 | 01-02-03 | 2 | Separador brazo de corte |
| 4 | 01-02-04 | 2 | Separador cuchilla |
| 5 | 01-02-05 | 2 | Eje brazo de corte |
| 6 | 01-02-06 | 2 | Cuchilla |
| 7 | 01-02-07 | 2 | Tapa de rodamientos |
| 8 | 01-02-08 | 1 | Disco cabezal |

| | | | |
|-------|-------------|-----|---|
| 9 | 01-02-09 | 2 | Cono de apoyo para corte |
| 10 | 01-02-10 | 2 | Brazo II |
| 11 | 01-02-11 | 1 | Engranaje motor |
| 12 | 01-02-12 | 1 | Soporte de apoyo corte |
| 13 | 01-02-13 | 1 | Cono mando de corte |
| 14 | 01-02-14 | 1 | Soporte cilindros accionamiento corte |
| 15 | 01-02-15 | 1 | Soporte cilindros aprisionamiento caño |
| 16 | 01-02-16 | 1 | Placa mando mordaza anterior |
| 17 | 01-02-17 | 1 | Eje |
| 18 | 01-02-18 | 1 | Eje sujeción caño anterior I |
| 18 | 01-02-18 | 1 | Eje sujeción caño anterior II |
| 19 | 01-02-19 | 1 | Placa soporte |
| 20 | 01-02-20 | 1 | Placa soporte mordazas sujeción caño |
| 21 | 01-02-21 | 2 | Cilindro soporte mordazas sujeción caño |
| 22 | 01-02-22 | 1 | Mordaza posterior superior |
| 23 | 01-02-23 | 1 | Mordaza posterior inferior |
| 24 | 01-02-24 | 1 | Soporte mordaza posterior inferior |
| 25/26 | 01-02-25/26 | 2/2 | Soporte resorte I/II |
| 27 | 01-02-27 | 2 | Arandela retención correa de motor |
| 28 | - | 10 | Tornillo cabeza hexagonal M8x1,25x30 |
| 29 | - | 4 | Tornillo cabeza hexagonal M10x1,5x25 |
| 30 | - | 2 | Tornillo cabeza hexagonal M10x1,5x33 |
| 31 | - | 2 | Tornillo cabeza hexagonal M10x1,5x56 |
| 32 | - | 4 | Tornillo Allen M6x1x20 |
| 33 | - | 1 | Tornillo Allen M8x1,25x35 |
| 34 | - | 2 | Tornillo Allen M8x1,25x50 |
| 35 | - | 8 | Arandela M6 |

| | | | |
|----|---|----|---|
| 36 | - | 10 | Arandela M8 |
| 37 | - | 1 | Correa dentada |
| 38 | - | 2 | Muelle |
| 39 | - | 1 | Motor |
| 40 | - | 2 | Cilindro neumático 2 |
| 41 | - | 1 | Cilindro neumático 3 |
| 42 | - | 2 | Cilindro neumático 1 |
| 43 | - | 2 | Rodamiento SKF 6008 |
| 44 | - | 4 | Rodamiento SKF 6004 |
| 45 | - | 6 | Rodamiento SKF 6202 |
| 46 | - | 4 | Arandela para rodamiento de cono |
| 47 | - | 8 | Tornillo cabeza hexagonal M6x1x25 |
| 48 | - | 4 | Anillo de seguridad para agujero \varnothing n:35 |
| 49 | - | 1 | Anillo de seguridad para agujero \varnothing n:68 |
| 50 | - | 1 | Tuerca M27x3 |
| 51 | - | 2 | Anillo de seguridad \varnothing n:47 |
| 52 | - | 1 | KM 8 |
| 53 | - | 1 | MB 8 |

Tabla 4. Componentes/piezas del cabezal de corte.

El cabezal de corte esta compuesto por varios sub-conjuntos encargados de realizar diferentes tareas. Por un lado el cabezal propiamente dicho, el cual es el encargado de otorgarle principalmente movimiento circular a las cuchillas, para que estas rueden sobre el caño a cortar sobre toda su periferia. Por otro lado, para aproximar las cuchillas y ejercer la fuerza normal al caño se dispone de un sistema basado en conos de arrastre. Y finalmente con el fin de obtener un corte preciso, es necesario sujetar el caño y para ello se diseñaron dos sistemas para la sujecion posterior y anterior.

2.2.2.1 Cabezal

Selección de motor:

Para analizar cuáles son las fuerzas involucradas en el cabezal se hace referencia al siguiente caso: imagínense que se desea realizar un surco con la misma cuchilla del diseño, pero sobre una placa plana. Para hacerlo es necesario ejercer dos fuerzas en distintas direcciones. Una es normal a la superficie y otra paralela a la placa. En nuestro caso, la fuerza normal a la superficie está dada por cilindros neumáticos (ítem 42), los cuales se calcularán más adelante. Mientras que la fuerza paralela a la placa, necesaria exclusivamente para vencer rozamientos, estará suministrada por la potencia del motor P_{β} , transmitida a través de la correa dentada al cabezal. Además de dicha energía necesaria para efectuar el corte, el motor debe ser capaz de hacer rotar el cabezal (P_{α}). Ambas potencias involucradas son calculadas de la siguiente manera:

- Cálculo de potencia P_{α} :

En la sección 2.2.2.2, que se encuentra posteriormente, se demostrará que la velocidad de giro del cabezal no altera significativamente la fuerza involucrada en el corte y se concluye que el cabezal debe girar aproximadamente a 600 r.p.m. Además, se determinó que el tiempo disponible para aplicar la energía rotacional será de 1 segundo. Para el cálculo se utilizó el momento de inercia, el cual fue obtenido a través del programa inventor como se muestra en la siguiente figura:



Figura 2-52. Momento de inercia obtenido de Inventor.

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.04 [s]} = 62,83 \left[\frac{r}{s} \right] \quad \text{XXIV}$$

$$E = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} 0.027982 [Kg m^2] \left(62,83 \left[\frac{r}{s} \right] \right)^2 = 55,23 \left[\frac{Kg m^2}{s^2} \right] = 55,23 [J] \quad \text{XXV}$$

$$P_\alpha = \frac{55,23 [J]}{1 [s]} = 55,23 [W] \quad \text{XXVI}$$

$$P_\alpha = 0,074 [HP] \quad \text{XXVII}$$

- Cálculo de potencia P_β :

Se realizó un ensayo en un torno convencional, donde se hizo girar un caño a 600 r.p.m. Luego en la torreta se colocó una cuchilla de corte y se realizó un corte. Mientras tanto se observó la variación de corriente del motor principal y se determinó que la misma fue de 0.1 A. Dicho ensayo se explicará más detalladamente en la sección 2.2.2.2 “Conos de arrastre”. Con el valor de la variación de la corriente se calcula la potencia de la siguiente manera:

$$P_\beta = V \cdot I = 380 [V] 0,1 [A] = 38 [W] = 0,05 [HP] \quad \text{XXVIII}$$

Como se puede observar en la ecuación XXXIV, la potencia consumida por el rozamiento de las cuchillas con el caño es casi despreciable.

Finalmente, la potencia que deberá entregar el motor será la suma de las potencias calculadas anteriormente, a la cual a su vez se le aplicará un coeficiente de seguridad de 2,5.

$$P_{total} = (P_\alpha + P_\beta) \cdot C_s = (0,05 [HP] + 0,074 [HP]) 2,5 = 0,31 [HP] \quad \text{XXIX}$$

Con todos estos datos, se escoge un motor trifásico de 4 polos de 1500 r.p.m., con una reducción tal que el cabezal gire a aproximadamente 600 r.p.m. de 0,5 H.P., siendo el inmediato superior encontrado en el mercado.

Selección de transmisión de potencia del motor al cabezal:

Se escogió realizar la transmisión de la potencia a través de una correa. Para ello se tuvieron en cuenta los siguientes conceptos:

Los sistemas de transmisión de poleas y correas se emplean para transmitir la potencia mecánica proporcionada por un motor entre dos ejes separados entre sí a una cierta distancia. Éstas son cintas cerradas de cuero y otros materiales que se emplean para transmitir movimiento de rotación entre dos ejes generalmente paralelos. Hay diferentes tipos de correas:

- Planas
- Redondas
- En “V”
- Dentadas o de sincronización

A continuación, se describen algunos tipos de correas, nombrando sus ventajas y desventajas.

Correas planas:

- Silenciosas. Absorben más vibración que las bandas en “V” o engranajes.
- Eficientes a altas velocidades.
- Transmiten grandes cantidades de potencia a lo largo de grandes distancias.

Correas en “V”:

- Son menos eficientes que las planas.
- El efecto cuña favorece el uso de correas aplicadas a poleas con reducida distancia entre sus centros, y grandes diferencias entre los diámetros.
- Se emplean varias en una sola polea.

Correas dentadas o de sincronismo:

- No se estiran ni deslizan. Transmiten potencia con una relación constante de velocidad angular.
- No necesitan tensión inicial.

- Tienen dientes que entran en ranuras formadas en la rueda dentada.
- No tienen restricción de velocidades.
- Son más costosas.

Dado que se quiere asegurar la velocidad angular de giro del cabezal, descartando deslizamiento, se escoge una correa sincrónica, a pesar de que sea más costosa y la selección de la misma se realiza de la siguiente manera:

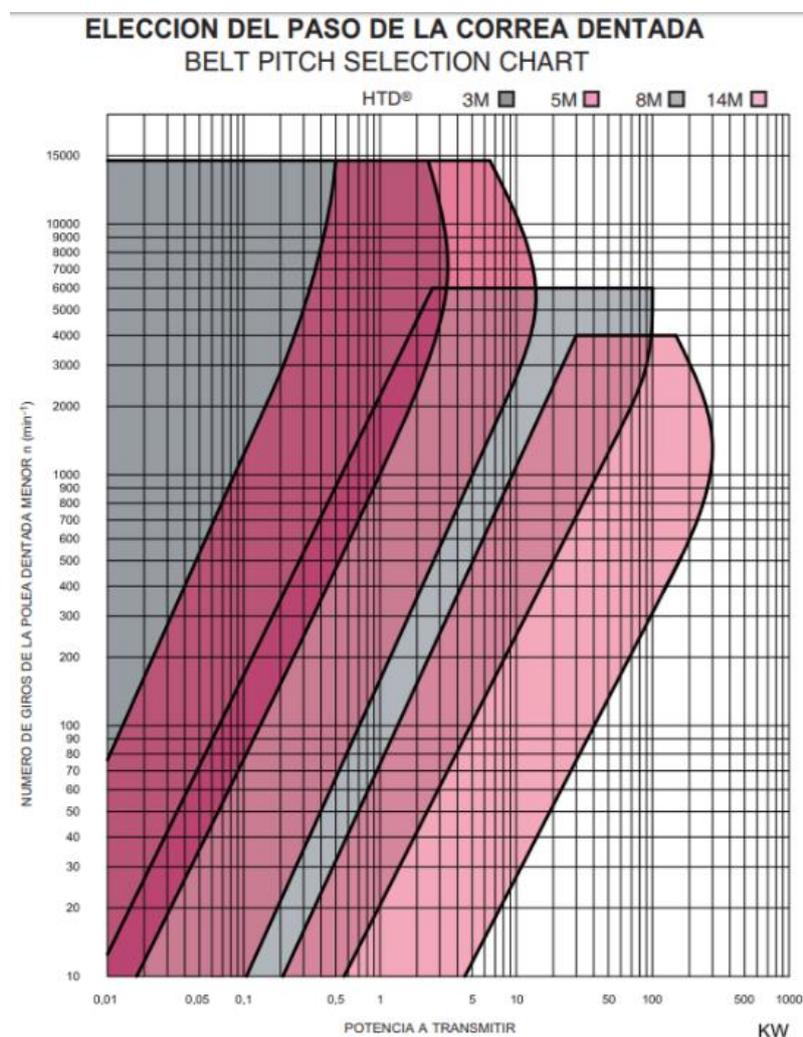


Figura 2-53. Numero de R.P.M. de la polea menor vs Potencia del motor.

La Figura 2-53 muestra un gráfico de doble entrada donde a través del conocimiento de la potencia del motor (0,5HP) y de las revoluciones por minuto de la polea dentada chica (1500 R.P.M.) se escoge el tipo de correa: 8M.

Luego en la Figura 2-54 se determina cual es el mínimo diámetro primitivo de la polea chica admisible para el tipo de correa seleccionada previamente, el cual es: 50,9mm.

| LINEAR BELT | cables paralelos | | | | | | LINEAR BELT | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------------------------------|---------|--------|-----------|-------------------------|-----------------------------|-------------|------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------|--|---|--|---|-----------------------|-------------------------|
| | Tipo | Paso mm | Paso " | Grosor mm | Diám. mínimo Nº dientes | Diám. mínimo (primitivo) mm | Diám mínimo | Contraflexión mm | Ancho máximo mm | Long. Rollo m (NT,NB y NTB 60 mts) | Carga Rotura N/25mm | Tensión trabajo máx. recomendada CABLES - ABIERTA N/25mm | Tensión trabajo máx. recomendada DIENTES - ABIERTA N/25mm | Tensión trabajo máx. recomendada CABLES - EMPALMADA N/25mm | Tensión trabajo máx. recomendada DIENTES - EMPALMADA N/25mm | Peso Especifico Kg/m2 | Rigidez Especifica N/mm |
| | T2,5 | 2,5 | - | 1,3 | 12 | 9,5 | 15 | | | | | | | | | | |
| | T5 | 5 | - | 2,2 | 10 | 15,9 | 30 | 100 | 100 | 3.250 | 825 | 880 | 625 | 660 | 2,15 | 8.400 | |
| | T5K | 5 | - | 2,2 | 10 | 15,9 | 30 | 100 | 100 | 6.095 | 825 | 880 | 625 | 660 | 2,00 | 9.155 | |
| | T10 | 10 | - | 4,5 | 16 | 50,9 | 80 | 150 | 100 | 6.675 | 1.670 | 1.665 | 1.090 | 1.250 | 4,30 | 15.755 | |
| | T10K | 10 | - | 4,5 | 16 | 50,9 | 80 | 150 | 100 | 8.145 | 1.670 | 1.665 | 1.090 | 1.250 | 3,60 | 10.635 | |
| | T10HF | 10 | - | 4,5 | 12 | 38,2 | 60 | 150 | 100 | 10.235 | 2.560 | 1.665 | 1.290 | 1.250 | 4,60 | 23.400 | |
| | T10XW | 10 | - | 4,5 | 16 | 50,9 | 80 | 450 | 60 | 3.695 | 925 | 1.665 | 515 | 1.250 | 3,75 | 5.300 | |
| | T20 | 20 | - | 8,0 | 15 | 95,5 | 120 | 150 | 50 | 13.435 | 3.360 | 3.135 | 1.695 | 2.345 | 7,35 | 37.410 | |
| | T20K | 20 | - | 8,0 | 15 | 95,5 | 120 | 150 | 50 | 16.010 | 3.360 | 3.135 | 1.695 | 2.345 | 6,00 | 17.500 | |
| | T2,5 Solo disponible en Flex Belt | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | AT5 | 5 | - | 2,7 | 15 | 23,9 | 60 | 100 | 100 | 6.450 | 1.625 | 1.270 | 1.005 | 965 | 3,30 | 17.605 | |
| | AT5K | 5 | - | 2,7 | 15 | 23,9 | 60 | 100 | 100 | 8.095 | 1.625 | 1.270 | 1.005 | 965 | 3,0 | 14.000 | |
| | AT10 | 10 | - | 4,5 | 18 | 57,3 | 120 | 150 | 100 | 13.435 | 3.360 | 2.565 | 1.695 | 1.930 | 5,6 | 37.410 | |
| | AT10K | 10 | - | 4,5 | 18 | 57,3 | 120 | 150 | 100 | 16.010 | 3.360 | 2.565 | 1.695 | 1.930 | 4,2 | 17.500 | |
| | AT20 | 20 | - | 8,0 | 18 | 114,6 | 180 | 150 | 50 | 22.955 | 5.740 | 5.345 | 2.870 | 4.010 | 10,0 | 58.600 | |
| | AT20K | 20 | - | 8,0 | 18 | 114,6 | 180 | 150 | 50 | 20.683 | 5.740 | 5.345 | 2.870 | 4.010 | 7,3 | 17.500 | |
| | ATL5 | 5 | - | 2,7 | 15 | 23,9 | 60 | 50 | 100 | 10.235 | 2.560 | 1.270 | 1.005 | 965 | 3,6 | 23.400 | |
| | ATL10 | 10 | - | 4,5 | 25 | 79,6 | 150 | 150 | 100 | 22.955 | 5.740 | 2.565 | 1.695 | 1.930 | 6,7 | 58.600 | |
| | ATL10HF | 10 | - | 4,5 | 20 | 63,7 | 130 | 150 | 100 | 24.020 | 6.005 | 2.565 | 1.695 | 1.930 | 6,9 | 50.790 | |
| | ATL20 | 20 | - | 8,0 | 30 | 191,0 | 250 | 150 | 50 | 30.760 | 7.690 | 5.345 | 3.845 | 4.010 | 10,9 | 77.050 | |
| | 5M | 5 | - | 3,6 | 14 | 22,3 | 60 | 50 | 100 | 10.235 | 2.560 | 1.010 | 1.290 | 705 | 4,1 | 23.400 | |
| | 5MK | 5 | - | 3,6 | 14 | 22,3 | 60 | 50 | 100 | 8.900 | 2.560 | 1.010 | 1.290 | 705 | 3,0 | 10.635 | |
| | 8M | 8 | - | 5,6 | 20 | 50,9 | 120 | 150 | 100 | 13.435 | 3.360 | 1.865 | 1.695 | 1.185 | 5,9 | 37.410 | |
| | 8MK | 8 | - | 5,6 | 20 | 50,9 | 120 | 150 | 100 | 16.010 | 3.360 | 1.865 | 1.695 | 1.185 | 4,7 | 17.500 | |
| | 14M | 14 | - | 10,0 | 28 | 124,8 | 200 | 170 | 50 | 19.890 | 4.970 | 3.450 | 2.870 | 2.000 | 10,7 | 51.560 | |
| | 14MK | 14 | - | 10,0 | 28 | 124,8 | 200 | 170 | 50 | 17.925 | 4.970 | 3.450 | 2.870 | 2.000 | 8,4 | 15.150 | |
| | 14ML | 14 | - | 10,0 | 43 | 191,6 | 250 | 170 | 50 | 34.040 | 8.510 | 3.450 | - | - | 12,3 | 77.050 | |

Figura 2-54. Diámetro primitivo mínimo.

Unificando todos los datos se obtienen las siguientes características de poleas:

| | Polea Pequeña | Polea Grande |
|-----------------------|---------------|--------------|
| Diámetro primitivo | 71,3 | 203,72 |
| Z (número de dientes) | 28 | 80 |
| R.P.M. | 1500 | 525 |

2.2.2.2 Conos de arrastre

El movimiento de cierre de las cuchillas de corte, se realiza a través de un sistema de conos de arrastre y brazos, como se puede observar en la Figura 2-55. Consiste en mover axialmente una pieza cónica (cono mando de corte, ítem 13) que produzca la apertura (radial) de los conos de arrastre (Ítems 9). A su vez, dichas piezas se encuentran solidarios a un conjunto brazos-eje-brazo fijo que finalmente produce el cierre o apertura de las cuchillas de corte, dependiendo de la dirección axial del cono de mando.

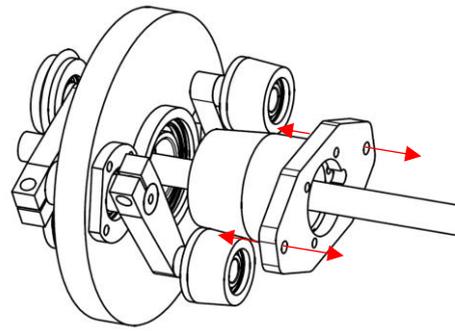


Figura 2-55

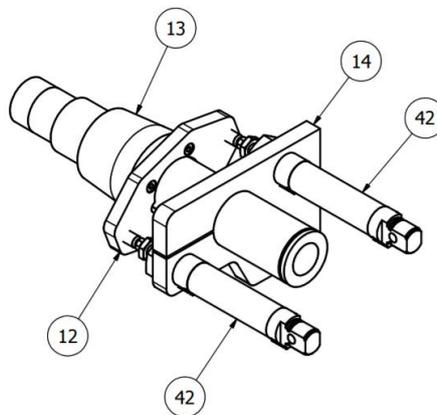


Figura 2-56. Conjunto sistema de accionamiento para corte.

Con el objetivo de determinar cuál es la fuerza normal necesaria para lograr el corte del caño de aluminio, se diseñó y construyó un dispositivo de medición directa, basado en la ley de Hooke mediante la utilización de un muelle.

El dispositivo está compuesto por los siguientes componentes:

| Ítem | Cantidad | Componente |
|------|----------|-------------------|
| 1 | 1 | Soporte principal |
| 2 | 1 | Vástago |

| | | |
|---|---|----------------|
| 3 | 1 | Espina |
| 4 | 1 | Cuchilla |
| 5 | 1 | Perno |
| 6 | 2 | Tuerca M8x1,25 |
| 7 | 2 | Arandela |
| 8 | 1 | Muelle |

Tabla 5. Componente del dispositivo de medición de fuerza.

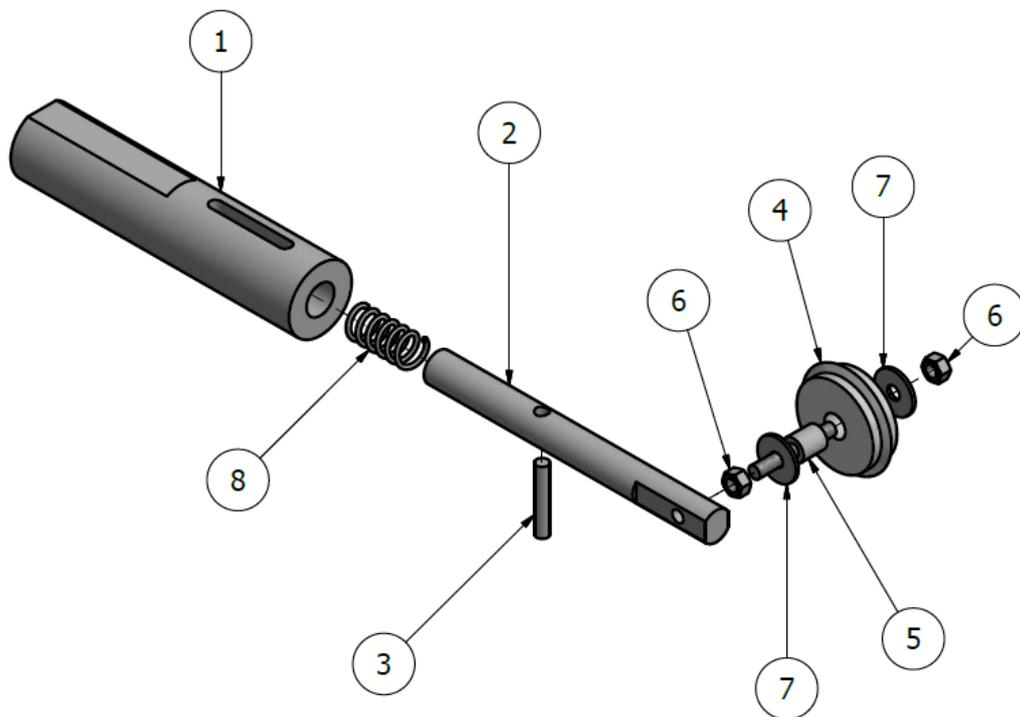


Figura 2-57. Isometría explotada del dispositivo de medición de fuerza.

A la inversa del diseño, en el ensayo el elemento que brinda el movimiento rotacional para efectuar el corte será el caño y no la cuchilla. El dispositivo se monta sobre la torreta de un torno convencional, mientras que el caño se sujetará en las mordazas del plato giratorio.

El soporte principal (1) en uno de sus extremos posee dos planos paralelos para la sujeción en la torreta del torno. A su vez, éste posee un agujero sobre el eje en el cual se

alojará el muelle (8) y el vástago (2). Este último, en su otro extremo posee un plano, como se observa en la Figura 2-57, para poder montar el perno junto con la cuchilla.

La espina (3) cumple dos funciones. Una es restringir el giro del vástago con respecto al soporte principal, y la otra es tener una referencia para medir la compresión del resorte.

El ajuste entre el perno (5) y la cuchilla (4) es deslizante, lo que permite la rotación libre de la cuchilla.

La selección del resorte para realizar el ensayo no es sencilla. La constante del resorte debe ser tal que permita medir con la mejor precisión posible el desplazamiento. La mayor certeza de la medición será aquella en la cual el desplazamiento sea el máximo posible. Para ello se estima un valor de la magnitud de la fuerza y se calcula la constante, sabiendo que la variación de longitud del resorte está limitada por el dispositivo.

$$F = k \cdot \Delta x \quad \text{XXX}$$

$$k = \frac{F}{\Delta x} \quad \text{XXXI}$$

$$k = \frac{200N}{50mm} = 4 \frac{N}{mm}$$

A disposición se tienen varios resortes de los cuales su “k” es desconocido. Por dicho motivo se procede a investigar cuáles son sus constantes y se elige el más cercano al valor 4. Para eso se comprimieron los mismos y se midió la fuerza realizada varias veces con distintos Δx .



Figura 2-58. Medición de cte. “K”.



Figura 2-59. Resortes disponibles.

El resultado mas cercano fue $K=5,36$ dado por una fuerza de 53.6 Kg y un desplazamiento de 10mm.

Finalmente se realizó el ensayo a distintas rpm de plato combinando las palancas mostradas en la Figura 2-60 y se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 6:

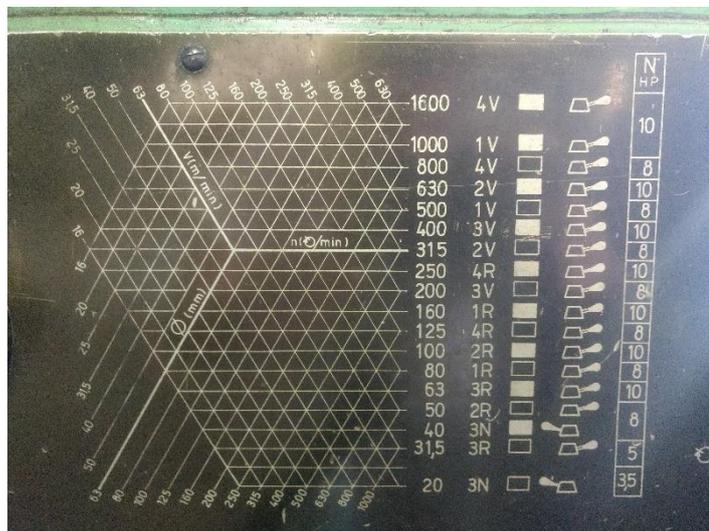


Figura 2-60. Disposición de velocidades en torno convencional.

| | 800 RPM | 1600 RPM |
|--------|---|---|
| Fuerza | Δx (Desplazamiento) = 4,2 mm → $F = 5,36 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}} * 4,2\text{mm} = 22,515 \text{ Kg}$ | Δx (Desplazamiento) = 4,3 mm → $F = 5,36 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}} * 4,3\text{mm} = 23,048 \text{ Kg}$ |

Tabla 6. Calculo de fuerza de corte según ensayo.

Además, a partir de dicho ensayo, se obtuvo cual es la deformación plástica producida debido al corte. Para poder observarla con claridad se utilizó un proyector de perfiles y se cuantificó el alto del pico obtenido, como se puede observar en la Figura 2-61 y la Figura 2-62.



Figura 2-62. Fotografía de la deformación del caño.



Figura 2-61. Valor cuantificado promedio de desviación del caño.

Dicha protuberancia es admisible para la aplicación que tiene la máquina.

Partiendo de la fuerza de corte calculada previamente en la Tabla 6, se calcula cual es la fuerza necesaria a realizar en el cono de mando para producir el corte del caño de la siguiente manera:

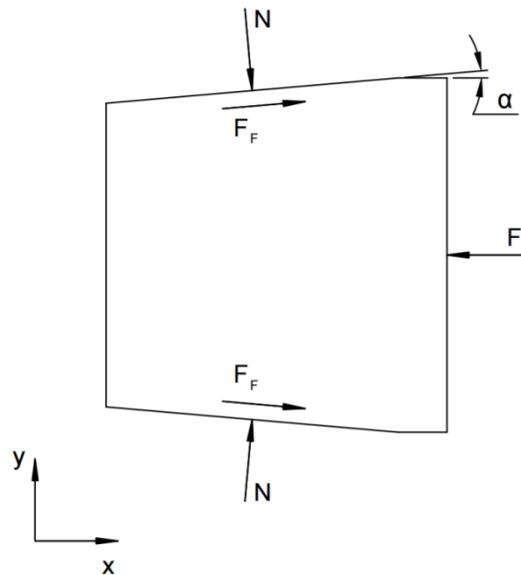


Figura 2-63. Diagrama de cuerpo aislado del cono de mando de corte.

$$\sum F_x = -F + 2 * F_f * \cos(\alpha) + 2 * N * \text{sen}(\alpha) = 0 \quad \text{XXXII}$$

$$F = 2 * [F_f * \cos(\alpha) + N * \text{sen}(\alpha)] \quad \text{XXXIII}$$

$$\frac{F}{2} = F_f * \cos(\alpha) + N * \text{sen}(\alpha) \quad \text{XXXIV}$$

$$N = \frac{F_c}{\cos(\alpha)} \wedge F_f = \mu * \frac{F_c}{\cos(\alpha)} \quad \text{XXXV}$$

$$\frac{F}{2} = \mu * \frac{F_c}{\cos(\alpha)} * \cos(\alpha) + \frac{F_c}{\cos(\alpha)} * \text{sen}(\alpha) \quad \text{XXXVI}$$

$$F = 2 * F_c * (\mu + \text{tg}(\alpha)) \quad \text{XXXVII}$$

$$F = 2 * 23Kg * (0,74 + \text{tg}(5^\circ)) = 38Kg \quad \text{XXXVII}$$

I

Finalmente, se obtiene que la fuerza necesaria para desplazar el cono de mando es de 38Kg. A dicho valor hay que adicionarle la fuerza necesaria para vencer los resortes (ítem 38) encargados de mantener en contacto los conos todo el tiempo. Por este motivo se considera un factor de seguridad que abarque además de lo nombrado previamente, cualquier imprevisto o factor que no se haya tenido en cuenta en el cálculo.

$$F = 38Kg * C_s = 38Kg * 1.5 = 57 Kg$$

XXXIX

Por cuestiones de simplicidad en el diseño, se optó por colocar dos cilindros neumáticos que sean los encargados de realizar dicha fuerza, dispuestos de manera simétrica. Por ende, la fuerza que deberán ser capaces de realizar cada uno de ellos será de 28,5 Kg

Así, se selecciona un cilindro DSNU-25-50-PPV-A (de la reconocida marca Festo [3], Figura 2-64) de 25 mm de diámetro de embolo y 50mm de recorrido, suficiente para lograr el desplazamiento necesario de las cuchillas y realizar una fuerza teórica en avance de 294,5N y 247,4 N en retroceso para 6 bar de presión de aire.

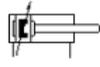
cilindro normalizado
DSNU-25-50-PPV-A
Número de artículo: 19246

★ Gama básica

según DIN ISO 6432 para detección sin contacto. Diferentes posibilidades de fijación, con y sin elementos de sujeción adicionales. Con amortiguación de fin de carrera regulable.



FESTO



[Condiciones de servicio generales](#)

[Hoja de datos](#)

Hoja de datos

| Característica | Valor |
|---|---|
| Fecha de envío | → Indicación |
| Carrera | 50 mm |
| Diámetro del émbolo | 25 mm |
| Rosca del vástago | M10x1.25 |
| Amortiguación | PPV: amortiguación neumática regulable a ambos lados |
| Posición de montaje | indistinto |
| Corresponde a la norma | CETOP RP 52 P ISO 6432 |
| Extremo del vástago | Rosca exterior |
| Construcción | Émbolo Vástago Camisa del cilindro |
| Detección de la posición | para sensores de proximidad |
| Variantes | vástago simple |
| Presión de funcionamiento | 1 ... 10 bar |
| Modo de funcionamiento | de doble efecto |
| Fluido | Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4.4] |
| Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando | Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento) |
| Clase de resistencia a la corrosión KBK | 2 - riesgo de corrosión moderado |
| Temperatura ambiente | -20 ... 80 °C |
| Clasificación marítima | véase el certificado |
| Energía del impacto en las posiciones finales | 0.3 J |
| Carrera de amortiguación | 17 mm |
| Fuerza teórica con 6 bar, retroceso | 247.4 N |
| Fuerza teórica con 6 bar, avance | 294.5 N |
| Masa móvil con carrera de 0 mm | 71 g |
| Peso adicional por 10 mm de carrera | 11 g |
| Peso básico con carrera de 0 mm | 238 g |
| Masa adicional por 10 mm de carrera | 6 g |
| Tipo de fijación | con accesorios |
| Conexión neumática | G1/8 |
| Indicación sobre el material | Conforme con RoHS |
| Material de la culata | Aleación forjable de aluminio Anodizado incoloro |
| Material de las juntas | NBR TPE-U(PU) |
| Material del vástago | Acero inoxidable de aleación fina |
| Material de la camisa del cilindro | Acero inoxidable de aleación fina |

Figura 2-64. Hoja de datos de cilindro neumático DSNU-25-50-PPV-A.

2.2.2.3 Mordazas de sujecion

Sujeción posterior al cabezal:

La sujeción posterior al cabezal del caño tiene como principales elementos una mordaza fija (item 23) y una mordaza móvil (item 22) como se puede observar en la Figura 2-65.

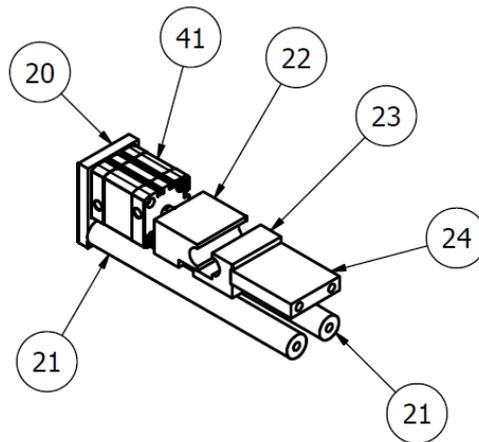


Figura 2-65. Conjunto mordaza posterior.

El sistema consiste en hacer presión sobre el caño de manera tal que la fricción sea capaz de inmovilizar al mismo, pero a su vez garantizar que no haya deformación plástica en el caño, y por ende no variar su geometría. En la Figura 2-66 se muestra la mordaza posterior inferior la cual es fija, montada sobre el item 24 (soporte de mordaza). El caño es empujado a través del sistema de tracción (no está incluido en el proyecto) hacia la mordaza, que con el fin de garantizar el correcto ingreso del mismo posee un radio de entrada.

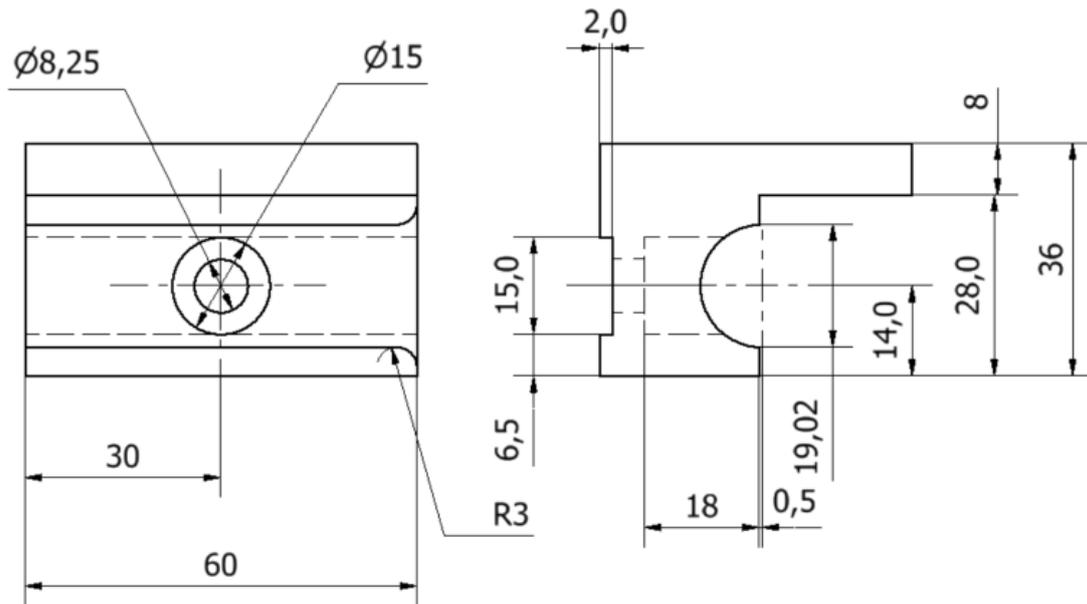


Figura 2-66. Mordaza posterior inferior.

Enfrentado con la mordaza nombrada anteriormente, se encuentra la mordaza posterior superior. Ésta tiene la característica de ser móvil, impulsada por un cilindro neumático (Figura 2-67).

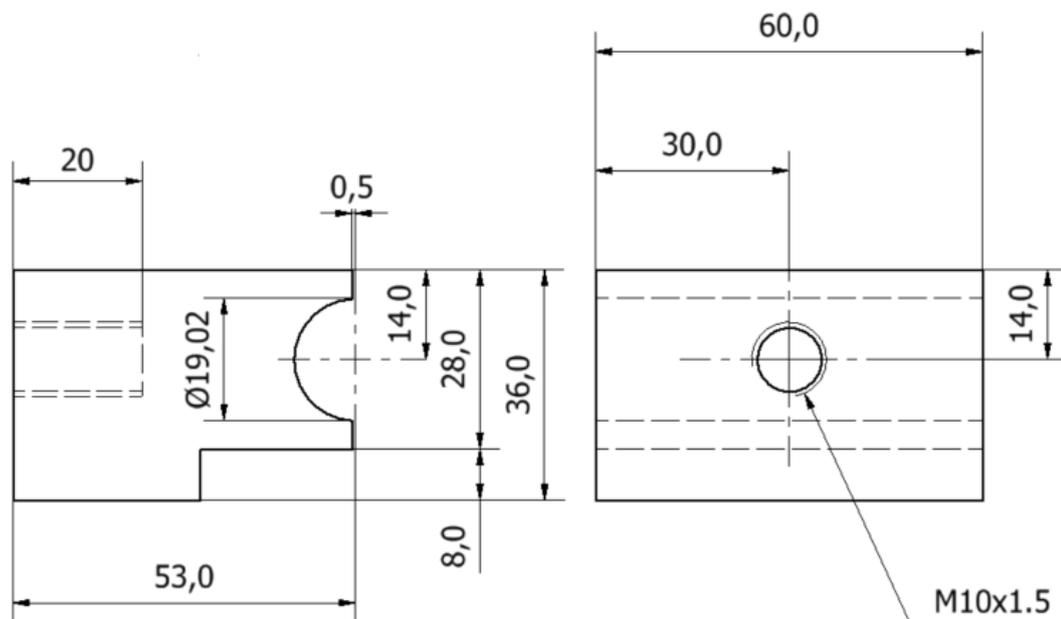


Figura 2-67. Mordaza posterior superior.

Como se puede observar en la Figura 2-66 y Figura 2-67 hay una diferencia de 0.5mm entre el eje del caño a cortar y el plano que hace de tope entre las mordazas. Esta diferencia es la que produce que el caño se comprima elásticamente, restringiendo su movimiento. En total entre las dos mordazas se tiene una interferencia de 1mm.

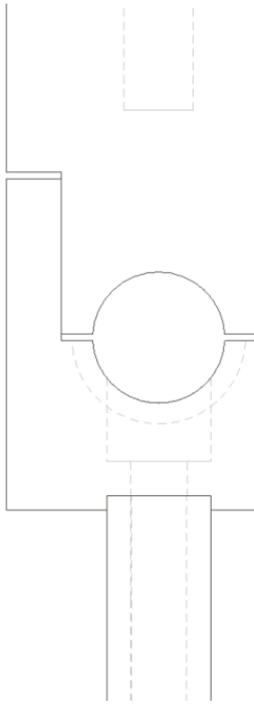


Figura 2-68. Mordazas sin interferencia.

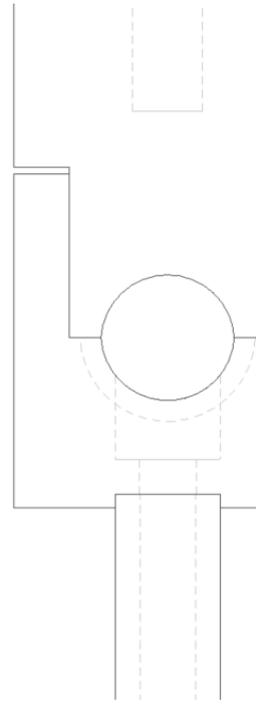


Figura 2-69. Mordazas cerradas con interferencia.

Para seleccionar el cilindro adecuado es necesario conocer cuál es la presión máxima que se puede realizar sobre el caño sin producir una deformación permanente sobre el mismo. Para ello se realizó el siguiente ensayo:

Sobre un taladro de banco se colocó por encima y por debajo de un tramo de caño de aluminio de 130mm de largo un apoyo plano. A su vez también se utilizó un dispositivo capaz de medir la presión realizada como se puede observar en la Figura 2-70.



Figura 2-70 Medición de aplastamiento.

Luego se fue ejerciendo presión hasta que el caño de aluminio se deforma plásticamente. Como resultado de dicho ensayo se obtuvo que la fuerza máxima admisible de aplastamiento sin deformación plástica es de 120 Kg.

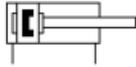
En el ensayo la carga sobre el caño es lineal, mientras que en el proyecto la carga sobre el caño se ve distribuida sobre el perímetro del mismo, debido a la geometría de las mordazas. Se selecciona el cilindro neumático provisto por Festo [3]: ADN-40-5-A-P-A. El cual posee una fuerza máxima en la carrera de avance de 75.4 Kg para 6 bar de presión de aire, garantizando la no deformación permanente del caño durante la sujeción del mismo.

cilindro compacto ADN-40-5-A-P-A

Número de artículo: 536289

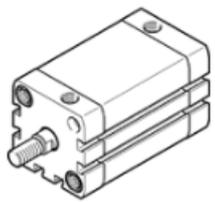
★ Gama básica

según ISO 21287, para la detección de posiciones, con rosca exterior en el vástago.

[Condiciones de servicio generales](#)

[Hoja de datos](#)



Hoja de datos

| Característica | Valor |
|---|---|
| Fecha de envío | → Indicación |
| Carrera | 5 mm |
| Diámetro del émbolo | 40 mm |
| Rosca del vástago | M10x1,25 |
| Amortiguación | P: amortiguación por tope elástico/placa a ambos lados |
| Posición de montaje | indistinto |
| Corresponde a la norma | ISO 21287 |
| Extremo del vástago | Rosca exterior |
| Detección de la posición | para sensores de proximidad |
| Variantes | vástago simple |
| Presión de funcionamiento | 0,6 ... 10 bar |
| Modo de funcionamiento | de doble efecto |
| Fluido | Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4] |
| Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando | Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento) |
| Clase de resistencia a la corrosión KBK | 2 - riesgo de corrosión moderado |
| Temperatura ambiente | -20 ... 80 °C |
| Energía del impacto en las posiciones finales | 0,7 J |
| Fuerza teórica con 6 bar, retroceso | 686 N |
| Fuerza teórica con 6 bar, avance | 754 N |
| Masa móvil con carrera de 0 mm | 80 g |
| Peso adicional por 10 mm de carrera | 37 g |
| Peso básico con carrera de 0 mm | 346 g |
| Masa adicional por 10 mm de carrera | 9 g |
| Tipo de fijación | a elegir: con taladro pasante con rosca interior con accesorios |
| Conexión neumática | G1/8 |
| Indicación sobre el material | Conforme con RoHS |
| Material de la culata | Aluminio anodizado |
| Material de las juntas | TPE-U(PUR) |
| Material del vástago | Acero de aleación fina |
| Material de la camisa del cilindro | Aleación forjable de aluminio Anodizado deslizante |

Figura 2-71. Hoja de datos de cilindro neumático ADN-40-5-A-P-A.

Sujeción anterior al cabezal:

La sujeción del caño previo a las cuchillas de corte tiene una dificultad geométrica, tanto radial como longitudinal, dado que queda poco espacio entre el cabezal de corte y el caño. Además recordemos que el cabezal posee un movimiento rotacional. Por dichos motivos es muy complejo realizar un aprisionamiento del estilo de las mordazas posteriores, por lo que se planteo realizarlo por medio de una boquilla.

Para ello, se tomó como punto de partida un boquilla de una fresa convencional, para definir la geometría de la misma. Quedando la forma final como se observa en la Figura 2-72.

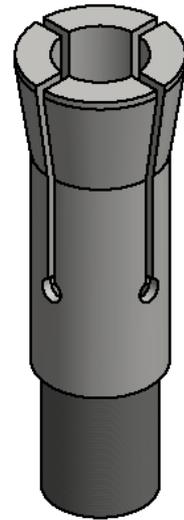


Figura 2-72.
Boquilla

Ésta misma posee cuatro tajos, que tienen como principal objetivo debilitar la pieza y permitir que la misma se pueda deformar lo suficiente para poder aprisionar el caño.

Se presentan las dos condiciones de la pieza:

Boquilla abierta:

Cuando la boquilla se encuentra abierta se debe asegurar que el caño a enderezar, en este caso de diámetro exterior 19,05mm, pueda pasar libremente sin marcar al mismo. Por lo que se plantea que haya un decimo de milímetro radial de juego entre caño y boquilla (Figura 2-73).

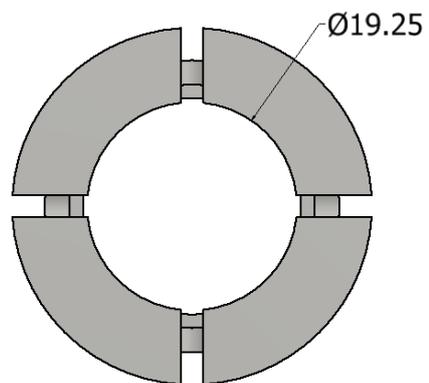


Figura 2-73. Boquilla abierta.

Boquilla cerrada:

Cuando la boquilla se encuentre cerrada (Figura 2-74), esta debe ser capaz de aprisionar el caño y no permitir movimiento axial, para lograr un corte limpio y correcto. Para ello se impuso que como mínimo debe haber aproximadamente un décimo de milímetro de interferencia, quedando un diametro interior final de 18.85mm.

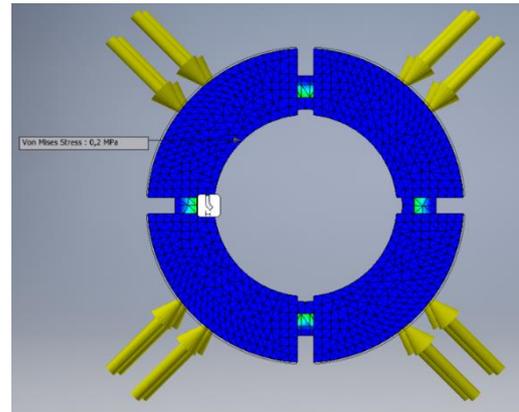


Figura 2-74. Boquilla cerrada.

Dado que esta pieza para cada corte se estará abriendo y cerrando, en cada ciclo va a estar sometida a flexión y sufrirá desgaste en la parte cónica debido a la fricción. Por este motivo se decidió hacer de un material templable (840° C Aceite) como el SAE4140, que permita luego de un revenido (650°C) alta tenacidad con muy buena resistencia. Además posee buena maquinabilidad, alta resistencia, buena tenacidad y baja soldabilidad.

Para obtener la flexión deseada, que garantice la interferencia planteada anteriormente, se calculó por medio de un análisis estático en el programa (Inventor) la presión necesaria P1=0,1 Mpa, la cual se traduce a través de las siguientes ecuaciones en una fuerza axial de 25,87N. Además se corroboró que la tensión máxima (Von Mises Stress=225,2 Mpa) no alcance la tensión de fluencia del material (810 Mpa).

$$\sin(8^\circ) = \frac{P_x}{P_1}$$

$$P_x = P_1 \sin(8^\circ) = 0,1 \left[\frac{N}{mm^2} \right] \sin(8^\circ) = 0,01391 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

$$F_{axial} = P_x * Area$$

$$F_{axial} = 0,01391 \left[\frac{N}{mm^2} \right] * (4 * 4.6475 [mm^2]) = 25,87 [N]$$

XL

XLI

XLII

XLIII

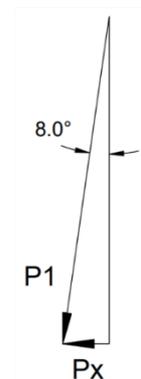


Figura 2-75. P1 (Presión normal) Px (Presión axial)

La fuerza axial se transmitirá a través de la pieza de la Figura 2-76 que posee una rosca interna en el extremo izquierdo para unir a la boquilla y otra rosca externa en el extremo derecho que permitirá regular la posición de la boquilla para garantizar el cierre óptimo.

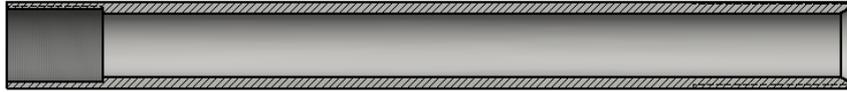


Figura 2-76. Extensión de boquilla.

En las figuras siguientes (Figura 2-77, Figura 2-78, Figura 2-79, Figura 2-80) se puede observar una vista de corte y un conjunto para poder entender con mayor claridad como es el funcionamiento del sistema explicado anteriormente.

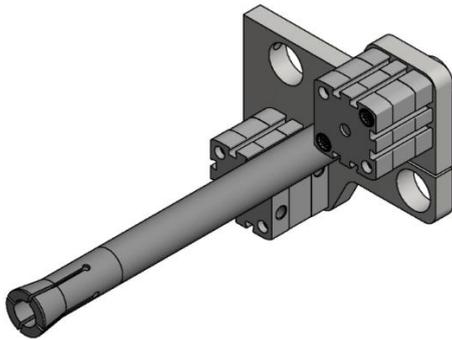


Figura 2-77 Boquilla con extensión y posición de cilindros neumáticos.

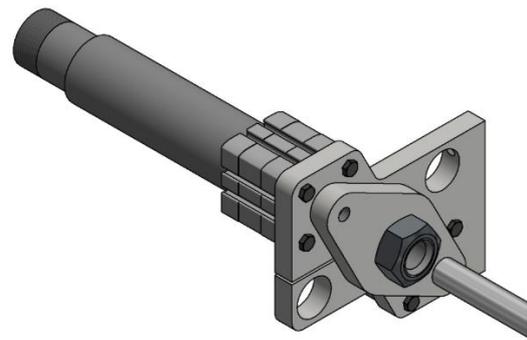


Figura 2-78. Entrada de caño a cortar.

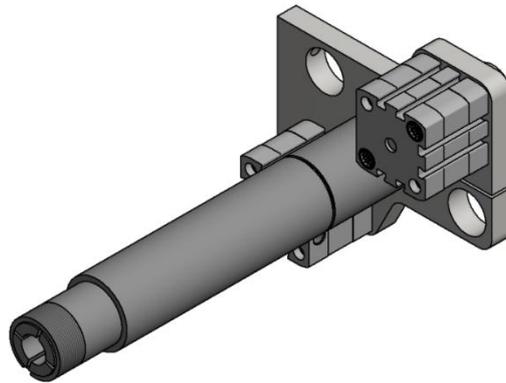


Figura 2-79. Vista conjunto de sistema de aprisionado anterior.

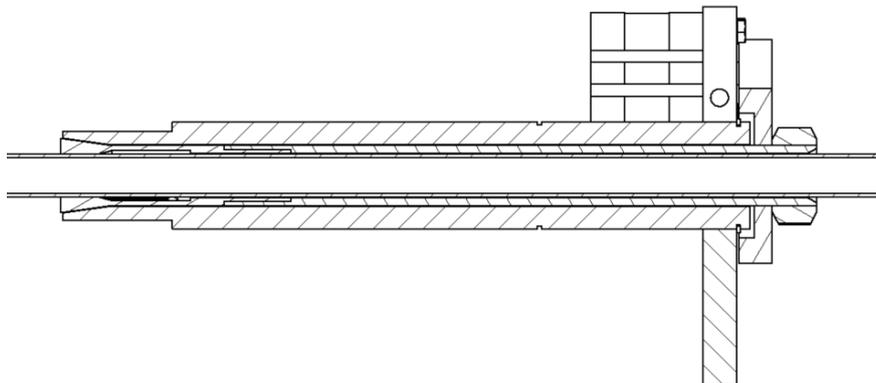


Figura 2-80 Corte longitudinal de sistema de aprisionado anterior.

Finalmente una vez obtenido la fuerza necesaria se procede a seleccionar los cilindros neumático necesarios. Son dos para mantener la simetría del diseño, siendo imposible colocar uno solo en el centro, pues pasa el caño por el mismo sitio. El diámetro mínimo de vastago que ofrece la marca Festo [3] es de 12mm. Considerando una presión de trabajo de

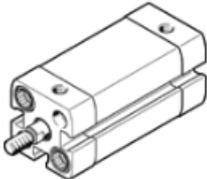
6 bar, según la hoja de datos del cilindro entrega 68N. Al ser dos cilindros se tiene una fuerza neta de 136N, suficientes para cerrar la boquilla.

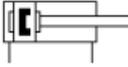
cilindro compacto ADN-12-5-A-P-A

Número de artículo: 536204

★ Gama básica

Con detección de posiciones y rosca externa del vástago



[PDF](#) Condiciones de servicio generales

[PDF](#) Hoja de datos

Hoja de datos

| Característica | Valor |
|---|---|
| Fecha de envío | → Indicación |
| Carrera | 5 mm |
| Diámetro del émbolo | 12 mm |
| Rosca del vástago | M5 |
| Amortiguación | P: amortiguación por tope elástico/placa a ambos lados |
| Posición de montaje | indistinto |
| Corresponde a la norma | ISO 21287 |
| Extremo del vástago | Rosca exterior |
| Detección de la posición | para sensores de proximidad |
| Variantes | vástago simple |
| Presión de funcionamiento | 1 ... 10 bar |
| Modo de funcionamiento | de doble efecto |
| Fluido | Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4] |
| Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando | Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento) |
| Clase de resistencia a la corrosión KBK | 2 - riesgo de corrosión moderado |
| Temperatura ambiente | -20 ... 80 °C |
| Energía del impacto en las posiciones finales | 0,07 J |
| Fuerza teórica con 6 bar, retroceso | 51 N |
| Fuerza teórica con 6 bar, avance | 68 N |
| Masa móvil con carrera de 0 mm | 9 g |
| Peso adicional por 10 mm de carrera | 12 g |
| Peso básico con carrera de 0 mm | 77 g |
| Masa adicional por 10 mm de carrera | 2 g |
| Tipo de fijación | a elegir: con taladro pasante con rosca interior con accesorios |
| Conexión neumática | M5 |
| Indicación sobre el material | Conforme con RoHS |
| Material de la culata | Aluminio anodizado |
| Material de las juntas | TPE-U(PUR) |
| Material del vástago | Acero de aleación fina |
| Material de la camisa del cilindro | Aleación forjable de aluminio Anodizado deslizante |

Figura 2-81. Hoja de datos de cilindro neumático ADN-12-5-A-P-A.

2.2.3 Funcionamiento y modo de operación

En primera instancia, el caño es alimentado por medio del sistema de tracción, no incluido en dicho proyecto, e ingresa por el eje principal (Figura 2-82). Luego, una vez en su posición final antes de efectuar el corte, el caño es sujeto por medio de mordazas, tanto por

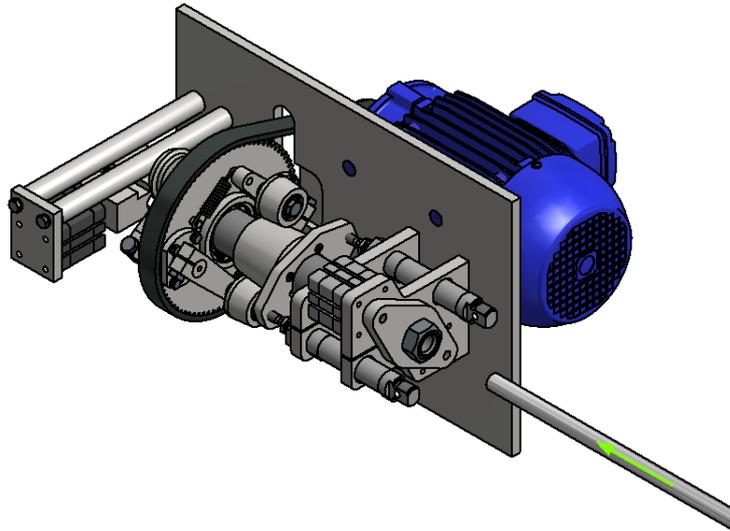


Figura 2-82 Ingreso del caño al cabezal de corte.

delante como por detrás de las cuchillas como se puede observar en la Figura 2-83 y la Figura 2-84 respectivamente. Ambas sujeciones son accionadas por medio de cilindros neumáticos (ítem 40 para la mordaza anterior e ítem 41 para las mordazas posteriores a la cuchilla), como fue explicado y calculado previamente.

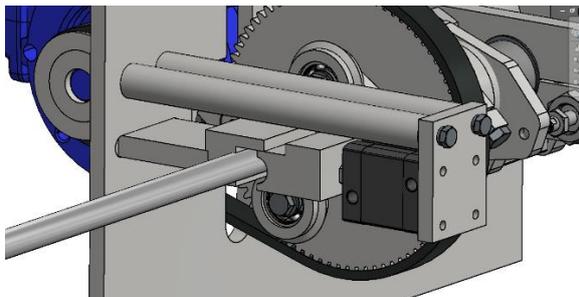


Figura 2-83 Mordazas posteriores abiertas

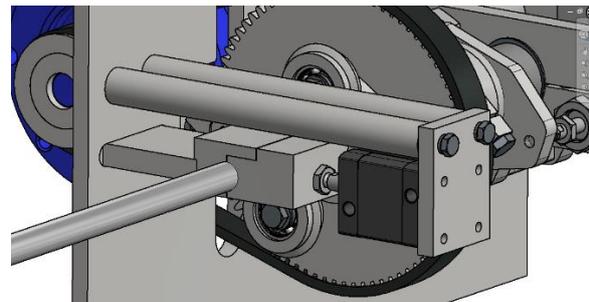


Figura 2-84 Mordazas posteriores cerradas

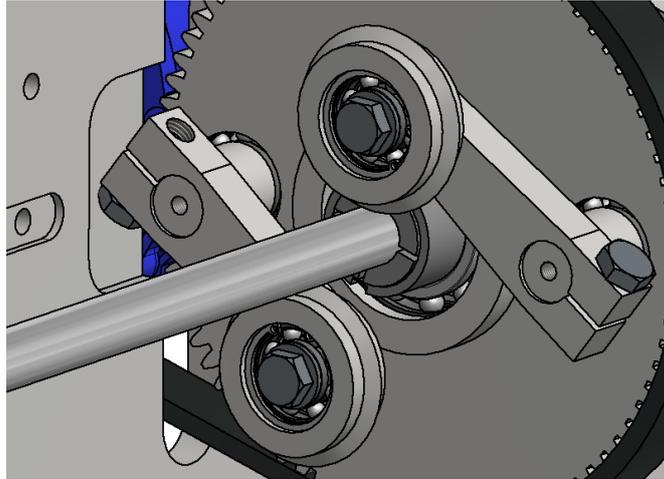


Figura 2-85 Mordaza anterior.

A posteriori se debe encender el motor para otorgarle a las cuchillas la velocidad de corte requerida.

Finalmente se accionan los cilindros neumáticos (Ítems 42) que se encargan de dar comienzo al avance de las cuchillas sobre el caño. De esta manera el cono de mando de corte (ítem 13) comienza a avanzar, provocando consecuentemente la apertura de los conos de apoyo (ítem 9) y por ende el cierre de las cuchillas. Una vez alcanzado el corte del caño se acciona la carrera de retroceso de los cilindros distanciando las cuchillas del caño y permitiendo que este pueda retirarse.

2.2.4 Planos de conjunto y ejecución

Todos los planos de fabricación, junto con los planos de ejecución se encuentran adjuntados al final del trabajo.

2.3 Sistema de enderezado

Estudio de alternativas

Según la investigación de mercado realizada, el proceso de enderezado usualmente se realiza por medio de dos métodos diferentes:

➤ **Enderezado con rodillos hiperbólicos:**

El enderezado por medio de rodillos hiperbólicos es utilizado generalmente para enderezar caños de alta robustez, pero fundamentalmente en aquellos casos donde la posibilidad de rotar del caño a enderezar sea posible. El eje principal del rodillo hiperbólico no es perpendicular al eje del caño a enderezar como se puede observar en la Figura 2-86. Esto genera que exista una fuerza que le de rotación al caño a enderezar. Es por este motivo, que en este proyecto es imposible utilizar dicho método, ya que el caño parte inicialmente de una bobina.



Figura 2-86. Vista frontal de rodillos hiperbólicos.

➤ **Enderezado con rodillos cilíndricos:**

Es el caso en el cual, el eje del rodillo enderezador se encuentra dispuesto en forma perpendicular a la dirección del movimiento del caño a enderezar. Este sistema no genera un movimiento rotacional del caño, permitiendo tener vinculado el sistema de debobinado con el sistema de enderezado y posteriormente realizar el corte. Es por ello que se elige este método en el proyecto.



Figura 2-87. Rodillos cilíndricos.

2.3.1 Codificación de piezas

Al igual que las otras funciones primarias todos los componentes necesarios para la construcción del conjunto enderezado se encuentran codificados, menos los elementos comerciales, los cuales se encuentran identificados con un número de ítem. En el final del trabajo se encuentran adjuntados los planos de fabricación de cada uno de los componentes con su respectivo código, así como también, una isometría explotada que presenta una visión general del dispositivo.

El primer término del codificado se mantiene en 01, indicando que se trata de la maquina debobinadora, enderezadora y cortadora de caños. Por otro lado, al sistema de enderezado se le asignó el número 3 para el segundo término.

2.3.2 Diseño mecánico

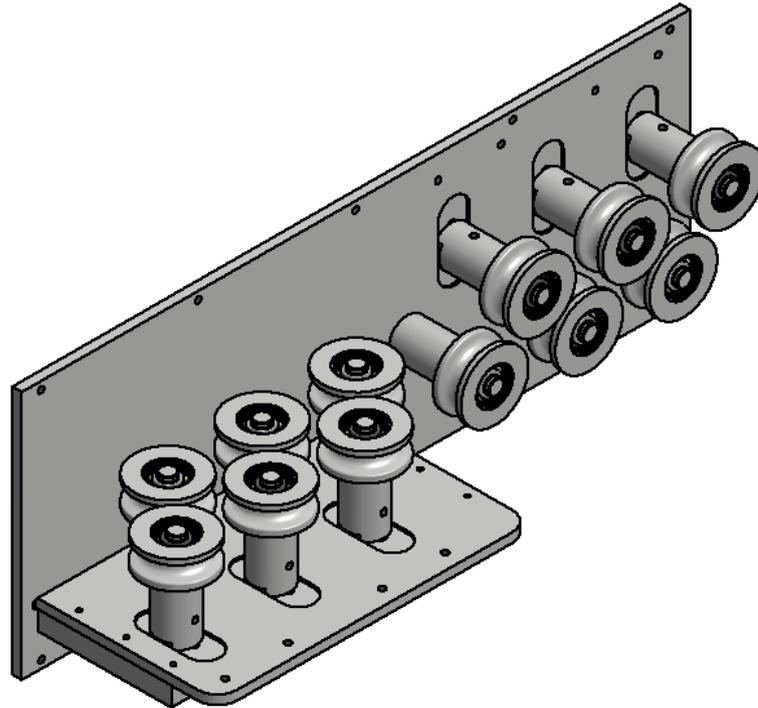


Figura 2-88 Sistema de enderezado.

El sistema de enderezado está compuesto por dos sub-conjuntos similares dispuestos de manera perpendicular:

- **Sub-conjunto Tren de enderezado horizontal**
- **Sub-conjunto Tren de enderezado vertical**

Cada subconjunto de enderezado, tanto el vertical como el horizontal, están conformados por dos líneas de rodillos. La línea superior en el subconjunto vertical y la línea inferior en el conjunto horizontal, están diseñadas con una basculación que provoca que la deformación inducida por los primeros rodillos sea elevada y que esta vaya decreciendo a medida que se avanza hacia los últimos rodillos. El caño pasa a través de los rodillos y se

dobla alternativamente provocando que las fibras de la superficie estén sometidas a esfuerzos de tracción y compresión.

El proceso de enderezado consiste en una elongación plástica del caño con el objetivo de unificar las longitudes de todas las fibras longitudinales y transversales, para que las tensiones internas sean minimizadas y homogéneas. Existe una controversia acerca de cuáles deben ser los parámetros que definan las condiciones óptimas para las que se considera que el caño presenta una buena calidad de aplanado. Un caño aparentemente plano puede contener un elevado nivel de tensiones residuales en su interior que hacen que su calidad no sea óptima para los procesos posteriores de conformado.

Tradicionalmente, en la industria se establece como criterio para obtener una buena calidad de aplanado, que al menos entre un 70-80 % del caño haya plastificado, es decir, que el 70-80% del caño haya alcanzado el límite elástico en algún momento del proceso. Normalmente este máximo de plastificación se alcanza al inicio y luego se va reduciendo hasta que en la salida del tren se encuentra totalmente en rango elástico.

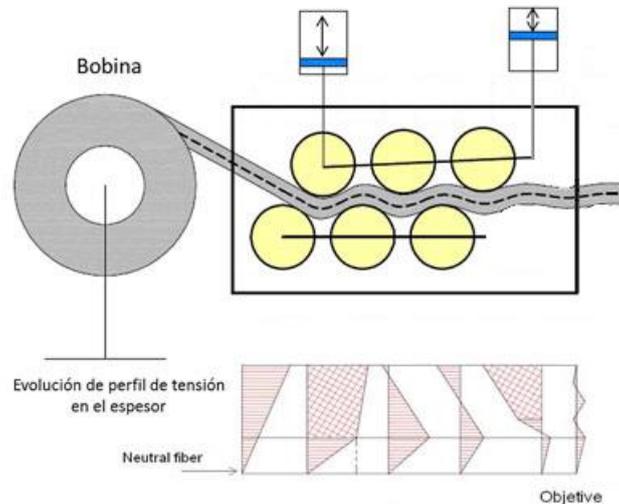


Figura 2-89. Perfil de tensión en el espesor.

El proceso de aplanado puede dividirse en dos partes, la primera se corresponde con lo que sucede en los primeros rodillos de la enderezadora, y la segunda parte se corresponde con lo que ocurre en el resto de rodillos. En la primera parte, la penetración que ejercen los rodillos, y por lo tanto la deformación que sufre el caño es mayor. En esta sección el caño

desarrolla zonas de deformación plástica que se van incrementando a medida que se dobla entre los rodillos, hasta llegar a un máximo de penetración de plastificado. La finalidad de esta primera sección de grandes deformaciones es que la mayor parte de las fibras del espesor alcancen el límite elástico y por lo tanto queden plastificadas, mientras que la zona central, cercana a la fibra neutra, permanecen en región elástica. De esta forma, se consigue suprimir el gradiente de tensión en la sección del caño. Sin embargo, debido a los fuertes doblados en esta zona, un perfil de tensiones se genera. Por eso, después de la primera parte, la penetración ejercida sobre el caño va disminuyendo hasta que, en la salida, los rodillos apenas lo deforman. La finalidad de la segunda parte es la de eliminar gradualmente la curvatura del caño y reducir el gradiente de tensiones generado en la primera sección a lo largo del espesor, para obtener a la salida un caño en la que el espesor se encuentre en rango elástico, con un reducido y homogéneo perfil de tensiones residuales.

2.3.3 Motorizaciones y cilindros neumáticos

El sistema de enderezado, no posee motorizaciones ni cilindros neumáticos. El mismo es impulsado por el sistema de tracción, no incluido en este proyecto.

2.3.4 Planos de conjunto y ejecución

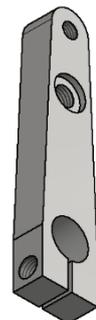
Todos los planos de fabricación, junto con los planos de ejecución se encuentran adjuntados al final del trabajo.

3 Procesos de fabricación

Dado que realizar el proceso de fabricación completo para cada una de las piezas de los sistemas desarrollados previamente representaría un trabajo muy extenso, se escoge una pieza representativa.

Se seleccionó el brazo II (ítem 10) del cabezal de corte para mostrar el proceso de fabricación. Se considerará que la construcción de la máquina será seriada, y se tendrán las consideraciones necesarias para reducir al máximo los tiempos de mecanizado.

El material de partida de la pieza es de 152,4 [mm] de ancho, 19 [mm] de espesor y el largo dependerá de la cantidad de brazos que se quieran fabricar. Se considera



la fabricación de un par de brazos obteniendo así un largo de 72 [mm]. Las medidas del material de partida fueron extraídas de la Tabla 7, de “CENTROSIDER” que se dedica a la distribución de productos siderometalúrgicos.

| Ancho a | | Espesor e | | | | | | | | |
|---------|-------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| pulg. | mm | 1/8" 3.2 mm | 3/16" 4.8 mm | 1/4" 6.4 mm | 5/16" 7.9 mm | 3/8" 9.5 mm | 1/2" 12.7 mm | 5/8" 15.9 mm | 3/4" 19.0 mm | 1" 25.4 mm |
| 1/2 | 12,7 | 0,32 | 0,48 | 0,64 | | | | | | |
| 5/8 | 15,9 | 0,40 | 0,60 | 0,79 | | | | | | |
| 3/4 | 19,0 | 0,48 | 0,72 | 0,95 | 1,18 | 1,42 | | | | |
| 7/8 | 22,2 | 0,56 | 0,84 | 1,12 | 1,38 | | | | | |
| 1 | 25,4 | 0,64 | 0,96 | 1,28 | 1,58 | 1,89 | 2,53 | | | |
| 1 1/4 | 31,8 | 0,80 | 1,20 | 1,60 | 1,97 | 2,37 | 3,17 | | | |
| 1 1/2 | 38,1 | 0,96 | 1,44 | 1,91 | 2,36 | 2,84 | 3,80 | | | |
| 1 3/4 | 44,5 | 1,12 | 1,68 | 2,24 | 2,76 | 3,32 | 4,44 | | | |
| 2 | 50,8 | 1,28 | 1,91 | 2,55 | 3,15 | 3,79 | 5,06 | 6,34 | 7,58 | |
| 2 1/4 | 57,2 | 1,44 | 2,16 | 2,87 | 3,55 | | | | | |
| 2 1/2 | 63,5 | 1,60 | 2,39 | 3,19 | 3,97 | 4,74 | 6,33 | 7,93 | 9,52 | 12,66 |
| 3 | 76,2 | 1,91 | 2,87 | 3,83 | 4,73 | 5,68 | 7,60 | 9,51 | 11,37 | 15,19 |
| 3 1/2 | 88,9 | 2,23 | 3,35 | 4,47 | 5,51 | | | | | |
| 4 | 101,6 | 2,55 | 3,83 | 5,10 | 6,30 | 7,58 | 10,13 | 12,68 | 15,15 | 20,26 |
| 5 | 127,0 | 3,19 | 4,79 | 6,38 | 7,88 | 9,47 | 12,66 | 15,85 | 18,94 | 25,32 |
| 6 | 152,4 | 3,82 | 5,73 | 7,64 | 9,45 | 11,37 | 15,19 | 19,02 | 22,73 | 30,39 |

Los valores de la tabla indican peso por unidad de longitud: kg/m.

Tabla 7. Medidas de planchuelas laminadas, que ofrece el mercado.

El plano de la pieza se encuentra adjunto al final del trabajo.

En primera instancia se realizará el planeado de la cara superior e inferior para obtener el espesor final de 16mm. Luego podrá ser cortado por medio de una sierra o sensitiva, con el objetivo de dividir ambos brazos en dos piezas independientes. Considerando que la hoja de corte posee aproximadamente 2 mm, se obtendrán dos piezas de 152,4*16*35 [mm]. Posteriormente se realiza un planeado sobre las caras laterales, con el fin de asegurar la correcta sujeción en morsa. También se realiza otro sobre una cara frontal, en caso de que esta esté muy torcida, para tener una referencia al momento de perforar. Todas las operaciones de planeado nombradas anteriormente puede ser realizada en una fresa convencional, pero como se dijo anteriormente al tratarse de una máquina que va a producirse de manera seriada se opta por utilizar un centro de mecanizado C.N.C.

Luego se realizaran las perforaciones que se observan en la Figura 3-1. . Tanto la perforación de $\varnothing 20$, como la de $\varnothing 17$, requieren de una tolerancia dimensional H7. Por ende ambas podrán ser realizadas a través del proceso de arranque de viruta denominado escariado. Dicha operación se hace por medio de un calisuar o escariador del diámetro requerido. Previamente al escariado, es necesario perforar con un diámetro levemente menor. Por otra parte, para hacer los dos agujeros que están roscados, se deberá perforar

en primera instancia y luego roscar. El roscado manual puede realizarse por medio de un macho, el cual es una herramienta de corte que permite hacer roscas en la parte interna de agujeros.

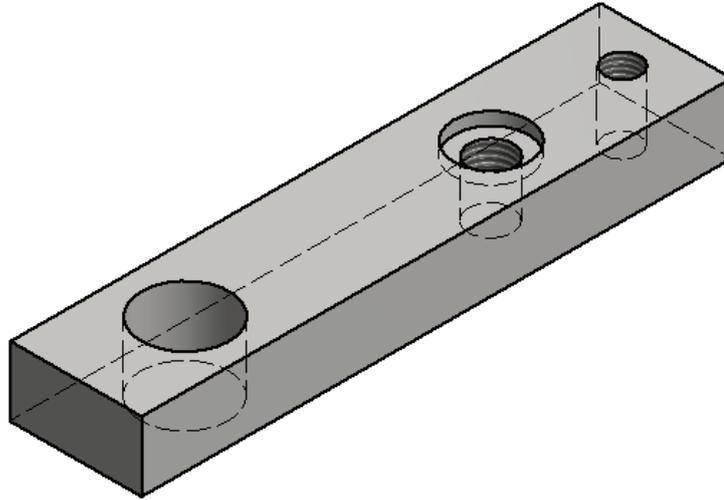


Figura 3-1. Pieza lista para colocar en utillaje.

Una vez obtenida la pieza mostrada en la Figura 3-1 se procede a realizar el contorneado. Para ello se utiliza un utillaje para optimizar la realización de las operaciones en el proceso de fabricación. El utillaje, mostrado en la Figura 3-2, puede ser sujeto con mordazas por las caras laterales de la base. Por otro lado, tiene dos cilindros verticales calibrados con tolerancia h7 para tener un ajuste deslizante entre la pieza y el utillaje que permita montar y desmontar fácilmente el conjunto. También posee dos agujeros roscados para sujetar la pieza a mecanizar una vez colocada. En la Figura 3-3 se puede observar la pieza montada sobre el utillaje.

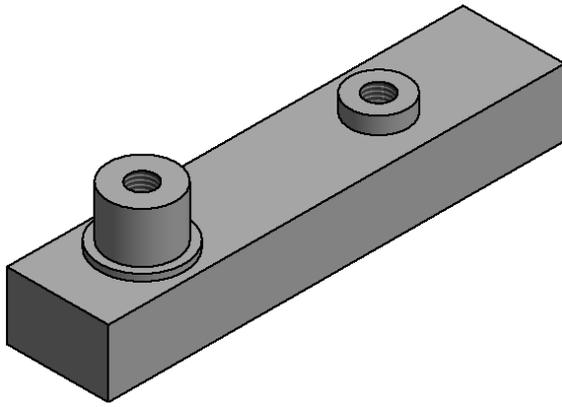


Figura 3-2 Utillaje.

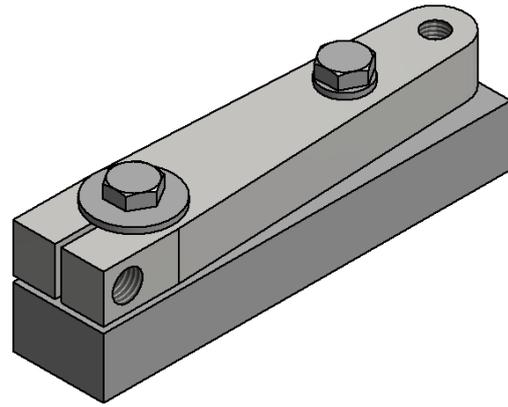


Figura 3-3 Brazo II montado sobre utillaje.

Finalmente, estando identificados los tipos de operaciones necesarios, se seleccionan las herramientas con sus respectivas condiciones de corte:

- Taladrado

Para las operaciones de taladrado se utilizan brocas de acero rápido, como se muestra en la Figura 3-4. Para calcular la velocidad de corte se utiliza una relación empírica hallada por Taylor que relaciona la vida útil de la herramienta con la velocidad de corte. Dicha ecuación es:

$$V_c = \frac{C_t}{T^n}$$

dónde:

$$V_c = \text{Velocidad de corte} \left[\frac{\text{pies}}{\text{min}} \right].$$

T = Tiempo de corte real hasta desgastar el filo [min].

C_t = Constate cuyo valor depende de las otras variables de la máquina y del material de la pieza.

n = Exponente que varía en cierta medida con otras variables de maquina y del material de la pieza.

Figura 3-4.
Broca de
acero rápido

Dicha ecuación, puede emplearse para estimar aproximadamente la velocidad de corte que permitirá alcanzar una deseada duración cuando se mecaniza un dado material con una herramienta de determinado tipo. En este caso, se seleccionó una herramienta de acero rápido obteniendo un exponente de 0,135 según la Tabla 8, que se presenta a continuación.

| Material de la herramienta | Exponente "n" |
|--|---------------|
| Acero rápido | 0,10 a 0,17 |
| Carburo sinterizado (metal duro) sin recubrimiento | 0,18 a 0,30 |
| Carburo sinterizado (metal duro) con recubrimiento de TiC o TiN | 0,30 a 0,35 |
| Carburo sinterizado (metal duro) con recubrimiento de Al ₂ O ₃ | 0,35 a 0,40 |
| Cermets y cerámicos | 0,40 a 0,60 |

Tabla 8. Exponente n.

Por otra parte, en la Tabla 9 se puede obtener la constante, sabiendo que se mecaniza un acero al carbono SAE 1010 y se utiliza una herramienta de acero rápido con líquido refrigerante. Como no se encuentra el material exacto en la tabla, se selecciona SAE 1013 para obtener un resultado conservativo.

| Material a mecanizar | Material de herramienta | | |
|----------------------|-------------------------|------------------|---------------------|
| | Acero Rápido 18-4-1 | | Carburo sinterizado |
| | Corte seco | Corte con fluido | Corte seco |
| Aleaciones livianas | 4320 | | 21600 |
| Latón (80-120 Bhn) | 1150 | | 5750 |
| Latón colado | 730 | | 3650 |
| Acero colado | 262 | 364 | 1310 |
| Acero al carbono: | | | |
| SAE1013 | 516 | 720 | 2580 |
| SAE1025 | 412 | 576 | 2060 |
| SAE1035 | 328 | 460 | 1640 |
| SAE1045 | 262 | 304 | 1310 |
| SAE1060 | 168 | 236 | 840 |
| Acero al Cr-Ni | 282 | 396 | 1410 |
| Fundición de hierro: | | | |
| 100 Bhn | 374 | 520 | 1870 |
| 150 Bhn | 238 | 336 | 1190 |
| 200 Bhn | 134 | 188 | 670 |

Tabla 9. Constante C_t

Finalmente, considerando una vida útil de herramienta de 8 horas se calcula la velocidad de corte:

$$V_c = \frac{C_t}{T^n} = \frac{720}{480 \text{min}^{0,135}} = 312,87 \frac{\text{pies}}{\text{min}} = 95,36 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Como uno de los objetivos del trabajo es disminuir los costos de fabricación se decide reducir la velocidad de corte calculada en un 50%, para aumentar la vida útil de la herramienta. Entonces, la velocidad de corte queda finalmente en 47,68 m/min \approx 47 m/min.

Para cumplir con dicha velocidad de corte, se deberán utilizar las siguientes revoluciones por minuto:

- Broca para centrar

$$N = \frac{V_c * 1000}{\pi * D_c} = \frac{47 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] * 1000}{\pi * 3[\text{mm}]} \approx 4986 \text{ RPM}$$

- Broca $\varnothing 17$

$$N = \frac{V_c * 1000}{\pi * D_c} = \frac{47 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] * 1000}{\pi * 17[\text{mm}]} \approx 880 \text{ RPM}$$

- Broca $\varnothing 20$

$$N = \frac{V_c * 1000}{\pi * D_c} = \frac{47 \left[\frac{m}{min} \right] * 1000}{\pi * 20 [mm]} \approx 748 \text{ RPM}$$

- Broca $\varnothing 6,75$

$$N = \frac{V_c * 1000}{\pi * D_c} = \frac{47 \left[\frac{m}{min} \right] * 1000}{\pi * 6,75 [mm]} \approx 2216 \text{ RPM}$$

- Broca $\varnothing 8,5$

$$N = \frac{V_c * 1000}{\pi * D_c} = \frac{47 \left[\frac{m}{min} \right] * 1000}{\pi * 8,5 [mm]} \approx 1760 \text{ RPM}$$

- Broca $\varnothing 10,5$

$$N = \frac{V_c * 1000}{\pi * D_c} = \frac{47 \left[\frac{m}{min} \right] * 1000}{\pi * 10,5 [mm]} \approx 1425 \text{ RPM}$$

Dado que las velocidades máximas alcanzadas por los centros de mecanizado CNC son de aproximadamente 3000 RPM, para la mecha de centro no se podrá cumplir con las revoluciones calculadas. Por este motivo se empleará la máxima velocidad de máquina para dicha operación.

Para terminar de definir las condiciones de corte se escoge una velocidad de avance del 10% con respecto a las revoluciones por minuto, obteniendo los siguientes valores:

- Mecha para centrar:

$$a = 0,1 * 3000 \text{ RPM} = 300 \frac{mm}{min}$$

- Broca $\varnothing 17$

$$a = 0,1 * 880 \text{ RPM} = 88 \frac{mm}{min}$$

- Broca $\varnothing 20$

$$a = 0,1 * 748 \text{ RPM} = 75 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

- Broca $\varnothing 6,75$

$$a = 0,1 * 2216 \text{ RPM} = 222 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

- Broca $\varnothing 8,5$

$$a = 0,1 * 1760 \text{ RPM} = 176 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

- Broca $\varnothing 10,5$

$$a = 0,1 * 1425 \text{ RPM} = 143 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

- Escariado

Dicha operación, como fue nombrado anteriormente, se realizará con un escariador o calisuar como el que se muestra en la Figura 3-5. La velocidad de corte que se debe utilizar es la misma que la calculada para las operaciones de taladrado, sin embargo, como el costo de estas herramientas es muy elevado, se opta por disminuirla en un 50% adicional, aumentando su vida útil.



Figura 3-5. Escariador

- Escariador o calisuar de $\varnothing 17$

$$N = \frac{V_c * 1000}{\pi * D_c} = \frac{47 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] * 1000}{\pi * 17 [\text{mm}]} \approx 880 \text{ RPM}$$

$$a = 0,1 * 880 \text{ RPM} * 0,5 = 44 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

- Escariador o calisuar de $\varnothing 20$

$$N = \frac{V_c * 1000}{\pi * D_c} = \frac{47 \left[\frac{m}{min} \right] * 1000}{\pi * 20 [mm]} \approx 748 \text{ RPM}$$

$$a = 0,1 * 748 \text{ RPM} * 0,5 = 37 \frac{mm}{min}$$

- Planeado y contorneado

Para la selección de las herramientas necesarias para realizar los planeados y contorneados se recurre a los catálogos de la empresa Sandvik [4]. Ambas operaciones se pueden realizar con una misma herramienta, lo cual optimiza el proceso.

En primer lugar, se seleccionó fresado en escuadra como se muestra en la siguiente figura:



Figura 3-6 Selección de tipo de operación.

Luego se opta por un paso normal de plaquitas, recomendado para fresado en general y producción mixta. Además, se escoge mecanizado medio y al mecanizarse un acero se escoge la letra “P” (Figura 3-7).

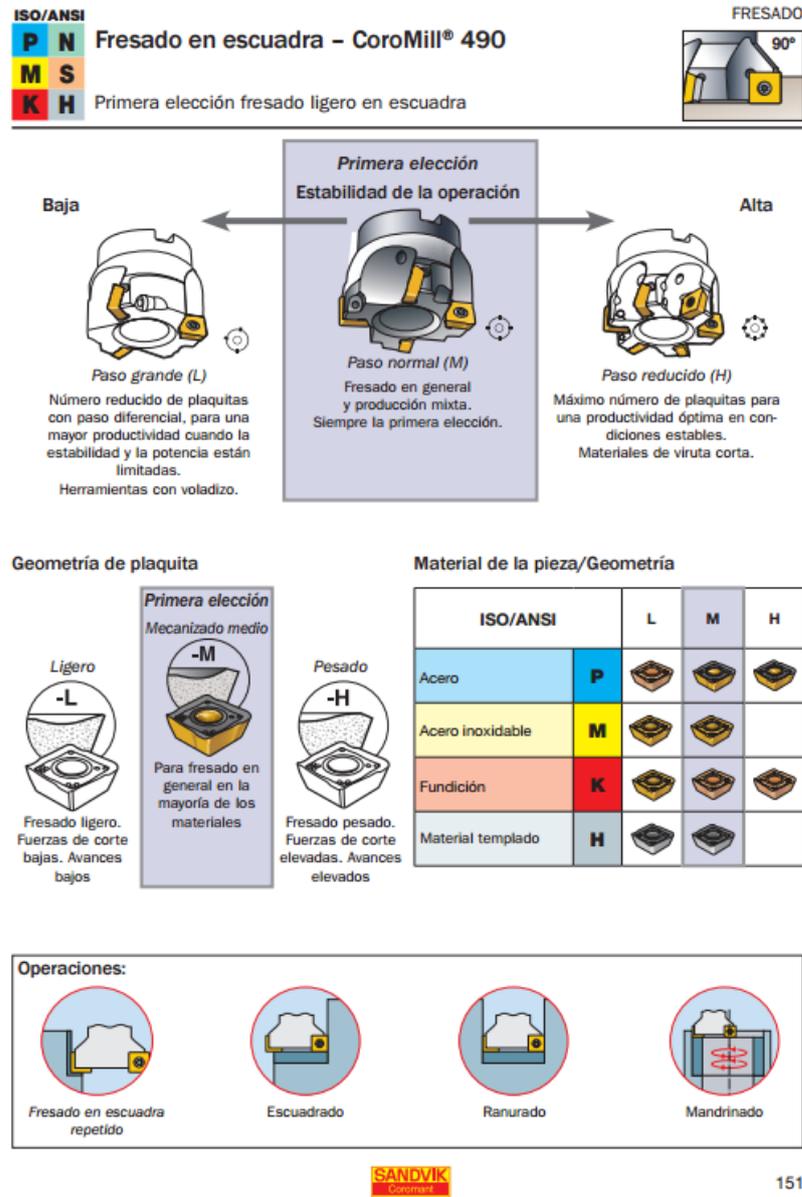
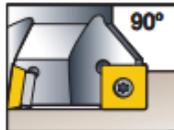


Figura 3-7. Referencias para la selección.

Finalmente se escoge el porta-herramientas 490-036C3-08M (Figura 3-8), cuyo diámetro es de 36mm. De esta manera las operaciones de planeado, requerirá solamente de una pasada consiguiendo un tiempo de mecanizado bajo.

FRESADO

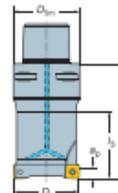


Fresado en escuadra – CoroMill® 490

Diámetro – 20–84 mm



Profundidad de corte máx. (a_p)
 tamaño de plaquita 8 = 5.5 mm
 tamaño de plaquita 14 = 10 mm



- = Paso uniforme
- = Paso diferencial

| D_c | Código de pedido | | Código de pedido | | Código de pedido | | Dimensiones, mm | | | | | |
|----------------|------------------|---|-----------------------------|---|-------------------|-----------------------------|-----------------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| | Paso grande (L) | | Paso normal (M) | | Paso reducido (H) | | D_{5m} | l_1 | l_3 | n_{max} | | |
| Coromant Capto | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 490-020C3-08L | 2 | - | - | - | - | 32 | 80 | 40 | 48500 | 08 | |
| | 020C4-08L | 2 | - | - | - | - | 40 | 70 | 40 | 39000 | | |
| | 020C5-08L | 2 | - | - | - | - | 50 | 75 | 40 | 28000 | | |
| | 020C6-08L | 2 | - | - | - | - | 63 | 80 | 40 | 20000 | | |
| 25 | - | - | 490-025C3-08M | 3 | - | - | 32 | 80 | 60 | 40400 | | |
| | - | - | 025C4-08M | 3 | - | - | 40 | 70 | 45 | 39000 | | |
| | - | - | 025C5-08M | 3 | - | - | 50 | 75 | 50 | 28000 | | |
| | - | - | 025C6-08M | 3 | - | - | 63 | 80 | 53 | 20000 | | |
| 32 | - | - | 490-032C3-08M | 4 | - | - | 32 | 80 | 60 | 33900 | | |
| | - | - | 032C4-08M | 4 | - | - | 40 | 70 | 45 | 33900 | | |
| | - | - | 032C5-08M | 4 | - | - | 50 | 75 | 50 | 28000 | | |
| | - | - | 032C6-08M | 4 | - | - | 63 | 80 | 53 | 20000 | | |
| | - | - | 032C8-08M | 4 | - | - | 80 | 80 | 45 | 14000 | | |
| 36 | - | - | 490-036C3-08M | - | 4 | - | 32 | 50 | 30 | 31300 | | |
| 40 | - | - | 490-040C4-08M | - | 4 | 490-040C4-08H | 6 | 40 | 70 | 45 | | 29300 |
| | - | - | 040C5-08M | - | 4 | 040C5-08H | 6 | 50 | 75 | 50 | | 28000 |
| | - | - | - | - | - | 040C6-08H | 6 | 63 | 80 | 53 | | 20000 |
| | - | - | - | - | - | 040C8-08H | 6 | 80 | 80 | 45 | | 14000 |
| 44 | - | - | 490-044C4-08M | - | 5 | 044C4-08H | 6 | 40 | 60 | 40 | | 27600 |
| 50 | - | - | 490-050C5-08M | - | 5 | 050C5-08H | 7 | 50 | 75 | 50 | | 25500 |
| | - | - | 050C6-08M | - | 5 | 050C6-08H | 7 | 63 | 80 | 53 | 20000 | |
| | - | - | - | - | - | 050C8-08H | 7 | 80 | 80 | 45 | 14000 | |
| 54 | - | - | 490-054C5-08M | - | 5 | 054C5-08H | 7 | 50 | 60 | 40 | 24300 | |
| 63 | - | - | 490-063C6-08M | - | 6 | 063C6-08H | 8 | 63 | 50 | 23 | 20000 | |
| | - | - | - | - | - | 063C8-08H | 8 | 80 | 80 | 45 | 14000 | |
| 66 | - | - | 490-066C6-08M | - | 6 | 066C6-08H | - | 63 | 50 | 28 | 20000 | |
| 80 | - | - | 490-080C8-08M | - | 8 | 080C6-08H | - | 80 | 80 | 45 | 14000 | |
| 84 | - | - | 490-084C8-08M | - | 8 | 084C6-08H | - | 80 | 60 | 30 | 14000 | |
| 40 | - | - | 490-040C4-14M ¹⁾ | - | 3 | 490-040C4-14H ¹⁾ | 4 | 40 | 70 | 45 | 26400 | |
| | - | - | 040C5-14M ¹⁾ | - | 3 | 040C5-14H ¹⁾ | 4 | 50 | 75 | 50 | 26400 | |
| | - | - | 040C6-14M ¹⁾ | - | 3 | 040C6-14H ¹⁾ | 4 | 63 | 80 | 53 | 20000 | |

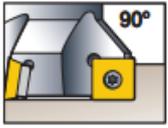
Figura 3-8. Selección del porta-herramientas.

Por último, se selecciona la plaquita correspondiente:

ISO/ANSI

| | | | |
|----------|----------|--|--|
| P | N | Fresado en escuadra – CoroMill® 490 | |
| M | S | | Plaquitas y calidades – |
| K | H | | recomendaciones de datos de corte – valores de partida |

FRESADO



| ISO/ANSI | L = Ligero M = Medio H = Pesado | CONDICIONES BUENAS | | | Primera elección CONDICIONES NORMALES | | | CONDICIONES DIFÍCILES | | |
|----------|---------------------------------------|---|------------------|-------|--|------------------|-------|---|------------------|-------|
| | |  | | |  | | |  | | |
| | | L/M/H | Código de pedido | v_c | f_z | Código de pedido | v_c | f_z | Código de pedido | v_c |
| P | L | 490R-08T308M-PL 1030 | 325 | 0.12 | 490R-08T308M-PL 1030 | 290 | 0.10 | 490R-08T308M-PL 4240 | 250 | 0.10 |
| | | 490R-140408M-PL 1030 | 325 | 0.12 | 490R-140408M-PL 1030 | 290 | 0.10 | 490R-140408M-PL 4240 | 250 | 0.10 |
| | M | 490R-08T308M-PM 1030 | 290 | 0.17 | 490R-08T308M-PM 1030 | 250 | 0.15 | 490R-08T308M-PM 4240 | 200 | 0.15 |
| | | 490R-140408M-PM 4230 | 290 | 0.17 | 490R-140408M-PM 4240 | 230 | 0.15 | 490R-140408M-PM 4240 | 200 | 0.15 |
| | H | 490R-08T308M-PH 1030 | 250 | 0.24 | 490R-08T308M-PH 1030 | 200 | 0.21 | 490R-08T316M-PH 1030 | 180 | 0.21 |
| | | 490R-140408M-PH 4230 | 250 | 0.24 | 490R-140408M-PH 4240 | 200 | 0.21 | 490R-140420M-PH 1030 | 180 | 0.21 |
| M | L | 490R-08T308E-ML 2030 | 220 | 0.14 | 490R-08T308E-ML 2030 | 200 | 0.14 | 490R-08T308E-ML 2040 | 180 | 0.14 |
| | M/H | 490R-08T312E-MM 2030 | 200 | 0.18 | 490R-08T312E-MM 2030 | 190 | 0.18 | 490R-08T316E-MM 2030 | 190 | 0.18 |
| K | L | 490R-08T308M-KL 1020 | 300 | 0.14 | 490R-08T308M-KL 1020 | 275 | 0.12 | 490R-08T308M-KL 3040 | 180 | 0.12 |
| | | 490R-140408M-PL 1020 | 300 | 0.14 | 490R-140408M-PL 1020 | 275 | 0.12 | 490R-140408M-PL 3040 | 180 | 0.12 |
| | M | 490R-08T308M-KM 1020 | 280 | 0.19 | 490R-08T308M-KM 1020 | 250 | 0.17 | 490R-08T308M-KM 3040 | 160 | 0.17 |
| | | 490R-140408M-PM 3040 | 250 | 0.19 | 490R-140408M-PM 3040 | 220 | 0.17 | 490R-140408M-PM 3040 | 180 | 0.17 |
| | H | 490R-08T308M-KH 1020 | 250 | 0.26 | 490R-08T308M-KH 1020 | 200 | 0.24 | 490R-08T316M-KH 1020 | 180 | 0.24 |
| | | 490R-140408M-PH 3040 | 230 | 0.26 | 490R-140408M-PH 3040 | 190 | 0.24 | 490R-140420M-PH 1020 | 180 | 0.24 |
| H | L | 490R-08T308M-PL 1010 | 110 | 0.10 | 490R-08T308M-PL 1010 | 110 | 0.10 | 490R-08T308M-PL 1030 | 70 | 0.10 |
| | | 490R-14T308M-PL 1030 | 70 | 0.10 | 490R-14T308M-PL 1030 | 70 | 0.10 | 490R-08T308M-PL 1030 | 70 | 0.10 |
| | M/H | 490R-08T308M-PM 1010 | 95 | 0.15 | 490R-08T308M-PM 1010 | 95 | 0.15 | 490R-08T308M-PM 1030 | 50 | 0.15 |
| | | 490R-14T308M-PM 1030 | 50 | 0.15 | 490R-14T308M-PM 1030 | 50 | 0.15 | 490R-14T308M-PM 1030 | 50 | 0.15 |

Figura 3-9. Selección de la plaquita.

Para definir las condiciones de corte, Sandvik [4] recomienda determinados avances y velocidades de corte. Estos se observan en la Figura 3-9.

$$V_{c \text{ recomendada}} = 230 \frac{m}{min} \rightarrow N = \frac{230 \left[\frac{m}{min} \right] * 1000}{\pi * 36[mm]} \approx 2033 \text{ RPM}$$

$$f_z \text{ recomendada} = \text{avance por diente} = 0,15 \frac{\text{mm}}{\text{diente}}$$

$$v_f = z_n * n * f_z = 2033 * 4 * 0,15 \frac{\text{mm}}{\text{diente}} = 1219,8 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Este avance resultante es muy elevado. Los centros de mecanizado C.N.C. poseen alrededor de 9000 mm/min de avance utilizables. Con el fin de obtener una mayor vida útil de las plaquitas se opta nuevamente por el criterio de utilizar un 10% de las revoluciones por minuto calculadas.

A continuación, se presenta el programa de control numérico necesario para realizar la pieza, con su respectivo listado de herramientas.

- Listado de herramientas:

| Lista de herramientas | |
|-----------------------|--------------------|
| T1 | Porta Insertos Ø36 |
| T2 | Mecha de centro Ø3 |
| T3 | Broca Ø6,75 |
| T4 | Broca Ø8,5 |
| T5 | Broca Ø16,75 |
| T6 | Broca Ø19,75 |
| T7 | Calisuar Ø17 |
| T8 | Calisuar Ø20 |
| T9 | Broca Ø10,5 |

- Programa C.N.C.:

```

N1      %0001 (Brazo II - Cabezal de corte)
N2      G59 G0 G40 G90 X0 Y0 Z0 M5
N3      (OPERACION 1)
N4      (Z0 SOBRE LA BASE DE LA PIEZA)
N5      (X0 E Y0 EN EL EXTREMO SUPERIOR IZQUIERDO)
N6      (PLANEADO 16MM)
N7      T1 M6 (Porta inserto Ø36)
N8      G54 G00 G90 G44 H1 Z100 M8
N9      S2033 F203 M3
N10     G00 X0 Y0
N11     G00 X16,000 Y-20,000
N12     G00 Z18
N13     G01 Y148,000

```

| | |
|-----|--|
| N14 | G01 X51,000 |
| N15 | G01 Y-3,000 |
| N16 | G01 X86,000 |
| N17 | G01 Y86,000 |
| N18 | G00 G49 Z200 M9 |
| N19 | M5 X-200.000 Y200.000 |
| N20 | M0 (DAR VUELTA LA PIEZA) |
| N21 | S2033 F203 M3 |
| N22 | G00 X0 Y0 |
| N23 | G00 X16,000 Y-20,000 |
| N24 | G00 Z16 (MEDIDA FINAL) |
| N25 | G01 Y148,000 |
| N26 | G01 X51,000 |
| N27 | G01 Y-3,000 |
| N28 | G01 X86,000 |
| N29 | G01 Y86,000 |
| N30 | G00 G49 Z200 M9 |
| N31 | M5 X-200.000 Y200.000 |
| N32 | (PERFORACIONES) |
| N33 | T2 M6 (Mecha de centro $\varnothing 3$) |
| N34 | G54 G00 G90 G44 H2 Z100 M8 |
| N35 | S3000 F300 M3 |
| N36 | G00 X0 Y0 |
| N37 | G98 G81 R19 X17,500 Y33,500 Z12 |
| N38 | Y103,500 |
| N39 | Y133,500 |
| N40 | G00 G49 Z200 M9 |
| N41 | M5 X-200.000 Y200.000 |
| N42 | T3 M6 (Broca $\varnothing 6,75$) |
| N43 | G54 G00 G90 G44 H3 Z100 M8 |
| N44 | S2216 F222 M3 |
| N45 | G00 X0 Y0 |
| N46 | G98 G73 R19 Q1,5 X17,500 Y133,500 Z-5 |
| N47 | G00 G49 Z200 M9 |
| N48 | M5 X-200.000 Y200.000 |
| N49 | T4 M6 (Broca $\varnothing 8,5$) |
| N50 | G54 G00 G90 G44 H4 Z100 M8 |
| N51 | S1760 F176 M3 |
| N52 | G00 X0 Y0 |
| N53 | G98 G73 R19 Q1,5 X17,500 Y103,500 Z-5 |
| N54 | G00 G49 Z200 M9 |
| N55 | M5 X-200.000 Y200.000 |
| N56 | T5 M6 (Broca $\varnothing 16,75$) |
| N57 | G54 G00 G90 G44 H5 Z100 M8 |
| N58 | S880 F88 M3 |

N59 G00 X0 Y0
N60 G98 G73 R19 Q1,5 X17,500 Y103,500 Z13
N61 G00 G49 Z200 M9
N62 M5 X-200.000 Y200.000
N63 T6 M6 (Broca $\varnothing 19,75$)
N64 G54 G00 G90 G44 H6 Z100 M8
N65 S748 F75 M3
N66 G00 X0 Y0
N67 G98 G73 R19 Q1,5 X17,500 Y33,500 Z-5
N68 G00 G49 Z200 M9
N69 M5 X-200.000 Y200.000
N70 T7 M6 (Calisuar $\varnothing 17,0$)
N71 G54 G00 G90 G44 H6 Z100 M8
N72 S880 F44 M3
N73 G00 X0 Y0
N74 G98 G81 R19 X17,500 Y103,500 Z13
N75 G00 G49 Z200 M9
N76 M5 X-200.000 Y200.000
N77 T8 M6 (Calisuar $\varnothing 20,0$)
N78 G54 G00 G90 G44 H6 Z100 M8
N79 S748 F37 M3
N80 G00 X0 Y0
N81 G98 G81 R19 X17,500 Y33,500 Z-5
N82 G00 G49 Z200 M9
N83 M5 X-200.000 Y200.000
N84 (OPERACION 2)
N85 M0 (COLOCAR PIEZA EN UTILAJE)
N86 (REDEFINIR CERO DE PIEZA)
N87 (Z0 SOBRE LA CARA SUPERIOR DE LA PIEZA)
N88 (X0 E Y0 EN EL CENTRO DEL AGUJERO DE DIAMETRO 20)
N89 T1 M6
N90 G54 G00 G90 G44 H1 Z50 M8
N91 S2033 F203 M3
N92 G00 X15.000 Y-50.000
N93 G00 Z-5.500
N94 G41 D1 G01 X15.000 Y-25.000 (D1 COMPENSACION FICTICIA)
N95 G01 X-15.000 Y-25.000
N96 G01 X-15.000 Y0.000
N97 G01 X-9.988 Y100.498
N98 G02 X 9.988 Y 100.498 R 10.000
N99 G01 X15.000 Y0.000
N100 G01 X15.000 Y-25.000
N101 G01 G40 X35.000 Y-25.000
N102 G00 Z50.000
N103 G00 X15.000 Y-50.000

| | |
|------|--|
| N104 | G00 Z-11,0 |
| N105 | G41 D1 G01 X15.000 Y-25.000 (D1 COMPENSACION FICTICIA) |
| N106 | G01 X-15.000 Y-25.000 |
| N107 | G01 X-15.000 Y0.000 |
| N108 | G01 X-9.988 Y100.498 |
| N109 | G02 X 9.988 Y 100.498 R 10.000 |
| N110 | G01 X15.000 Y0.000 |
| N111 | G01 X15.000 Y-25.000 |
| N112 | G01 G40 X35.000 Y-25.000 |
| N113 | G00 Z50.000 |
| N114 | G00 X15.000 Y-50.000 |
| N115 | G00 Z-16,5 |
| N116 | G41 D1 G01 X15.000 Y-25.000 (D1 COMPENSACION FICTICIA) |
| N117 | G01 X-15.000 Y-25.000 |
| N118 | G01 X-15.000 Y0.000 |
| N119 | G01 X-9.988 Y100.498 |
| N120 | G02 X 9.988 Y 100.498 R 10.000 |
| N121 | G01 X15.000 Y0.000 |
| N122 | G01 X15.000 Y-25.000 |
| N123 | G01 G40 X35.000 Y-25.000 |
| N124 | G00 Z50.000 |
| N125 | G00 G49 Z200 M9 |
| N126 | M5 X-200.000 Y200.000 |
| N127 | (CONTROLAR MEDIDAS) |
| N128 | G54 G00 G90 G44 H1 Z50 M8 |
| N129 | S2033 F203 M3 |
| N130 | G00 X15.000 Y-50.000 |
| N131 | G00 Z-5.500 |
| N132 | G41 D2 G01 X15.000 Y-25.000 (D2 COMPENSACION REAL) |
| N133 | G01 X-15.000 Y-25.000 |
| N134 | G01 X-15.000 Y0.000 |
| N135 | G01 X-9.988 Y100.498 |
| N136 | G02 X 9.988 Y 100.498 R 10.000 |
| N137 | G01 X15.000 Y0.000 |
| N138 | G01 X15.000 Y-25.000 |
| N139 | G01 G40 X35.000 Y-25.000 |
| N140 | G00 Z50.000 |
| N141 | G00 X15.000 Y-50.000 |
| N142 | G00 Z-11,0 |
| N143 | G41 D2 G01 X15.000 Y-25.000 (D2 COMPENSACION REAL) |
| N144 | G01 X-15.000 Y-25.000 |
| N145 | G01 X-15.000 Y0.000 |
| N146 | G01 X-9.988 Y100.498 |
| N147 | G02 X 9.988 Y 100.498 R 10.000 |
| N148 | G01 X15.000 Y0.000 |

N149 G01 X15.000 Y-25.000
N150 G01 G40 X35.000 Y-25.000
N151 G00 Z50.000
N152 G00 X15.000 Y-50.000
N153 G00 Z-16,5
N154 G41 D2 G01 X15.000 Y-25.000 (D2 COMPENSACION REAL)
N155 G01 X-15.000 Y-25.000
N156 G01 X-15.000 Y0.000
N157 G01 X-9.988 Y100.498
N158 G02 X 9.988 Y 100.498 R 10.000
N159 G01 X15.000 Y0.000
N160 G01 X15.000 Y-25.000
N161 G01 G40 X35.000 Y-25.000
N162 G00 G49 Z200 M9
N163 M5 X-200.000 Y200.000 Z200.000
N164 (CONTROLAR MEDIDAS)
N165 (GIRAR PIEZA PARA PERFORADO TRANSVERSAL)
N166 (REDEFINIR CERO DE PIEZA)
N167 (Z0 CARA SUPERIOR)
N168 (X0 E Y0 EXTREMO INFERIOR IZQUIERDO)
N169 T2 M6 (Mecha de centro $\varnothing 3$)
N170 G54 G00 G90 G44 H2 Z100 M8
N171 S3000 F300 M3
N172 G00 X0 Y0
N173 G98 G81 R3 X8,0 Y8,0 Z-6
N174 G00 G49 Z200 M9
N175 M5 X-200.000 Y200.000
N176 T4 M6 (Broca $\varnothing 8,5$)
N177 G54 G00 G90 G44 H4 Z100 M8
N178 S1760 F176 M3
N179 G00 X0 Y0
N180 G98 G73 R3 Q1,5 X8,0 Y8,0 Z-35
N181 G00 G49 Z200 M9
N182 M5 X-200.000 Y200.000
N183 T9 M6 (Broca $\varnothing 10,5$)
N184 G54 G00 G90 G44 H9 Z100 M8
N185 S1425 F143 M3
N186 G00 X0 Y0
N187 G98 G73 R3 Q1,5 X8,0 Y8,0 Z-18
N188 G00 G49 Z200 M9
N189 M5 X-200.000 Y200.000
N190 (FIN DEL PROGRAMA)
N191 M30

Parte III

Conclusiones

4 Conclusiones

A lo largo de este proyecto se ha logrado dar dimensiones, materiales, tecnología de fabricación y demás, de una máquina que sea capaz de cumplir con las funciones primarias de debobinado, corte y enderezado. Para ello se han realizado conceptualizaciones, análisis, evaluaciones y representaciones de los subconjuntos que atañen dicho proyecto.

Este desarrollo es el cierre de todo lo aprendido durante el transcurso de la carrera de Ingeniería Mecánica. Se intento plasmar, en este escrito, todos los conocimientos adquiridos en las diferentes materias.

Al realizar el proyecto, me eh dado cuenta de lo abarcativo y complejo que es realizar un diseño mecánico. Las variables que hay en juego al momento de desarrollar una máquina son muchas.

Tengo la fortuna, de haber podido fabricar dicha máquina: participe de la fabricación de las piezas, ensamblaje de los sistemas y pude hacer tangible lo escrito previamente. Detecte aciertos y defectos. Además, participe de la puesta a punto de la misma y satisfactoriamente se pudieron lograr los objetivos principales.

Antes de concluir, me gustaría agradecer a las personas que me acompañaron en este camino y que me fueron de gran ayuda para llegar al final. A mis padres, familiares y amigos que me han dado el apoyo emocional y económico necesario, a lo largo de toda la carrera. A la Facultad de Ingeniería y todos los profesores que he tenido a lo largo de estos años y a la Universidad Nacional de Mar del Plata en general, que me dio la posibilidad de recibir una excelente formación académica.

Parte IV

Anexo

5 Análisis post-fabricación

En los “Supuestos y restricciones” se especificó que la fabricación del diseño no se iba a llevar a cabo. Sin embargo, una empresa marplatense decidió cambiar la lógica de producción de sus intercambiadores de calor y compró la máquina con el fin de procesar los caños a partir de un bobinado.

Gracias a ello se pudieron sacar nuevas conclusiones, evaluar la efectividad de los mecanismos planteados y planificar acciones correctivas.

- Debobinador:

En cuanto al sistema denominado debobinador surgieron dos inconvenientes. Uno el que se muestra en la Fig. 5-1. Cuando se comienza a finalizar el enderezado de una bobina, ésta tiende a descarrilar y escaparse del sistema. En consecuencia, se decidió extender las guías laterales para contener de mejor manera el rollo. Como contrapartida, se adicionó al sistema la incomodidad de tener que retirar dichas guías al momento de colocar una bobina nueva.



Figura 5-1. Modificación en contención de bobina.

Por otro lado, todo el conjunto debobinador debía acompañar la entrada del caño al resto de la máquina pudiendo permitir con liviandad el movimiento axial del mismo. El buje de bronce sobre el eje principal, no deslizó como se esperaba y provocó deformaciones adicionales sobre el caño. Como acción correctiva se optó por montar el sistema sobre un rodamiento lineal, disminuyendo el rozamiento, para solucionar dicho inconveniente.

- Mecanismo de corte:

El corte del caño se produjo dentro de lo esperado sin ningún imprevisto. Se pudo obtener un corte preciso y rápido. Las sujeciones del caño, tanto anterior como posterior funcionaron de manera correcta. La única precaución que hubo que tener es pulir bien las mordazas de sujeción para no rallar el caño.

- Sistema de enderezador:

Pequeñas variaciones en el posicionado de los rodillos de enderezado ocasionaron variaciones considerables en la flecha del caño obtenido. En el diseño original dichos rodillos se regulan a través de una varilla roscada de 1mm de paso. Al percibir dicho inconveniente se utilizó un comparador centesimal para establecer la ubicación y obtener el enderezado planteado en los objetivos (5 milímetros de flecha en longitudes de 5,5 metros).

Teniendo en cuenta la sensibilidad del posicionado de los rodillos, para futuras máquinas se recomienda optimizar dicho sistema, ya sea cambiando el método de posicionado o utilizando una varilla roscada de menor paso.

Además, se realizar los siguientes trabajos:

- ✓ Definición de rutas de fabricación: Se establecido para cada pieza con que maquina herramienta se iba a fabricar.
- ✓ Seguimiento: A medida que las piezas se iban construyendo se controlaron dimensionalmente.
- ✓ Montaje: Cada uno de los mecanismos que componen la máquina se montaron y además se controló su correcto funcionamiento.
- ✓ Puesta a punto: Se regularon los componentes necesarios para que cada conjunto cumpla con sus objetivos.
- ✓ Puesta en marcha: Una vez la máquina puesta en la fábrica del cliente se instruyó a los operarios de la misma, dándole todas las herramientas

necesarias para poder manejarla correctamente y que tenga un correcto funcionamiento.

Parte V

Apéndices

Apéndice 1

| AGUJERO BASE | | | | | | |
|---------------------|----------------|------------|----------------------------|--|---|----------------|
| TIPO | AGUJERO | EJE | CLASE | CARACTERISTICAS | APLICACIONES | ACABADO |
| Fino | H7 | s6/r6 | Prensado | Montaje a prensa , necesita seguro de giro para pares muy fuertes, gran adherencia sobre hierro fundido | Casquillos y coronas de bronce, acoplamiento de piñones y engranajes en ejes no desmontables, no utilizar sobre piezas de paredes finas | N6/N7 |
| | | n6 | Forzado duro | Montaje a martillo, de empleo cuando se requieren posicionamientos precisos con interferencia | Casquillos de bronce, manguitos en cubos, fijas para posicionado, casquillos guías de broca | N6/N7 |
| | | k6 | Forzado medio | Montaje a martillo, posicionado de precisión con un compromiso entre juego e interferencia | Rodamientos de bolas, discos de levas, poleas y volantes, manivelas | N6/N7 |
| | | j6 | Forzado ligero | Montaje ligero | Rodamientos de bolas, piezas de maquinas desmontables con frecuencia | N6/N7 |
| | | h6 | Deslizante con lubricación | Proporciona un acoplamiento ajustado para la situación de piezas estacionarias con montaje y desmontaje libre | Engranajes, piezas importantes de maquinas herramientas, ejes de lira | |
| | | g6 | Giratorio | Juego pequeño, no para girar con velocidad, pero si para giros libres y deslizamiento con posicionado preciso | Embolos, bridas, anillos de rodamientos | N6/N7 |
| | | f7 | Holgado | Juego mediano, para giros con velocidad en máquinas de precisión y para posicionamiento preciso con velocidades moderadas y presiones de apoyos de ejes | Cojinetes de bielas, ruedas dentadas, cajas de cambio | N6/N7 |
| Medio | H8 | h9 | Deslizante | | Poleas fijas, manivelas y acoplamiento deslizantes sobre el eje, ejes de contrapuntos | N7/N8 |
| | | e8 | Giratorio | Juego mediano | Piezas de motores, bombas ventiladores | N7/N8 |
| | | d9 | Holgado | Juego amplio, no de uso cuando es esencial la precisión pero bueno para grandes de variaciones de temperaturas con gran velocidad de giro y presión de apoyo de los ejes | Soportes de ejes, poleas locas | N7/N8 |
| Basto | H11 | h11 | Deslizante | | Piezas de maquinaria agrícola | N9/N10 |
| | | d9 | Giratorio | Juego mediano | Ejes de movimiento longitudinal, aros, palancas, manivelas desmontables | N9/N10 |
| | | e11 | Holgado | Juego amplio | Cojinetes de máquinas domésticas, pasadores, ejes. | N9/N10 |
| | | a11 | Muy holgado | Ajustes muy amplios para tolerancias de miembros externos | Locomotoras, cojinetes de cajas de freno, alojamientos de cabezas de tornillos | N9/N10 |

| EJE BASE | | | | | | |
|----------|-----|---------|----------------------------|--|--|---------|
| TIPO | EJE | AGUJERO | CLASE | CARACTERISTICAS | APLICACIONES | ACABADO |
| Fino | h6 | S7/R7 | Prensado | Montaje a prensa , necesita seguro de giro para pares muy fuertes, gran adherencia sobre hierro fundido | Casquillos y coronas de bronce, acoplamientos de piñones y engranajes en ejes no desmontables, no utilizar sobre piezas de paredes finas | N6/N7 |
| | | N7 | Forzado duro | Montaje a martillo, de empleo cuando se requieren posicionamientos precisos con interferencia | Casquillos de bronce, manguitos en cubos, fijas para posicionado, casquillos guías de broca | N6/N7 |
| | | K7 | Forzado medio | Montaje a martillo, posicionado de precisión con un compromiso entre juego e interferencia | Rodamientos de bolas, discos de levas, poleas y volantes, manivelas | N6/N7 |
| | | J7 | Forzado ligero | Montaje ligero | Rodamientos de bolas, piezas de maquinas desmontables con frecuencia | N6/N7 |
| | | H7 | Deslizante con lubricación | Proporciona un acoplamiento ajustado para la situación de piezas estacionarias con montaje y desmontaje libre | Engranajes, piezas importantes de maquinas herramientas, ejes de lira | |
| | | G7 | Giratorio | Juego pequeño, no para girar con velocidad, pero si para giros libres y deslizamiento con posicionado preciso | Embolos, bridas, anillos de rodamientos | N6/N7 |
| | | F8 | Holgado | Juego mediano, para giros con velocidad en máquinas de precisión y para posicionamiento preciso con velocidades moderadas y presiones de apoyos de ejes | Cojinetes de bielas, ruedas dentadas, cajas de cambio | N6/N7 |
| Medio | h9 | H9 | Deslizante | | Poleas fijas, manivelas y acoplamientos deslizantes sobre el eje, ejes de contrapuntos | N7/N8 |
| | | E9 | Giratorio | Juego mediano | Piezas de motores, bombas ventiladores | N7/N8 |
| | | D10 | Holgado | Juego amplio, no de uso cuando es esencial la precisión pero bueno para grandes de variaciones de temperaturas con gran velocidad de giro y presión de apoyo de los ejes | Soportes de ejes, poleas locas | N7/N8 |
| Basto | h11 | H11 | Deslizante | | Piezas de maquinaria agrícola | N9/N10 |
| | | D10 | Giratorio | Juego mediano | Ejes de movimiento longitudinal, aros, palancas, manivelas desmontables | N9/N10 |
| | | E11 | Holgado | Juego amplio | Cojinetes de máquinas domésticas, pasadores, ejes. | N9/N10 |
| | | A11 | Muy holgado | Ajustes muy amplios para tolerancias de miembros externos | Locomotoras, cojinetes de cajas de freno, alojamientos de cabezas de tornillos | N9/N10 |

Apéndice 2

Barras laminadas uso mecánico

Estas barras poseen características que las hacen aptas para su empleo en aplicaciones como la trefilación, el mecanizado y forjas de menor exigencia.

Los derivados de estos productos se emplean en las principales industrias como la automotriz, la agroindustria y la metalmeccánica.

Características metalúrgicas

| | | | | |
|------------------------------------|--|-----|--------------|-----|
| Tamaño de grano austenítico | S/ ASTM E 112 S ≥ 8 Método: Mc Quid Ebn Método: Oxidación | | | |
| Microinclusiones | S/ ASTM E 45 Método A Valores máximos | | | |
| | Serie Fina | | Serie Gruesa | |
| | A | B | C | D |
| | 2.5 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |

Secciones

Barras redondas
Barras hexagonales

Medidas nominales

Barras redondas

| Dn (Diámetro nominal) | | | | | |
|-----------------------|------------|------|------------|------|------------|
| (mm) | (pulgadas) | (mm) | (pulgadas) | (mm) | (pulgadas) |
| 15.9 | 5/8 | 46.0 | 1 - 13/16 | 81.0 | 3 - 3/16 |
| 17.5 | 11/16 | 47.6 | 1 - 7/8 | 82.5 | 3 - 1/4 |
| 19.1 | 3/4 | 49.2 | 1 - 15/16 | 84.1 | 3 - 5/16 |
| 20.6 | 13/16 | 50.8 | 2 | 87.3 | 3 - 7/16 |
| 22.2 | 7/8 | 52.4 | 2 - 1/16 | 88.9 | 3 - 1/2 |
| 23.8 | 15/16 | 54.0 | 2 - 1/8 | | |
| 25.4 | 1 | 55.6 | 2 - 3/16 | | |
| 27.0 | 1 - 1/16 | 57.1 | 2 - 1/4 | | |
| 28.6 | 1 - 1/8 | 58.7 | 2 - 5/16 | | |
| 30.2 | 1 - 3/16 | 60.3 | 2 - 3/8 | | |
| 31.8 | 1 - 1/4 | 61.9 | 2 - 7/16 | | |
| 33.3 | 1 - 5/16 | 63.5 | 2 1/2 | | |
| 34.9 | 1 - 3/8 | 66.5 | 2 - 5/8 | | |
| 36.5 | 1 - 7/16 | 69.8 | 2 - 3/4 | | |
| 38.1 | 1 - 1/2 | 71.4 | 2 - 13/16 | | |
| 39.7 | 1 - 9/16 | 73.0 | 2 - 7/8 | | |
| 41.3 | 1 - 5/8 | 74.6 | 2 - 15/16 | | |
| 42.8 | 1 - 11/16 | 76.2 | 3 | | |
| 44.4 | 1 - 3/4 | 77.8 | 3 - 1/16 | | |

Barras hexagonales (1)

| EC (Entre cara) | | | |
|-----------------|------------|------|------------|
| (mm) | (pulgadas) | (mm) | (pulgadas) |
| 19.1 | 3/4 | 31.8 | 1 - 1/4 |
| 20.6 | 13/16 | 33.3 | 1 - 5/16 |
| 22.2 | 7/8 | 34.9 | 1 - 3/8 |
| 23.8 | 15/16 | 36.5 | 1 7/16 |
| 25.4 | 1 | 38.1 | 1 - 1/2 |
| 27.0 | 1 - 1/16 | 39.7 | 1 - 9/16 |
| 28.6 | 1 - 1/8 | 41.3 | 1 - 5/8 |
| 30.2 | 1 - 3/16 | 42.8 | 1 - 11/16 |

(1) Barras laminadas mayores a 42,8 mm bajo pedido.

Consulte la posibilidad de producción de otras medidas.

09

Aceros disponibles en este producto

Aceros al carbono
1010X – 1020X – 1026X – 1040X – 1045X

Composición química según Tabla 1

Consulte la posibilidad de producción de otros aceros.

Rectitud

Rectitud máxima (acumulable): 4 mm/m

Tolerancias en medida

| Diámetro / Entre cara (mm) | Tolerancia estándar (mm) | Ovalización/ Dif. entre caras Máxima (mm) |
|----------------------------|--------------------------|---|
| 15.9<Dn≤18.0 | +/- 0.35 | 0.52 |
| 18.0<Dn≤30.0 | +/- 0.42 | 0.63 |
| 30.0<Dn≤50.0 | +/- 0.50 | 0.75 |
| 50.0<Dn≤80.0 | +/- 0.60 | 0.90 |
| 80.0<Dn≤88.9 | +/- 1.10 | 1.65 |

Tipos de corte

Corte de cizalla de fraccionamiento en caliente.
Observaciones: consultar por otros tipos de corte.

Largos y tolerancias

| Sección | Dn (mm) | Largo estándar (mm) | Tolerancia (mm) |
|-----------|----------------|---------------------|-----------------|
| | Dn ≤ 63.50 | 6000 (2) | 0/+100 |
| Redondos | 63.5<Dn ≤ 88.9 | 5000 a 7000 | - |
| Hexagonos | EC ≤ 42.80 | 6000 (2) | 0/+100 |

(2) Paquetes con barras cortas hasta 10% en largos mayores a 4.0 m

Observaciones: otros largos entre 6.0 y 12.0 m pueden ser fabricados por consulta previa.
Largos fijos distintos de 6.0 m, paquetes con 10% de barras cortas con largo mínimo del 75% del fijo.

Acondicionado e identificación

Peso: paquetes de 2.000 kg, aproximadamente
(Otros pesos de paquetes pueden ser acordados)

Identificación: 2 chapas con etiqueta

Planchuelas laminadas

Usos y aplicaciones:

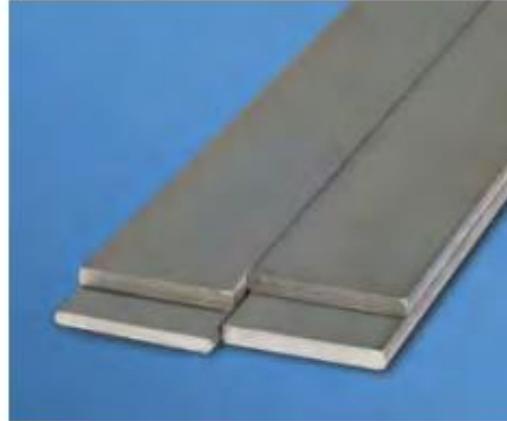
Los usos que tiene este producto son muy variados:

Construcción: platabandas, refuerzos, rejas, cercos, herrería en general.

Agro: elementos estructurales para maquinaria e implementos agrícolas.

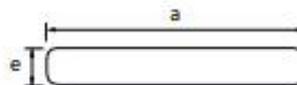
Industria: para fabricación de maquinarias y herramientas, e industria metalúrgica en general.

Industria Automotriz: para la fabricación de acoplados, semiremolques y autopiezas.



| Ancho a | | Espesor e | | | | | | | | | |
|---------|-------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|--|
| ulg. | mm | 1/8" 3.2 mm | 3/16" 4.8 mm | 1/4" 6.4 mm | 5/16" 7.9 mm | 3/8" 9.5 mm | 1/2" 12.7 mm | 5/8" 15.9 mm | 3/4" 19.0 mm | 1" 25.4 mm | |
| 1/2 | 12,7 | 0,32 | 0,48 | 0,64 | | | | | | | |
| 5/8 | 15,9 | 0,40 | 0,60 | 0,79 | | | | | | | |
| 3/4 | 19,0 | 0,48 | 0,72 | 0,95 | 1,18 | 1,42 | | | | | |
| 7/8 | 22,2 | 0,56 | 0,84 | 1,12 | 1,38 | | | | | | |
| 1 | 25,4 | 0,64 | 0,96 | 1,28 | 1,58 | 1,89 | 2,53 | | | | |
| 1 1/4 | 31,8 | 0,80 | 1,20 | 1,60 | 1,97 | 2,37 | 3,17 | | | | |
| 1 1/2 | 38,1 | 0,96 | 1,44 | 1,91 | 2,36 | 2,84 | 3,80 | | | | |
| 1 3/4 | 44,5 | 1,12 | 1,68 | 2,24 | 2,76 | 3,32 | 4,44 | | | | |
| 2 | 50,8 | 1,28 | 1,91 | 2,55 | 3,15 | 3,79 | 5,06 | 6,34 | 7,58 | | |
| 2 1/4 | 57,2 | 1,44 | 2,16 | 2,87 | 3,55 | | | | | | |
| 2 1/2 | 63,5 | 1,60 | 2,39 | 3,19 | 3,97 | 4,74 | 6,33 | 7,93 | 9,52 | 12,66 | |
| 3 | 76,2 | 1,91 | 2,87 | 3,83 | 4,73 | 5,68 | 7,60 | 9,51 | 11,37 | 15,19 | |
| 3 1/2 | 88,9 | 2,23 | 3,35 | 4,47 | 5,51 | | | | | | |
| 4 | 101,6 | 2,55 | 3,83 | 5,10 | 6,30 | 7,58 | 10,13 | 12,68 | 15,15 | 20,26 | |
| 5 | 127,0 | 3,19 | 4,79 | 6,38 | 7,88 | 9,47 | 12,66 | 15,85 | 18,94 | 25,32 | |
| 6 | 152,4 | 3,82 | 5,73 | 7,64 | 9,45 | 11,37 | 15,19 | 19,02 | 22,73 | 30,39 | |

Los valores de la tabla indican peso por unidad de longitud: kg/m.



Normas de cumplimiento

| | Normas de cumplimiento | Correspondencia con otras normas |
|--|--|---|
| Dimensiones y tolerancias | RAM-IAS U500-657/06 | |
| Material por análisis químico | RAM-IAS U500-600/03 | |
| Material por características mecánicas | Grados 1010, 1016, 1026, 1045, 1065 y 1518 | |
| Largos | RAM-IAS U500-503/03 grados F-24 Grado F-26 y F-36 bajo pedido | F-24: es similar a DIN 10025 / 94 Grado S 235 F-36: es similar a DIN 10025 / 94 Grado S 355 F-26: es similar a ASTM A - 36 / 00 F-36: es similar a ASTM A - 572 / 00Grado 50 |
| Peso del paquete | 6 metros para medidas menores a 3" 6 a 8 metros para medidas iguales o mayores a 3" excepto 5"x3/4" y 4"x1" las cuales se fabrican en largo de 5 a 7 metros. Largos especiales consultar. | |
| Rectitud | 2000 kg, aproximadamente Menor o igual a 4 mm / m | |



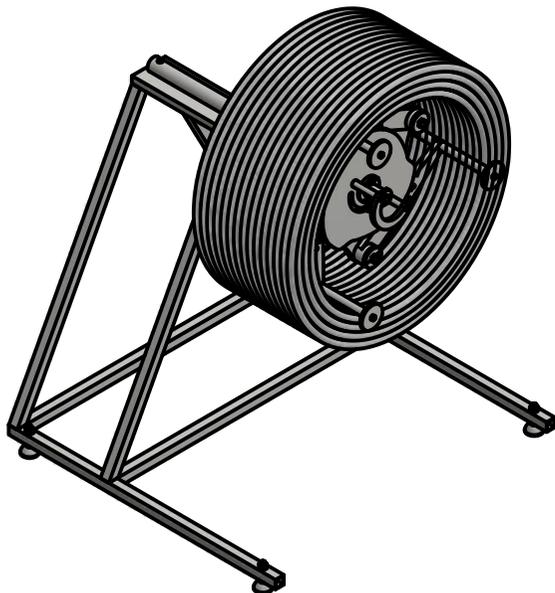
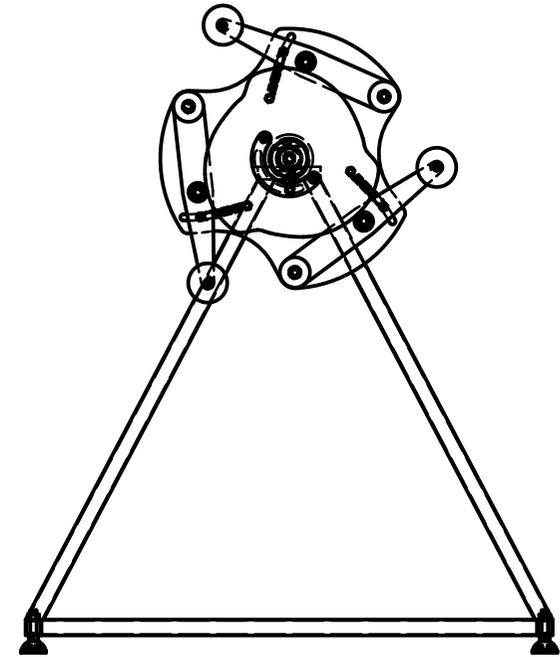
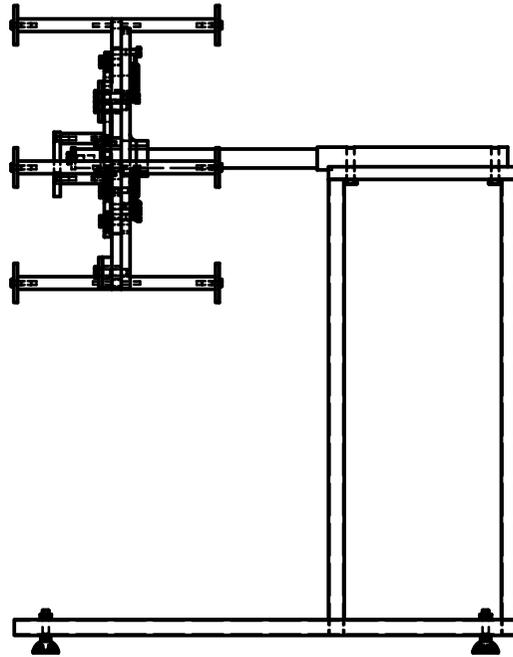
Apéndice 3

Tabla 9.1.

| Material | E MPa | G MPa | σ_f MPa | σ_u MPa | ε_f % | %RA |
|-------------------|-----------|----------|-------------------|-------------------|----------------------|-----|
| Acero AISI 1020 | ~205000 | ~79000 | 260 | 450 | 35 | 60 |
| Acero AISI 1045 | | | 430 | 740 | | 25 |
| Al. 2024-T4 | 73000 | ~28000 | 305 | 480 | 20 | 35 |
| Al. 7075-T6 | 71000 | | 470 | 580 | 12 | 35 |
| Ti-6Al-4V | 110000 | | ~900 | ~965 | 19 | 45 |
| Fundición nodular | 160000 | ~45000 | 350 | 450 | 15 | 20 |
| Epoxy | 2400 | | -- | 25-90 | 3-6 | |
| Acrílico, PMMA | 2300-3200 | | 55-75 | 48-75 | 2-6 | |
| Nylon 6 | 2600-3200 | | 90 | 40-165 | 30-100 | |
| Polycarbonato, PC | 2500 | | 62 | 63-72 | 110-150 | |
| Poliestireno | 1100-2600 | | 14-42 | 13-44 | 20-65 | |
| PVC | 2400-4100 | | 40-45 | 41-52 | 40-80 | |

Bibliografía

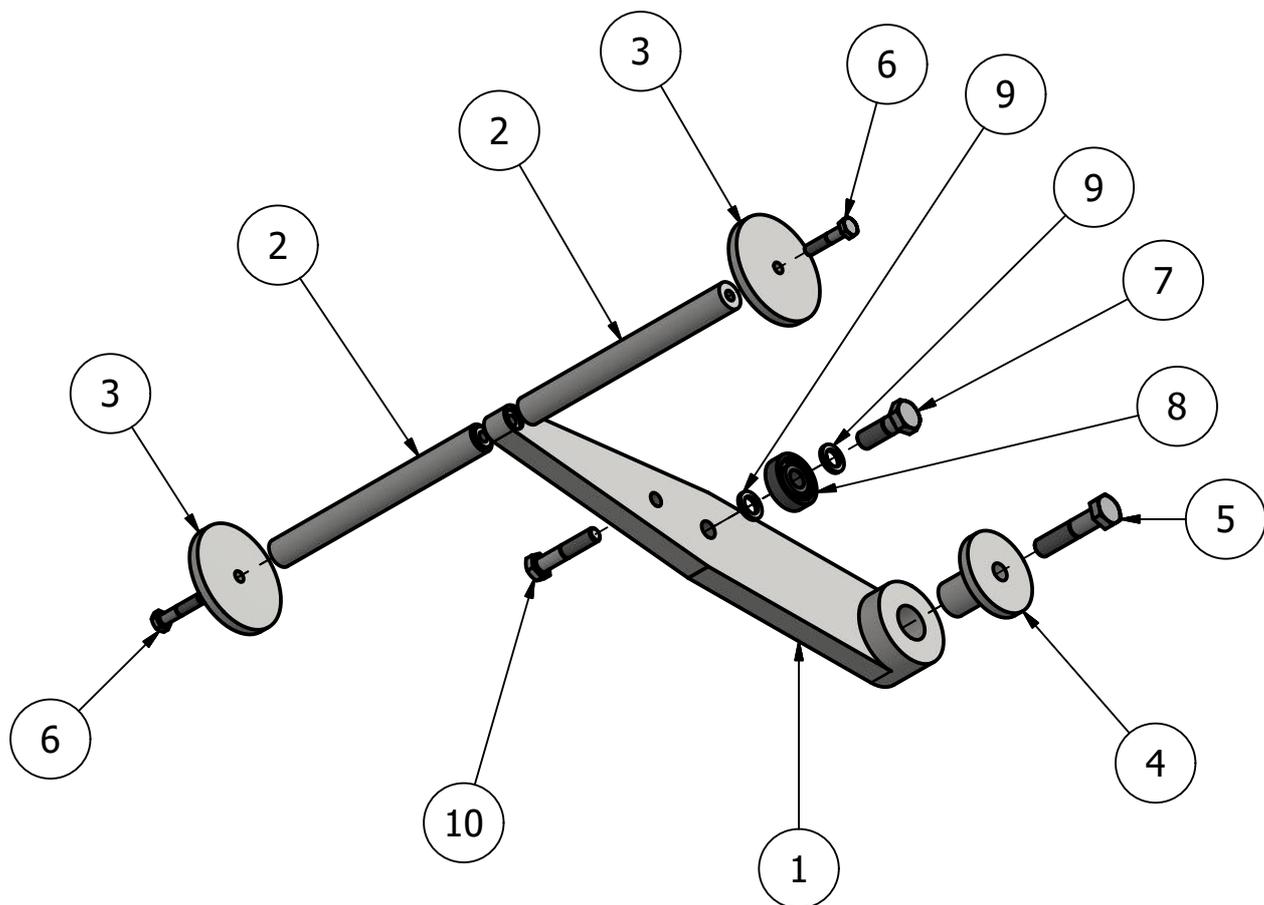
- [1] TRIANGULARSA, <http://triangularsa.com.ar/calefaccion-central/intercambiador-de-calor/intercambiador-calor>.
- [2] SKF, <http://www.skf.com/ar>.
- [3] Festo, <https://www.festo.com>.
- [4] Sandvik, <https://www.sandvik.coromant.com>.
- [5] Mischke, J.E. Shigley y C.R., “Diseño en Ingeniería Mecánica”, McGraw Hill 2002.
- [6] Beatransmision, <http://www.beatransmision.com>.
- [7] Otia, <http://www.otia.com.ar/otia/CATALOGO%2006-2005.pdf>.
- [8] R. Acindar, www.acindar.com.ar.
- [9] Mectrol, Seleccin de correas.
- [10] Sidercon, http://www.sidercon.com/include/pd_f/estCuadrados.pdf.
- [11] Siderar, <http://www.centrosider.com.ar/img/download/pdf/planchuelas.pdf> / <http://www.acindar.com.ar/pdf/catalogo-industria-2011.pdf>.
- [12] M. D. Chapetti, Mecanica de Materiales, 2010.
- [13] Analysis and development of a program of fase selection of factors of safety, for designo f mechanical, Agosto 2007.



| | | | | | | | | |
|------------------------------|--|--|--------------------|-------|---|--|-----------------------|---|
| Material de partida [mm]: | | | Nombre | | Fecha | | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> |
| | | | Dibujó: | | 25/04/16 | | | |
| Observaciones: | | | Orengia Nicolás | | CONJUNTO: DEBOBINADOR VISTAS GENERALES | | | Cantidad: - |
| | | | Nº revisión: - | | | | | Material: - |
| Tol. | | | Ejes | | Escala: 1:12 | | | Hoja: 1 /21 |
| | | | Agujeros | | | | | |
| Decimal | | | +0 | +0,2 | Tol. gral: | | | |
| Centesima | | | -0,2 | -0 | | | | |
| | | | +0 | +0,03 | | | | |
| | | | -0,03 | -0 | | | | |



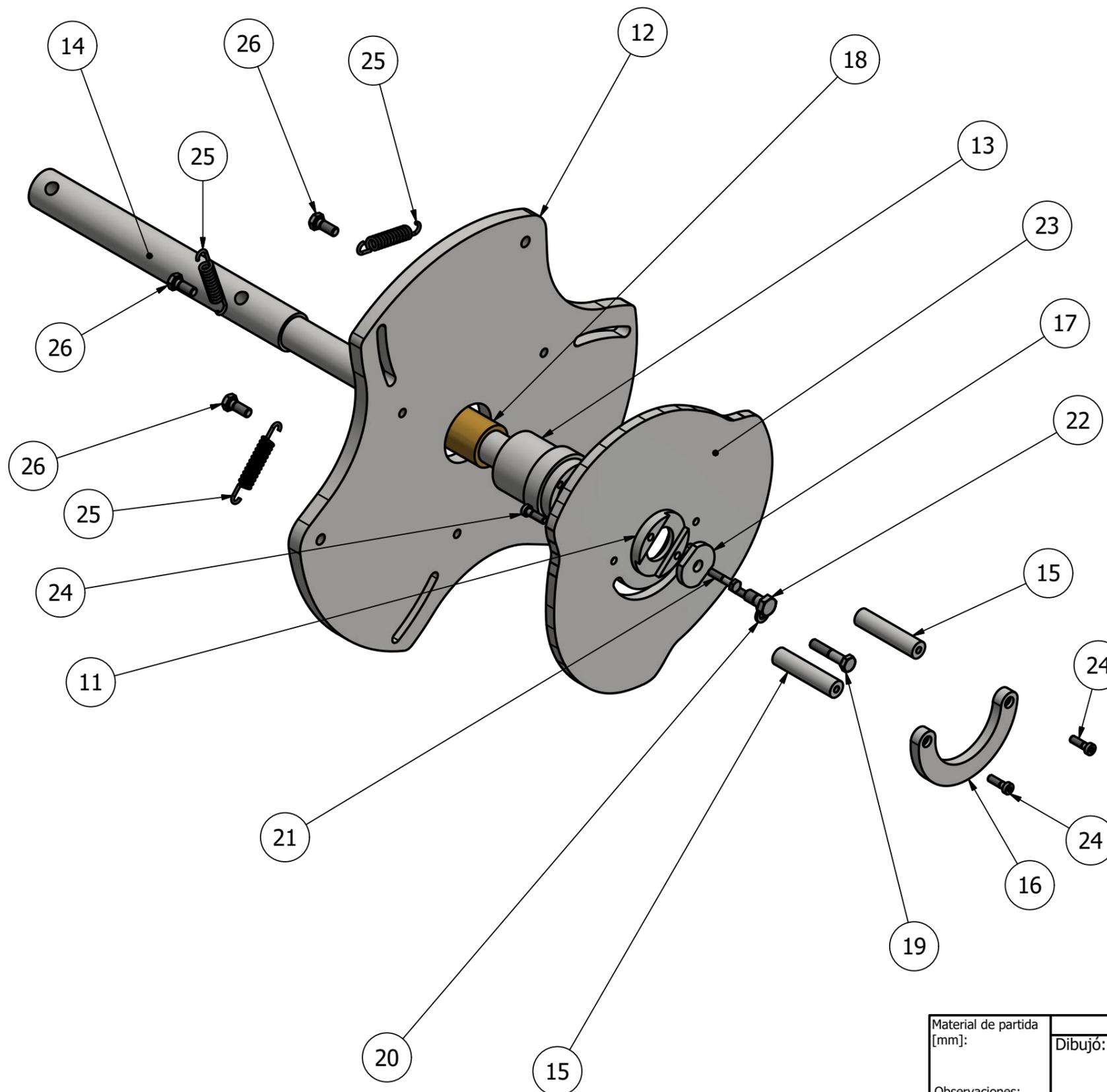
| | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|----------|----------------|--|---|----------|-----------------------|---|--|---------------|--|
| Material de partida [mm]: | | | Nombre | | Fecha | | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | | | |
| | | | Dibujó: | | Orengia Nicolás | 16/04/16 | | | | | |
| Observaciones: | | | Nº revisión: - | | CONJUNTO: DEBOBINADOR VISTA ISOMETRICA | | | Cantidad: - | | | |
| | | | Escala: 1:7 | | | | | Material: - | | | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | Hoja: 2 /21 | | Código: 01-01 | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | | | | |
| | -0,2 | -0 | Tol. gral: | | | | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | | | | |



LISTADO DE COMPONENTES

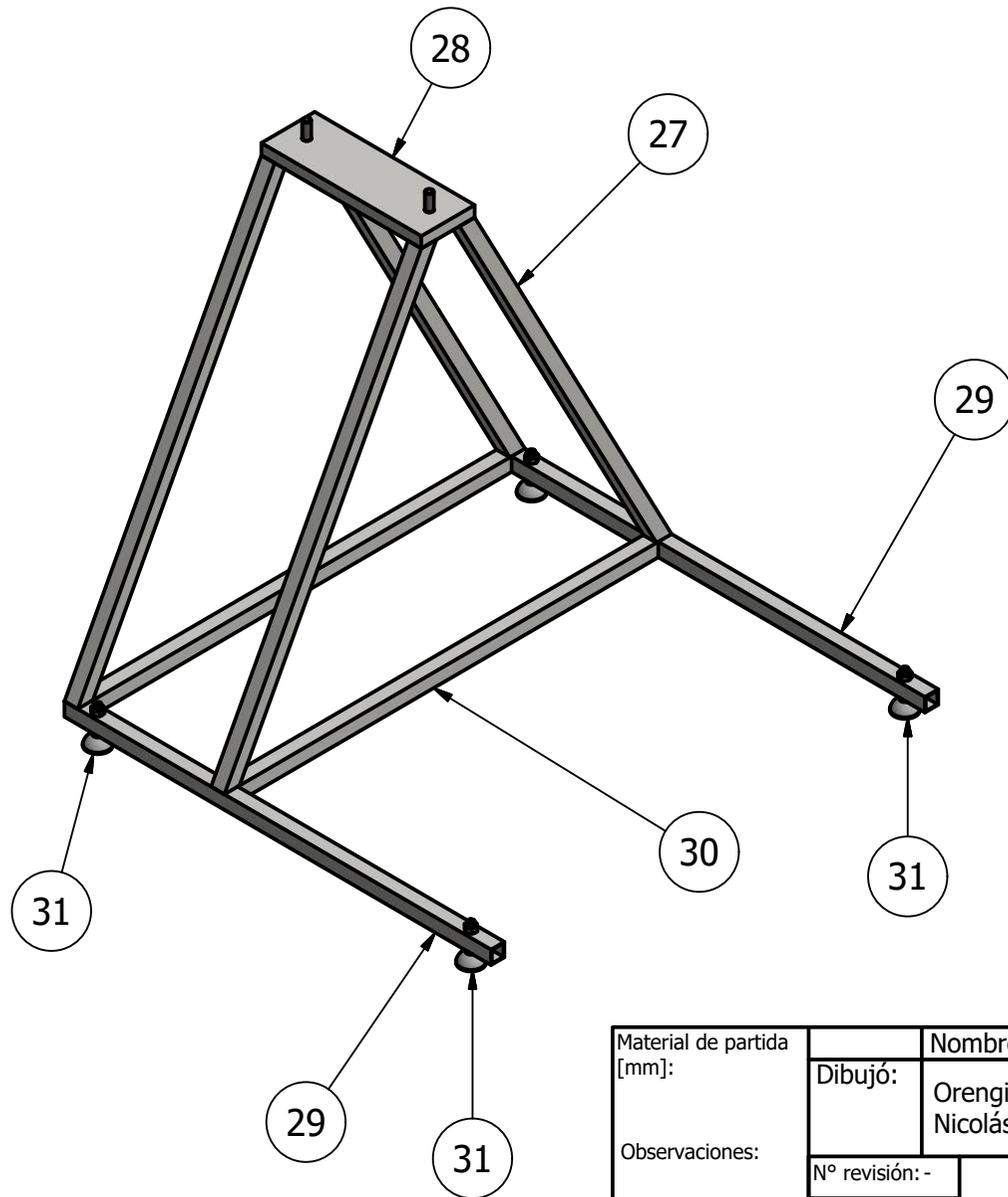
| Ítem | Código | Cant. | Componente |
|------|----------|-------|--------------------------------------|
| 10 | - | 1 | Tornillo cabeza hexagonal M8x1,25x40 |
| 9 | 01-01-14 | 2 | Separador de seguidor |
| 8 | - | 1 | Rodamiento SKF 6200 |
| 7 | - | 1 | Tornillo cabeza hexagonal M10x1,5x28 |
| 6 | - | 2 | Tornillo cabeza hexagonal M6x1x30 |
| 5 | - | 1 | Tornillo cabeza hexagonal M10x1,5x45 |
| 4 | 01-01-03 | 1 | Buje |
| 3 | 01-01-04 | 2 | Tope de bobina |
| 2 | 01-01-05 | 2 | Cilindro de apoyo de bobina |
| 1 | 01-01-02 | 1 | Brazo |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|---|----------|-----------------------|---|------|----------|---------|----|------|--|------|----|------------|----|-------|--|-------|----|-------------|
| Material de partida [mm]: | Dibujó: | Nombre | Fecha | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Observaciones: | Orengia Nicolás | 15/04/16 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº revisión: - | | CONJUNTO: DEBOBINADOR SUBCONJUNTO: BRAZO | | | Cantidad: 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Escala: 1:4 | | | | | Material: | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>Tol.</td> <td>Ejes</td> <td>Agujeros</td> </tr> <tr> <td>Decimal</td> <td>+0</td> <td>+0,2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-0,2</td> <td>-0</td> </tr> <tr> <td>Centesimal</td> <td>+0</td> <td>+0,03</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-0,03</td> <td>-0</td> </tr> </table> | | | | | Tol. | Ejes | Agujeros | Decimal | +0 | +0,2 | | -0,2 | -0 | Centesimal | +0 | +0,03 | | -0,03 | -0 | Hoja: 3 /21 |
| Tol. | Ejes | | | | Agujeros | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,2 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tol. gral: | | Código: 01-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



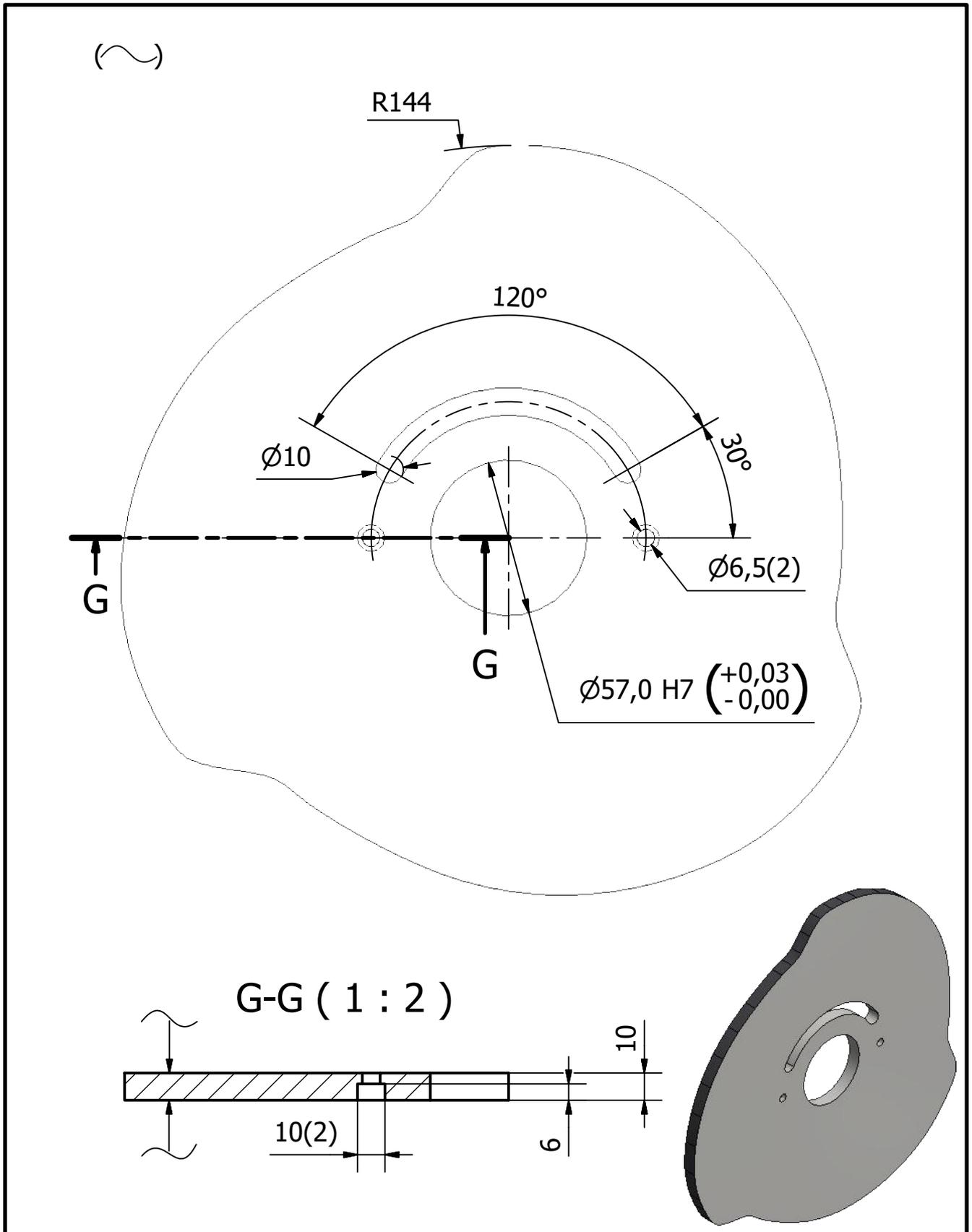
| LISTADO DE COMPONENTES | | | |
|------------------------|----------|-------|--------------------------------------|
| Ítem | Código | Cant. | Componente |
| 26 | - | 3 | Tornillo cabeza hexagonal M8x1,25x20 |
| 25 | - | 3 | Muelle |
| 24 | - | 4 | Tornillo Allen M6x1x20 |
| 23 | 01-01-01 | 1 | Leva |
| 22 | - | 1 | Tornillo cabeza hexagonal M10x1,5x20 |
| 21 | - | 2 | Tornillo cabeza hexagonal M6x1x28 |
| 20 | - | 1 | Arandela M8 |
| 19 | - | 1 | Tornillo cabeza hexagonal M8x1,25x40 |
| 18 | 01-01-13 | 1 | Cojinete madre |
| 17 | 01-01-09 | 1 | Anclaje macho |
| 16 | 01-01-08 | 1 | Mango |
| 15 | 01-01-07 | 2 | Columna manija |
| 14 | 01-01-10 | 1 | Eje |
| 13 | 01-01-11 | 1 | Masa porta buje |
| 12 | 01-01-12 | 1 | Soporte de brazos |
| 11 | 01-01-06 | 1 | Anclaje hembra |

| | | | | | |
|---------------------------|----------------|-----------------|----------|--|---|
| Material de partida [mm]: | Dibujó: | Nombre | Fecha | Proyecto Final | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> |
| | Observaciones: | Orengia Nicolás | 15/04/16 | | |
| Nº revisión: - | | | | CONJUNTO: DEBOBINADOR MECANISMO PRINCIPAL | Cantidad: 1 |
| Escala: 1:4 | | | | | Material: - |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | Hoja: 4 /21 |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | Tol. gral: |
| | -0,2 | -0 | | | |
| Centesima | +0 | +0,03 | | | |
| | -0,03 | -0 | | | |



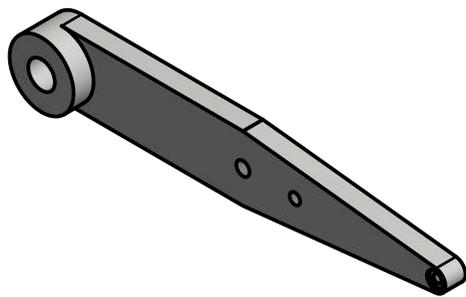
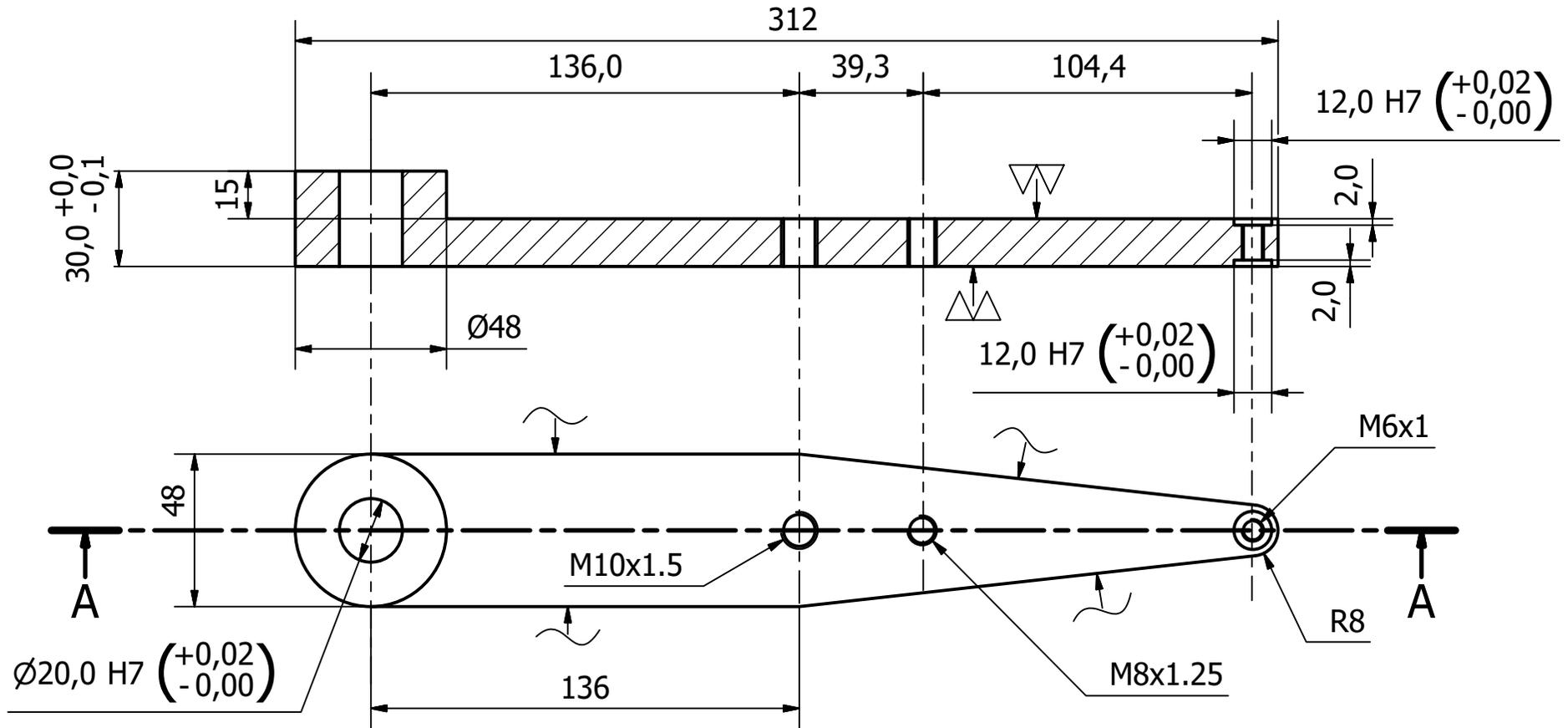
| LISTADO DE COMPONENTES | | | |
|------------------------|----------|-------|---------------------------------------|
| Ítem | Código | Cant. | Componente |
| 32 | - | 2 | Tornillo cabeza hexagonal M12x1,75x50 |
| 31 | - | 4 | Elemento de soporte y nivelacion |
| 30 | 01-01-15 | 2 | Soporte bobina estructural base 2 |
| 29 | 01-01-18 | 2 | Soporte bobina estructural base 1 |
| 28 | 01-01-17 | 1 | Soporte bobina estructural apoyo |
| 27 | 01-01-16 | 4 | Soporte bobina estructural |

| | | | | | |
|---------------------------|----------------|-----------------|----------|-----------------------------------|---|
| Material de partida [mm]: | Dibujó: | Nombre | Fecha | Proyecto Final | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> |
| | Observaciones: | Orengia Nicolás | 16/04/16 | | |
| N° revisión: - | | | | CONJUNTO: DEBOBINADOR BASE | Cantidad: 1 |
| Escala: 1:10 | | | | | Material: |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | Hoja: 5 /21 |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | Tol. gral: |
| | -0,2 | -0 | | | |
| Centesima | +0 | +0,03 | | | |
| | -0,03 | -0 | | | |



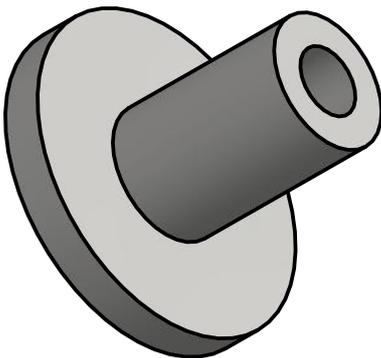
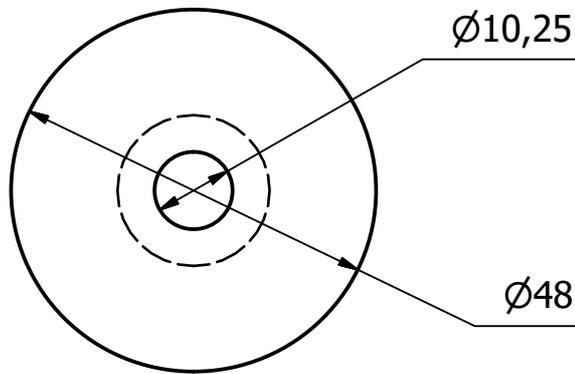
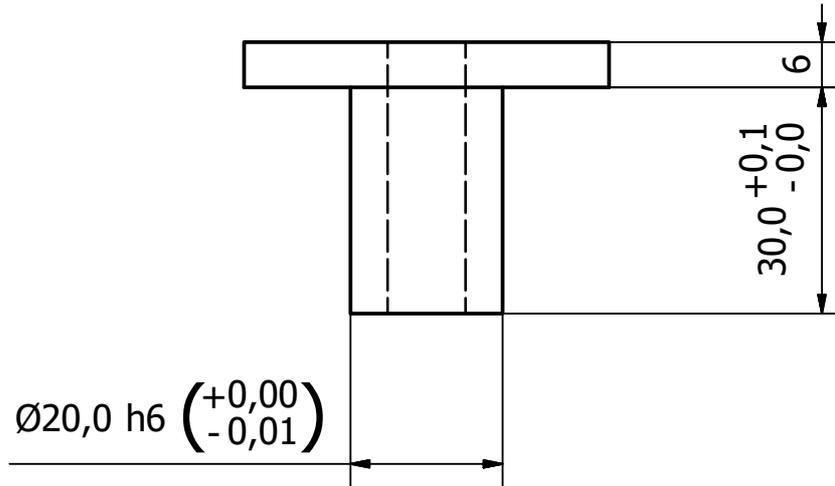
| | | | | | | |
|--|----------------|---------------------------|----------|-----------------------|---|---------------|
| Material de partida [mm]: | Dibujó: | Nombre | Fecha | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | |
| | | Orengia Nicolás | 10/11/15 | | | |
| Observaciones: Corte por pantógrafo | Nº revisión: 1 | DEBOBINADOR - LEVA RADIAL | | | Cantidad: 1 | |
| | Escala: 1:2 | | | | Material: | |
| Tol. | Ejes | | | | Agujeros | Hoja: 6 /21 |
| Decimal | +0 | | | | +0,2 | Código: 01-01 |
| | -0,2 | -0 | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | |
| Tol. gral: | | | | | | |
| | | +1 -1 | | | | |

A-A (1 : 2)



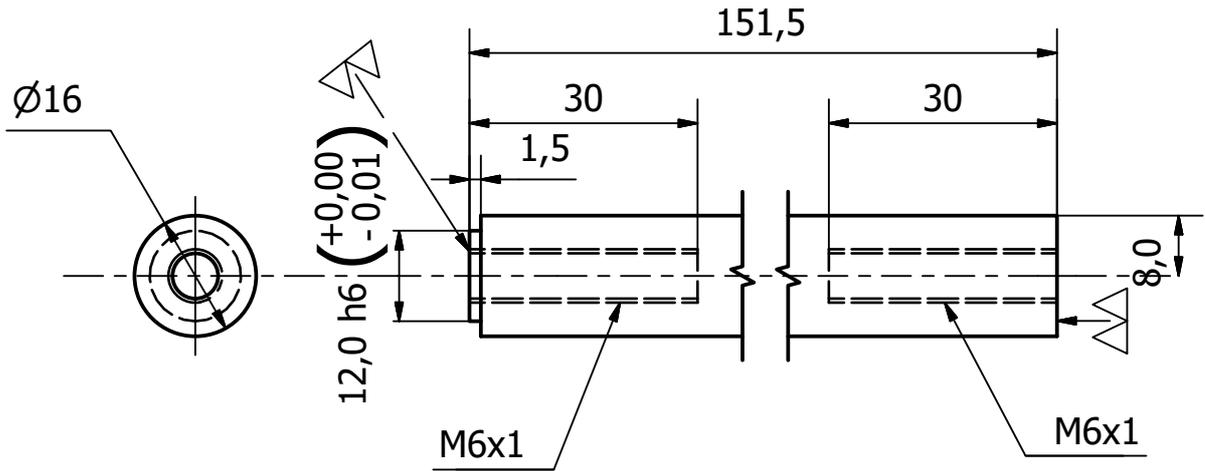
| | | | | | | | | | |
|---|--|--|-------------------------------|--|-------------|--|-----------------------|---|--|
| Material de partida [mm]: 50,8*33*317 | | | Nombre | | Fecha | | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | |
| Observaciones: Corte por Pantografo | | | Dibujó: Orengia Nicolás | | 12/11/15 | | | Cantidad: 3 | |
| Tol. Ejes Agujeros | | | N° revisión: 1 | | Escala: 1:2 | | Material: SAE 1010 | | |
| Decimal | | | Tol. gral: | | +1 -1 | | Hoja: 7 /21 | | |
| Centésima | | | DEBOBINADOR - BRAZO | | | | Código: 01-02 | | |

(▽▽)

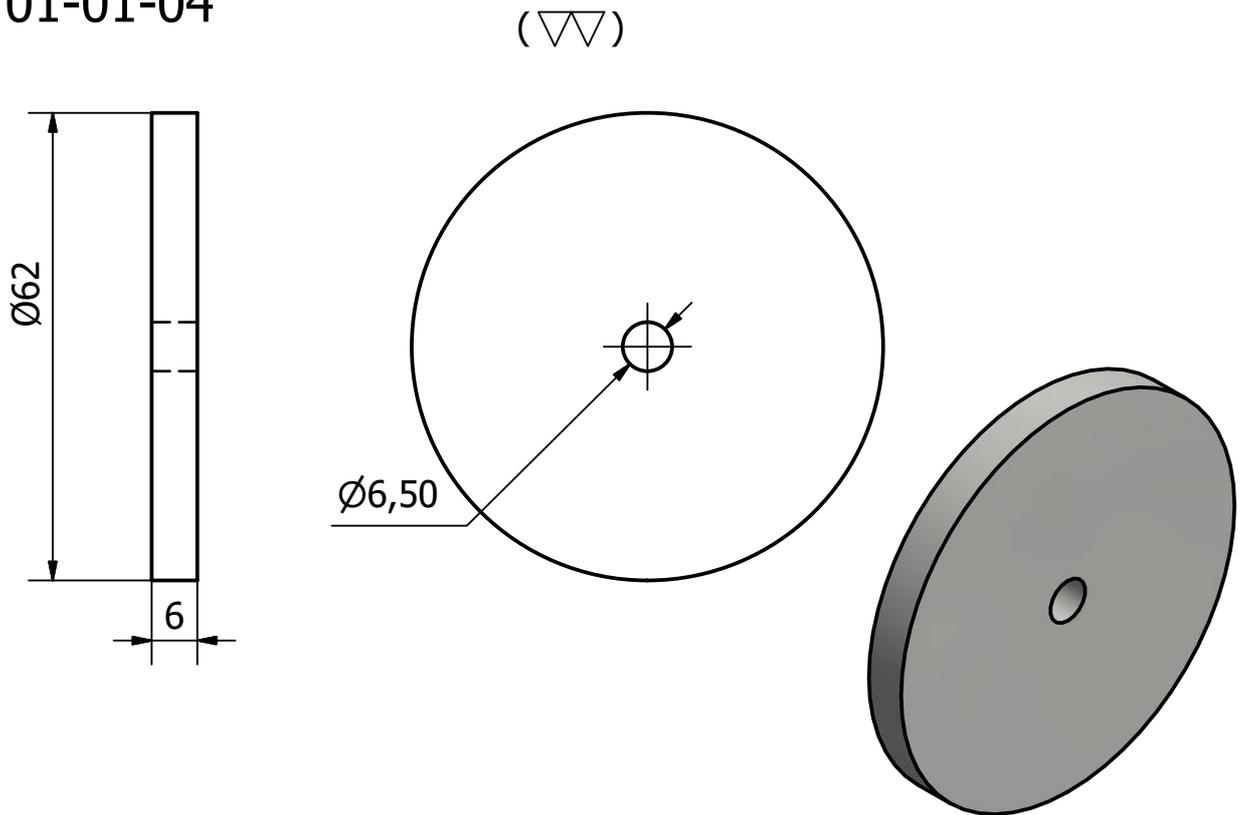


| | | | | | | | | | |
|--|--|---------------|--------------------|---------------|---------------------------------|--|-----------------------|---|--|
| Material de partida [mm]: $\varnothing 50,8 \times 126$ | | | Nombre | | Fecha | | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | |
| | | | Dibujó: | | 10/11/15 | | | | |
| Observaciones: | | | Orengia Nicolás | | DEBOBINADOR - COJINETE BRAZO | | | Cantidad: 3 | |
| | | | N° revisión: 1 | | | | | Material: SAE 1010 | |
| Escala: 1:1 | | Hoja: 8 /21 | | | | | | | |
| Tol. Ejes | | Tol. agujeros | | Código: 01-03 | | | | | |
| Agujeros | | | | | | | | | |
| Decimal | | +0 +0,2 | | | | | | | |
| | | -0,2 -0 | | | | | | | |
| Centesimal | | +0 +0,03 | | | | | | | |
| | | -0,03 -0 | | | | | | | |
| | | | Tol. gral: | | | | | | |
| | | | +1 | | | | | | |
| | | | -1 | | | | | | |

01-01-05



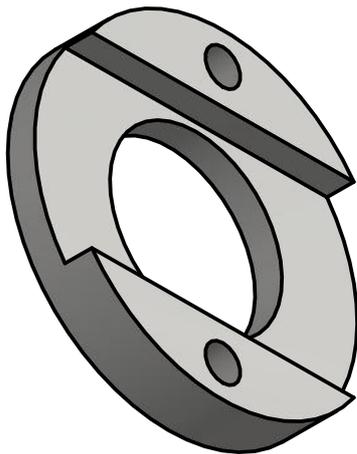
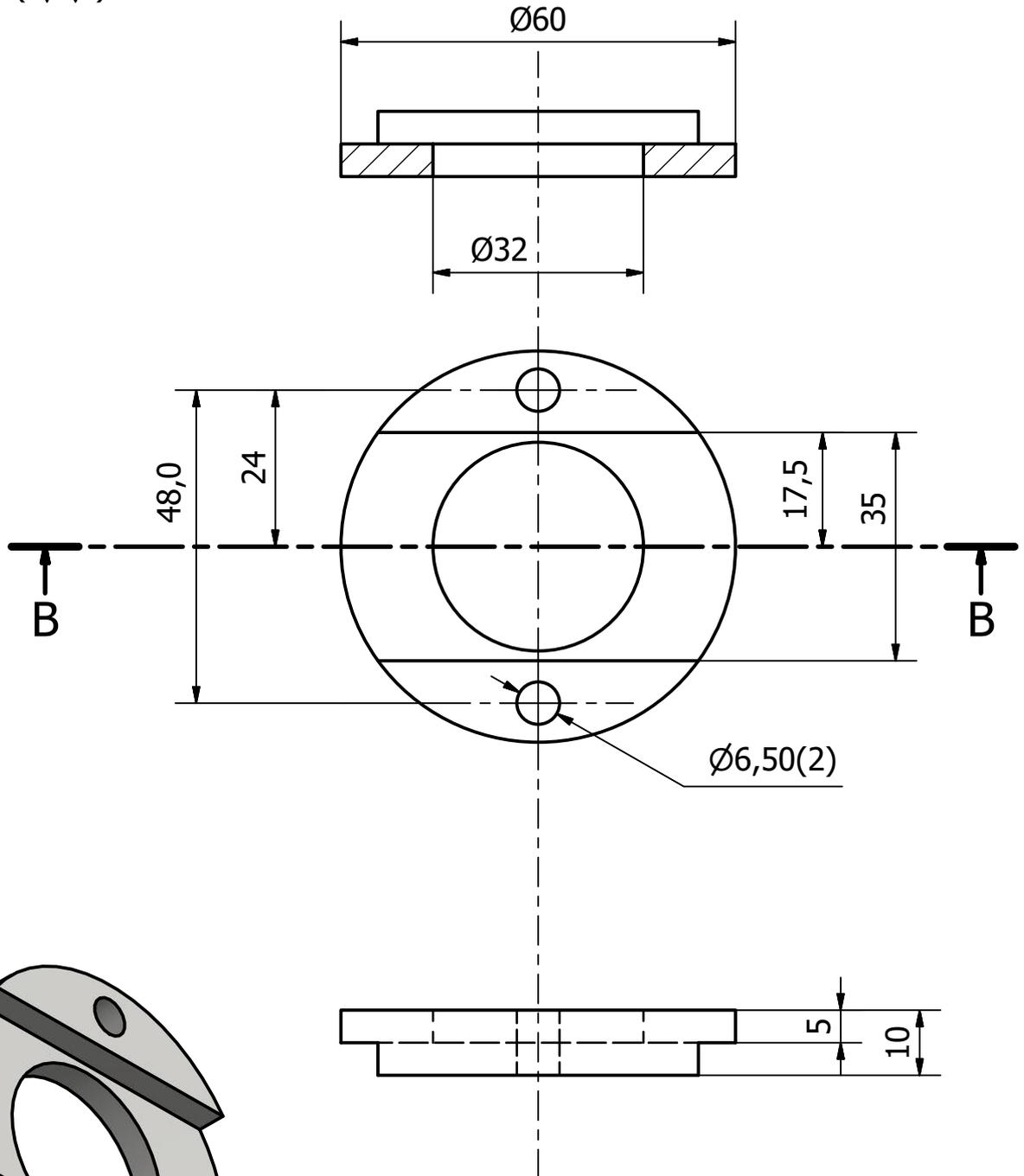
01-01-04



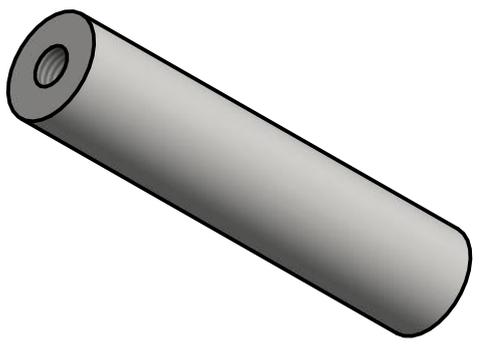
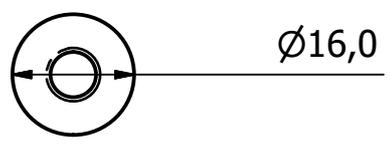
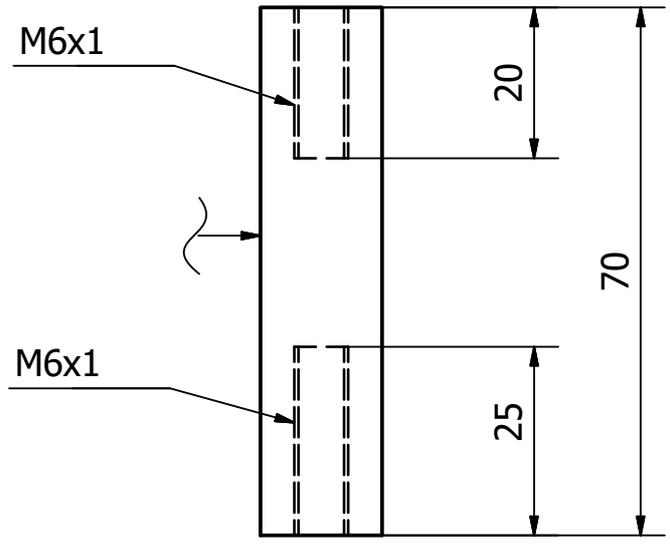
| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------|----------------|----------|---|-------|-----------------------|---|--------------------|---------------------------------|------------------|--|--|
| Material de partida [mm]: 01-01-04 $\varnothing 63,5 \times 60$ / 01-01-05 $\varnothing 22,2 \times 924$ | | | Nombre | | Fecha | | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | | | | | |
| | | | Dibujó: | | Orengia Nicolás | | | 10/11/15 | | Cantidad: 01-05 (6) - 01-04 (6) | | | |
| Observaciones: | | | Nº revisión: 1 | | DEBOBINADOR - 04 TOPE BOBINA / 05 CILINDRO DE APOYO DE BOBINA | | | | Material: SAE 1045 | | | | |
| | | | Escala: 1:1 | | | | | | Material: SAE 1045 | | | | |
| Tol. | | Ejes | | Agujeros | | | | | Hoja: 9 /21 | | Código: 01-04/05 | | |
| Decimal | | +0 | | +0,2 | | | | | +0,2 | | | | |
| Centesimal | | +0 | | +0,03 | | +0,03 | | | | | | | |
| | | -0,2 | | -0 | | -0 | | | | | | | |
| | | -0,03 | | -0 | | -0 | | | | | | | |

(▽▽)

B-B (1 : 1)

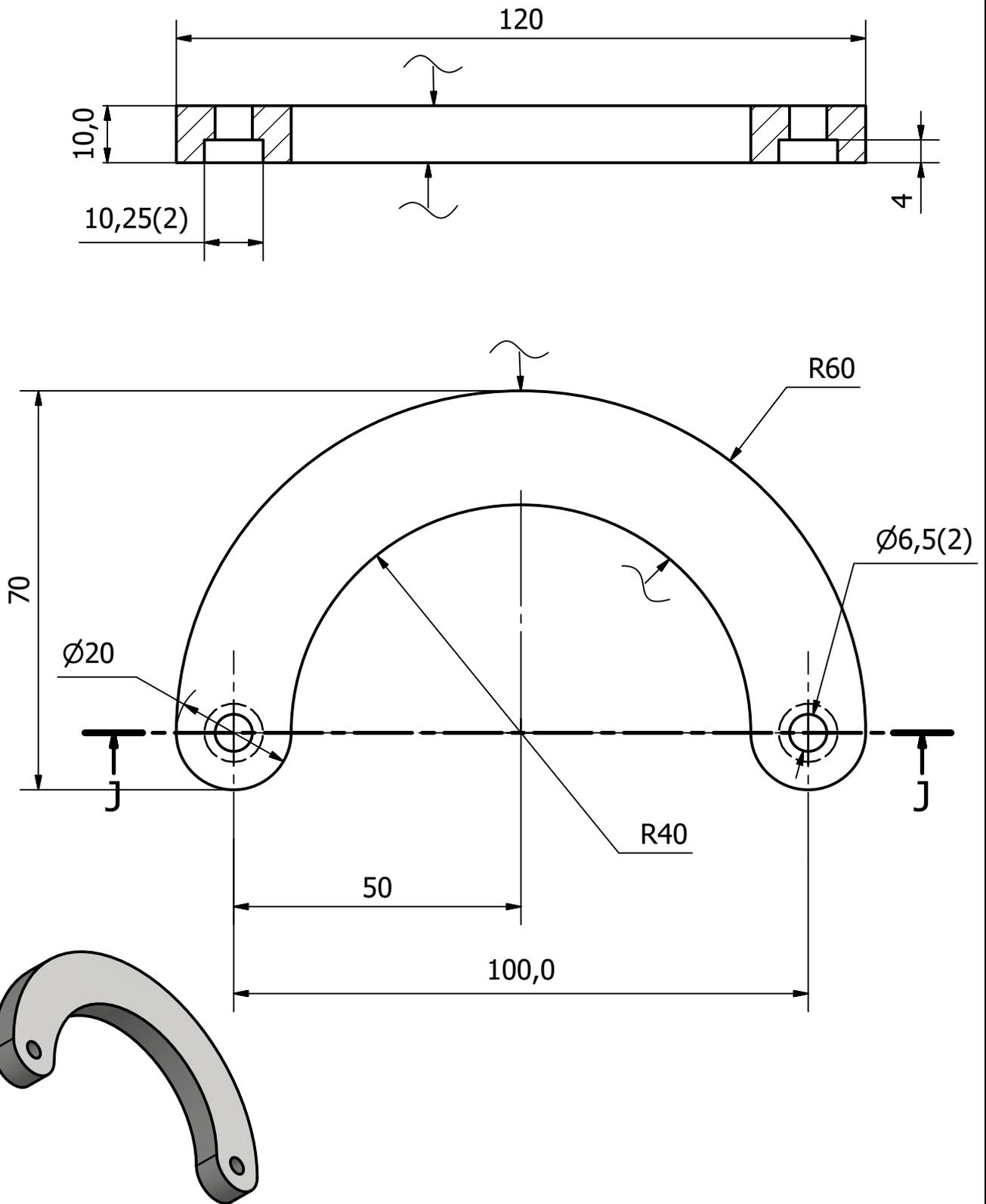


| | | | | | | |
|---|----------------|---|----------|-----------------------|---|---------------|
| Material de partida [mm]: $\varnothing 63,5^{*16}$ | Dibujó: | Nombre | Fecha | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | |
| | | Orengia Nicolás | 10/11/15 | | | |
| Observaciones: | Nº revisión: 1 | DEBOBINADOR - ANCLAJE HEMBRA | | | Cantidad: 1 | |
| | Escala: 1:1 | | | | Material: SAE 1010 | |
| Tol. | Ejes | | | | Agujeros | Hoja: 10 /21 |
| Decimal | +0 | | | | +0,2 | Código: 01-06 |
| | -0,2 | -0 | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | |
| | | Tol. gral: +1 -1 | | | | |



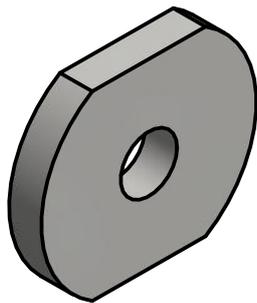
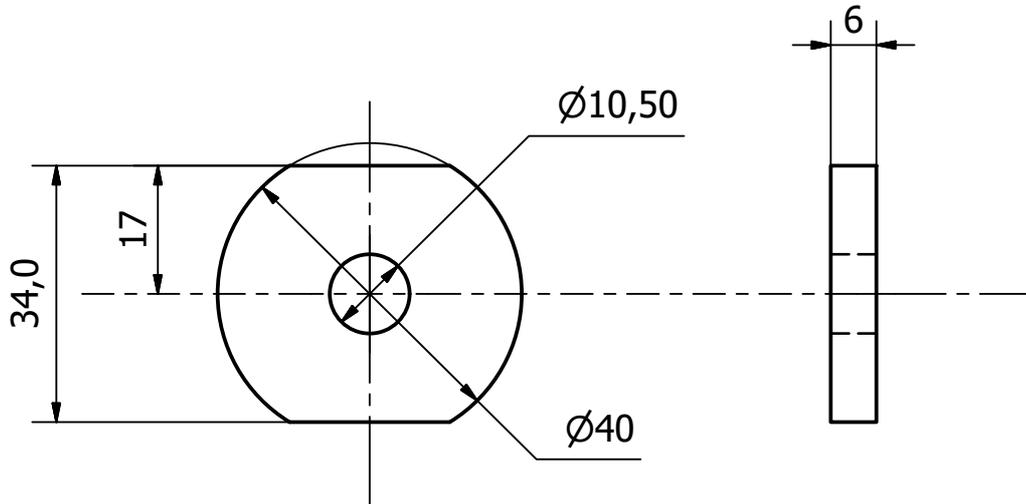
| | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|----------|----------------|--|---|----------|-----------------------|---|------------------------|--|---------------|--|
| Material de partida [mm]: $\varnothing 19,1 \times 152$ | | | Nombre | | Fecha | | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | | | | |
| | | | Dibujó: | | Orengia Nicolás | 10/11/15 | | | | | | |
| Observaciones: | | | N° revisión: 1 | | DEBOBINADOR - COLUMNA MANIJA | | | | Cantidad: 2 | | | |
| | | | Escala: 1:1 | | | | | | Material: SAE 1010 | | | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | | Tol. gral: +1 -1 | | Hoja: 11 /21 | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | | | | Código: 01-07 | |
| | -0,2 | -0 | | | | | | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | | | | | |

J-J (1 : 1)

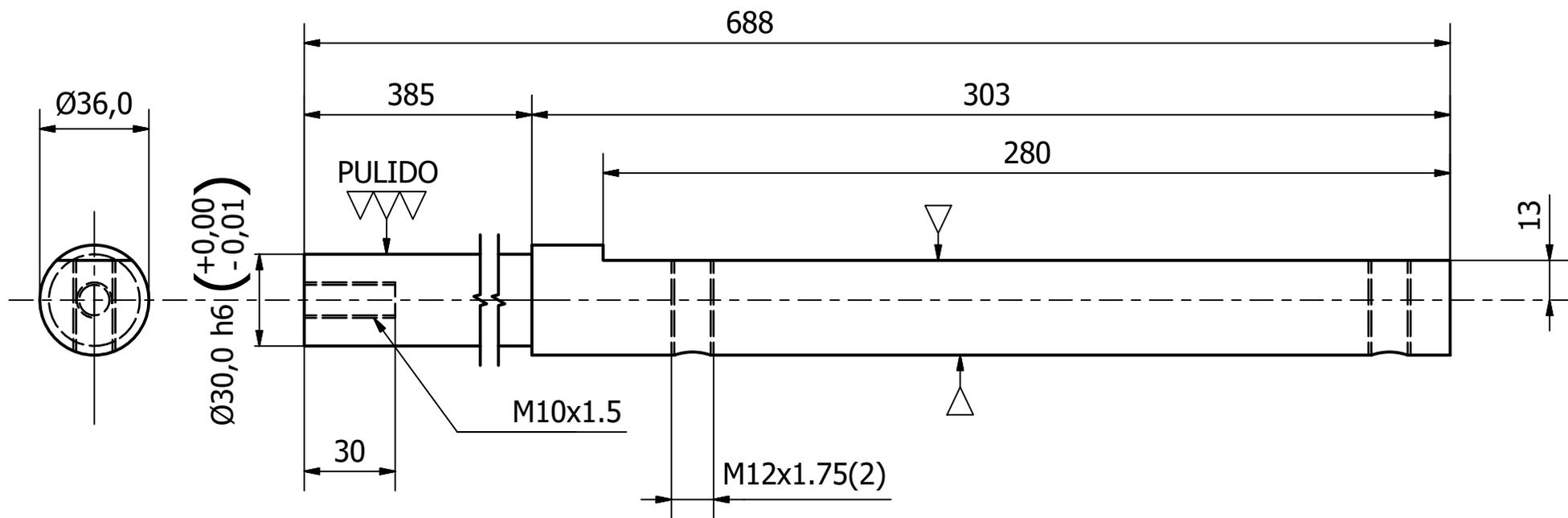


| | | | | | | | | | |
|--|-------|----------|-----------------|--|----------------------|--|-----------------------|---|--|
| Material de partida [mm]: 127*12,7*76 | | | Nombre | | Fecha | | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | |
| | | | Dibujó: | | 10/11/15 | | | | |
| Observaciones: | | | Orengia Nicolás | | | | | | |
| | | | Nº revisión: 1 | | | | | | |
| | | | Escala: 1:1 | | | | Cantidad: 1 | | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | DEBOBINADOR - MANIJA | | Material: SAE 1010 | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | Material: SAE 1010 | | |
| | -0,2 | -0 | | | | | Hoja: 12 /21 | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | Tol. gral: | | | | Código: 01-08 | | |
| | -0,03 | -0 | +1 -1 | | | | | | |

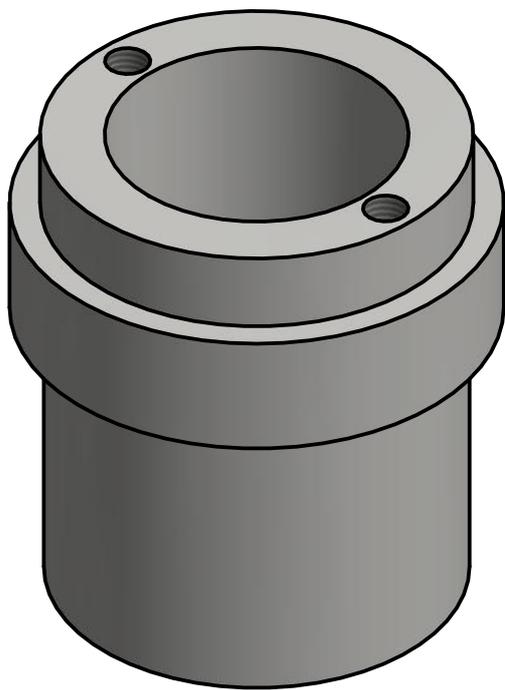
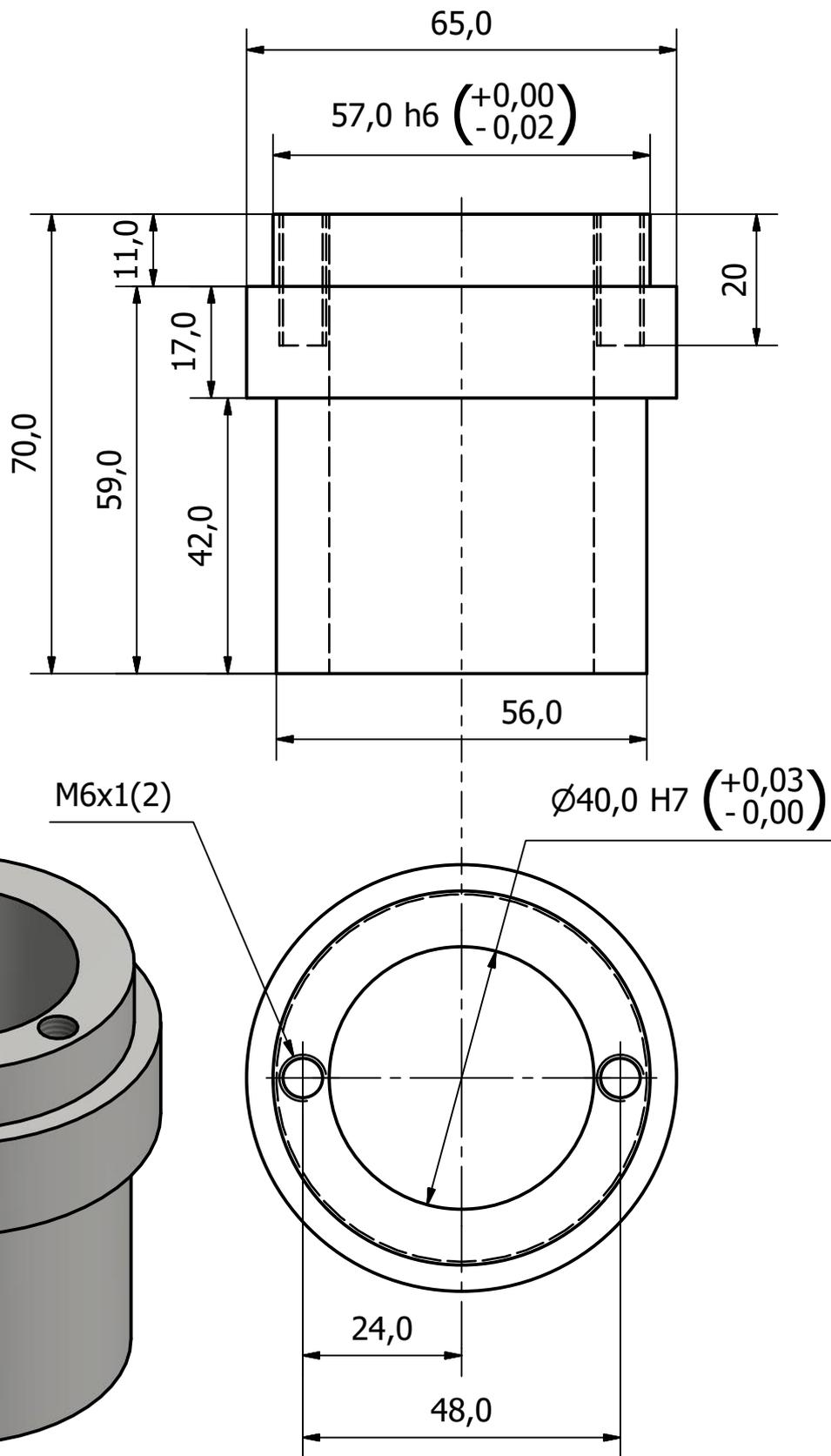
(▽)



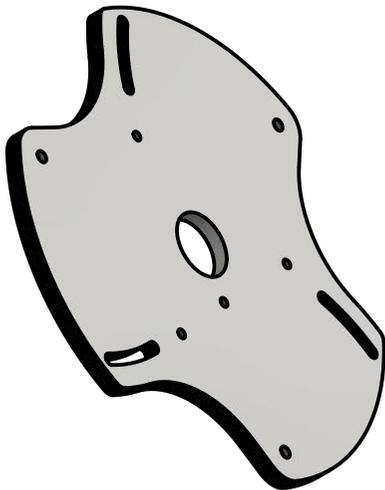
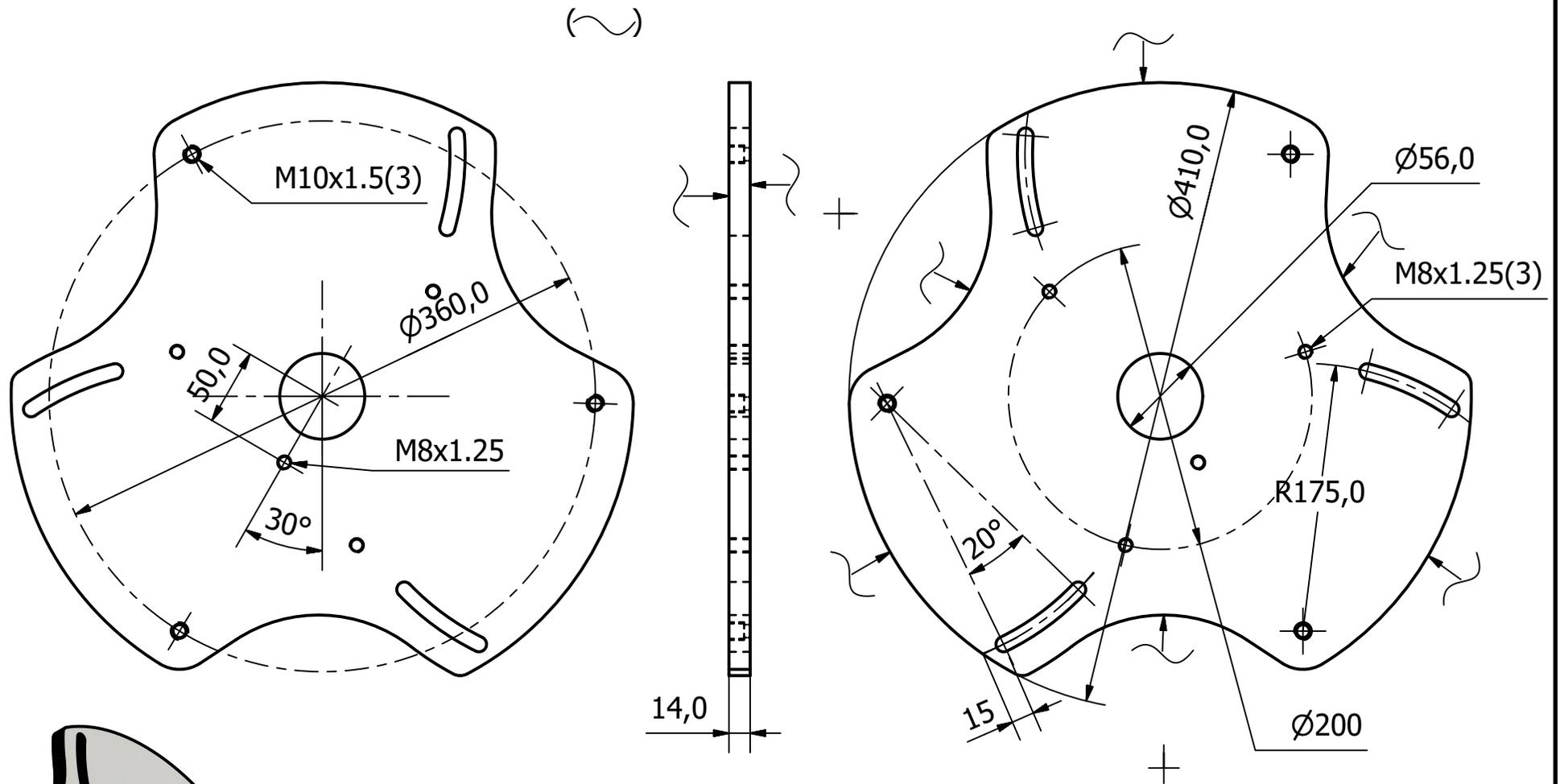
| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|--|--------------------|--|----------|--|-----------------------|---|------------------------|--|
| Material de partida [mm]: Ø42,8*12 | | | Nombre | | Fecha | | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | | |
| | | | Dibujó: | | 11/11/15 | | | | | |
| Observaciones: | | | Orengia Nicolás | | | | | | Cantidad: 1 | |
| | | | Nº revisión: 1 | | | | | | Material: SAE 1010 | |
| | | | Escala: 1:1 | | | | | | Hoja: 13 /21 | |
| Tol. | | | Ejes | | Agujeros | | | | Tol. gral: +1 -1 | |
| Decimal | | | +0 | | +0,2 | | | | | |
| | | | -0,2 | | -0 | | | | Código: 01-09 | |
| Centesimal | | | +0 | | +0,03 | | | | | |
| | | | -0,03 | | -0 | | | | | |



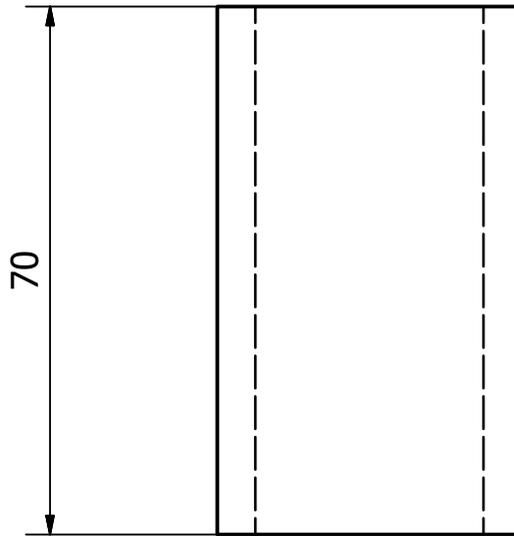
| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-----------------|--|-------------------|--|-----------------------|---|
| Material de partida [mm]: | | | Nombre | | Fecha | | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> |
| | | | Dibujó: | | 12/11/15 | | | |
| Observaciones: | | | Orengia Nicolás | | DEBOBINADOR - EJE | | | Cantidad: 1 |
| | | | N° revisión: 1 | | | | | Material: SAE 1045 |
| Tol. Ejes Agujeros | | | Escala: 1:2 | | | | | Hoja: 14 /21 |
| | | | Tol. gral: | | | | | Código: 01-10 |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | |
| Centesimal | -0,2 | -0 | | | | | | |
| | +0 | +0,03 | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | |



| | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|----------|----------------|--|----------------------------------|-----------------------|---|
| Material de partida [mm]: Ø69,8*76 | | | Nombre | | Fecha | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> |
| | | | Dibujó: | | | | |
| Observaciones: | | | Nº revisión: 1 | | Cantidad: 1 | | |
| | | | Escala: 1:1 | | | | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | DEBOBINADOR - MASA PORTA BUJE | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | |
| | -0,2 | -0 | Hoja: 15 /21 | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | Tol. gral: | |
| | -0,03 | -0 | +1 -1 | | | | |

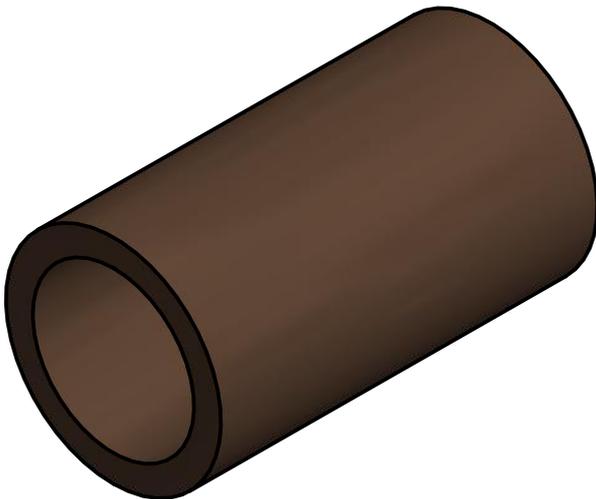
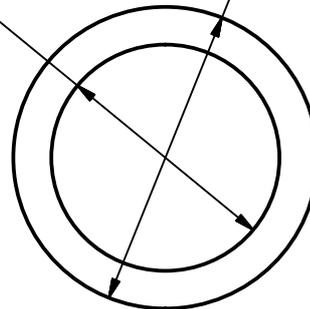


| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|--|-----------------|--|----------|--|---|--|---|--|
| Material de partida [mm]: | | | Nombre | | Fecha | | <i>Proyecto Final</i> | | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | |
| | | | Dibujó: | | 13/11/15 | | | | | |
| Observaciones: | | | Orengia Nicolás | | | | DEBOBINADOR - DISCO PORTA BOBINA | | Cantidad: 1 | |
| | | | N° revisión: 1 | | | | | | Material: SAE 1010 | |
| Tol. | | | Ejes | | Agujeros | | | | Hoja: 16 /21 | |
| Decimal | | | +0 | | +0,2 | | | | Código: 01-12 | |
| | | | -0,2 | | -0 | | | | | |
| Centesima | | | +0 | | +0,03 | | | | | |
| | | | -0,03 | | -0 | | | | | |
| | | | Tol. gral: | | +1 | | | | | |
| | | | | | -1 | | | | | |

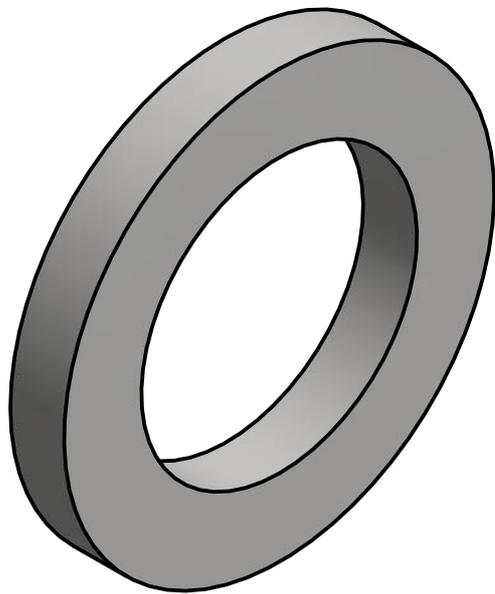
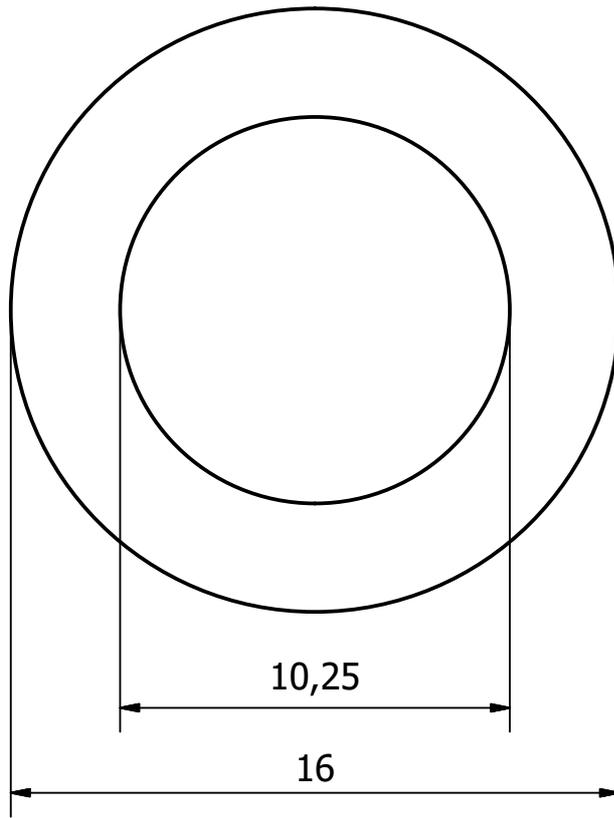


$\varnothing 30,0 \text{ H7 } \left(\begin{matrix} +0,02 \\ -0,00 \end{matrix} \right)$

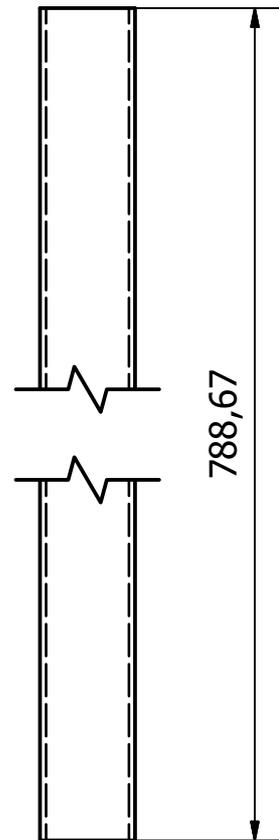
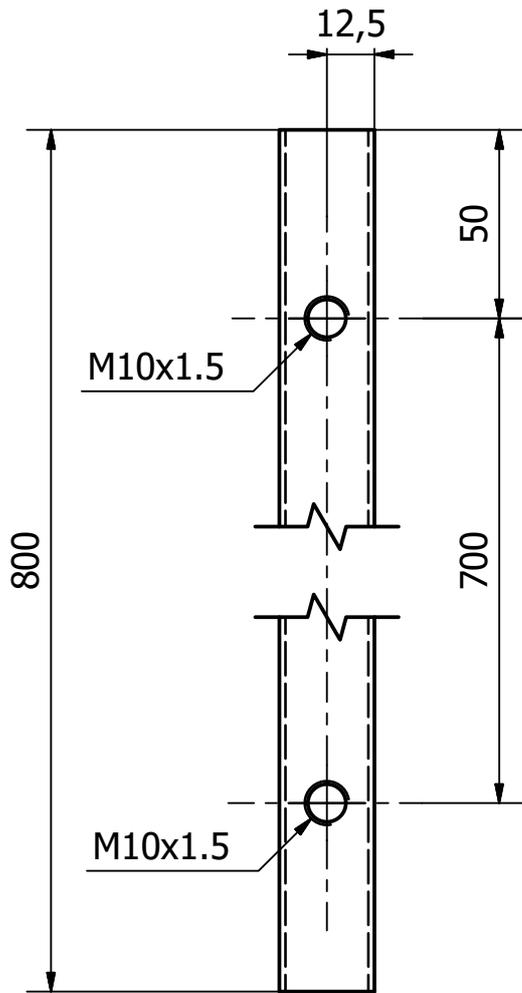
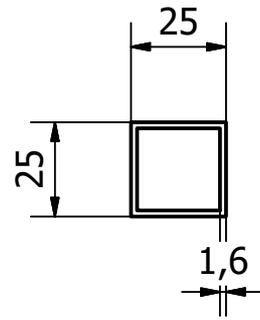
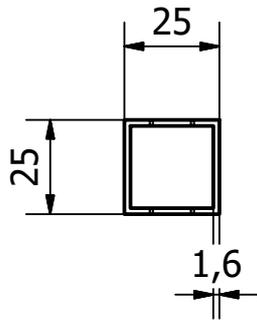
$\varnothing 40,00 \text{ n6 } \left(\begin{matrix} +0,03 \\ +0,02 \end{matrix} \right)$



| | | | | | | | | | | | |
|---|-------|----------|----------------|--|---------------------------------------|----------|-----------------------|---|--|---------------|--|
| Material de partida [mm]: $\varnothing 44,4^{+76}$ | | | Nombre | | Fecha | | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | | | |
| | | | Dibujó: | | Orengia Nicolás | 11/11/15 | | | | | |
| Observaciones: | | | Nº revisión: 1 | | DEBOBINADOR - COJINETE DEL SISTEMA | | | Cantidad: 1 | | | |
| | | | Escala: 1:1 | | | | | Material: Bronze | | | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | Hoja: 17 /21 | | Código: 01-13 | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | | | | |
| | -0,2 | -0 | +1 -1 | | | | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | | | | |



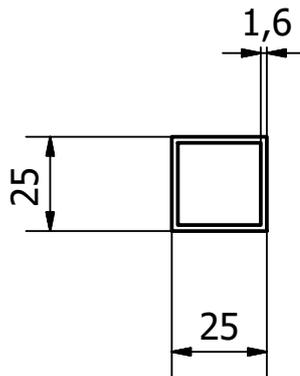
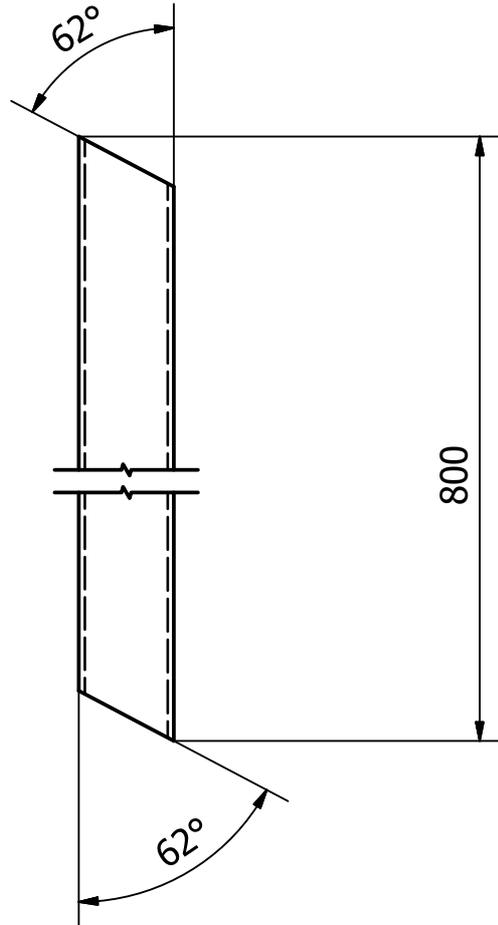
| | | | | | | | | | | |
|---|-------|----------|----------------|--|---|----------|-----------------------|---|--------------------|--|
| Material de partida [mm]: $\varnothing 19,1 \times 24$ | | | Nombre | | Fecha | | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | | |
| | | | Dibujó: | | Orengia Nicolás | 12/11/15 | | | | |
| Observaciones: | | | Nº revisión: 1 | | DEBOBINADOR - SEPARADOR SEGUIDOR | | | | Cantidad: 3 | |
| | | | Escala: 5:1 | | | | | | Material: SAE 1010 | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | | Hoja: 18 /21 | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | | Tol. gral: | |
| | -0,2 | -0 | +1 -1 | | | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | | | |



01-18

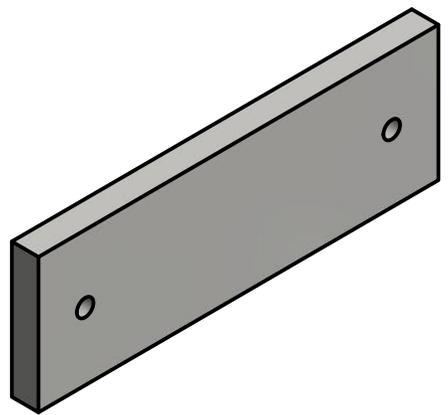
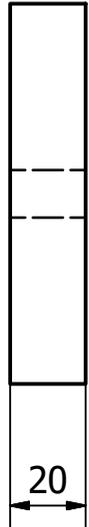
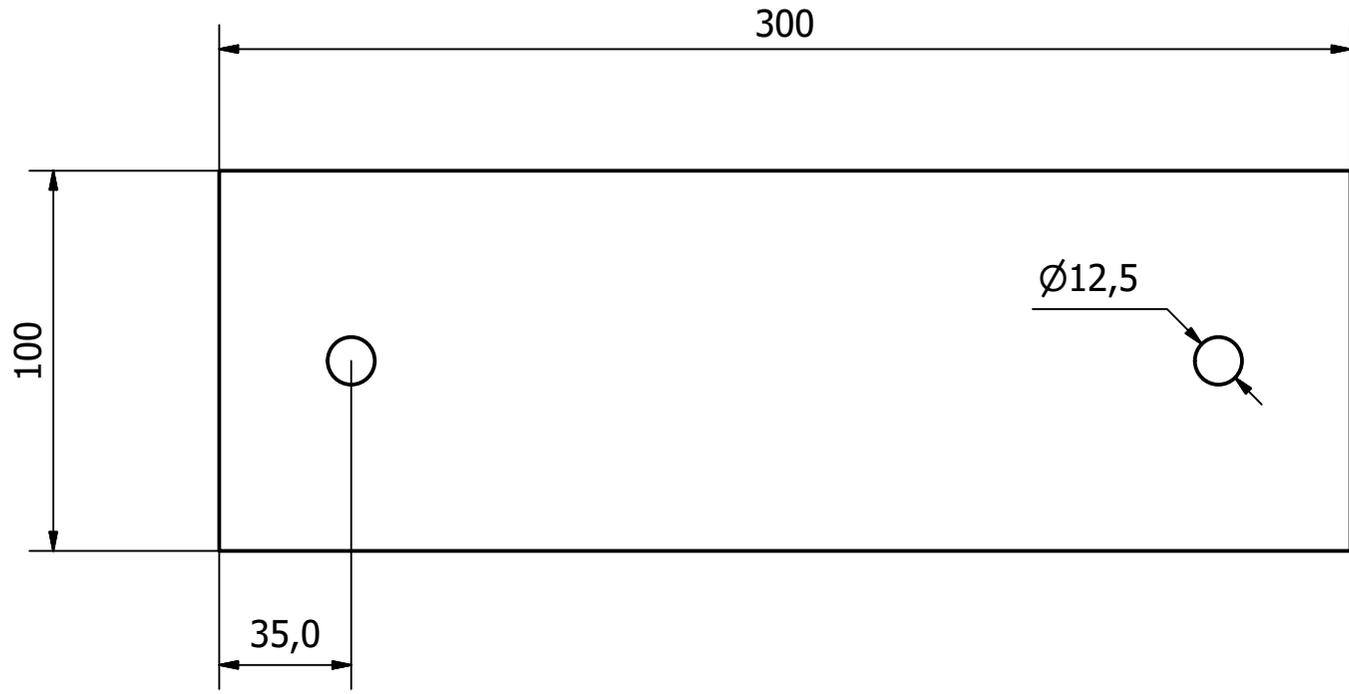
01-15

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|----------|---|------|---------------------------------|---|--|--|----|------|--|------|----|------------|----|-------|--|-------|----|--|--|--------------------|
| Material de partida [mm]: 01-01-18 25*25*e:1,6 Largo:1615 / 01-01-15 25*25*e:1,6 Largo:1590 Observaciones: | | | Nombre: Oregia Nicolás Fecha: 16/04/16 | | Proyecto Final | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Dibujó: Oregia Nicolás | | | | DEBOBINADOR - SOPORTE BOBINA | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° revisión: 1 | | | Escala: 1:2 | | Cantidad: 01-18 (2) / 01-15 (2) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>Tol.</td> <td>Ejes</td> <td>Agujeros</td> </tr> <tr> <td>Decimal</td> <td>+0</td> <td>+0,2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-0,2</td> <td>-0</td> </tr> <tr> <td>Centesimal</td> <td>+0</td> <td>+0,03</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-0,03</td> <td>-0</td> </tr> </table> | | | Tol. | Ejes | Agujeros | Decimal | | | +0 | +0,2 | | -0,2 | -0 | Centesimal | +0 | +0,03 | | -0,03 | -0 | | | Material: SAE 1010 |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,2 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tol. gral: +1 / -1 | | | | | Hoja: 19 / 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Código: 01-15/18 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

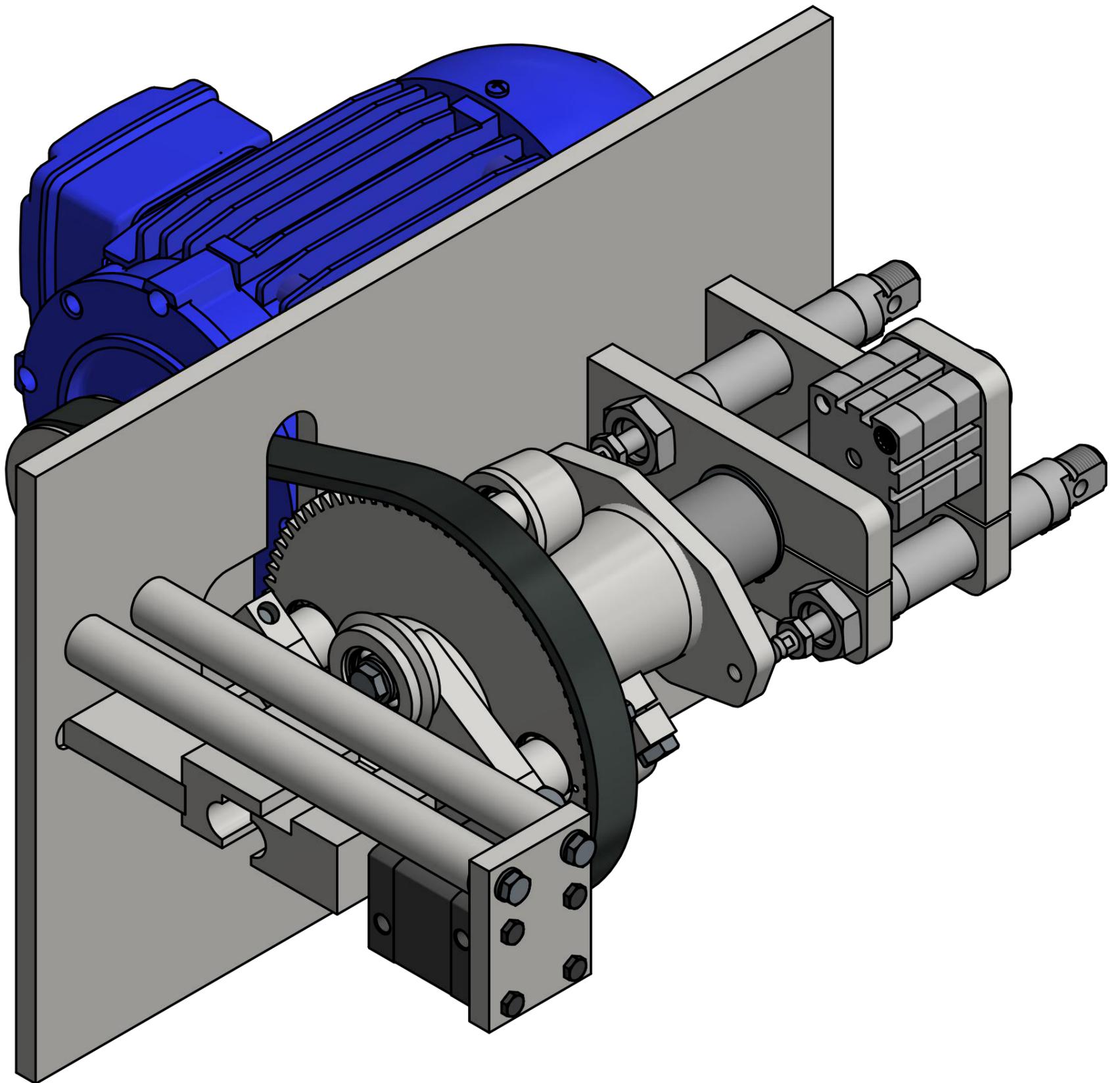


| | | | | | | | |
|--|----------|-------|----------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------|---|
| Material de partida [mm]: 25*25*e:1,6 Largo:3200 | | | Nombre | | Fecha | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> |
| | | | Dibujó: | | | | |
| Observaciones: | | | Nº revisión: 1 | | Cantidad: 4 | | |
| | | | Escala:1:1 | | | | |
| Tol. | | | | | DEBOBINADOR - SOPORTE BOBINA | | |
| Ejes | Agujeros | | | | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | Material: SAE 1010 | | | |
| | -0,2 | -0 | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | Hoja: 20 /21 | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | |
| | | | Tol. gral: | | Código: 01-16 | | |
| | | | +1 -1 | | | | |

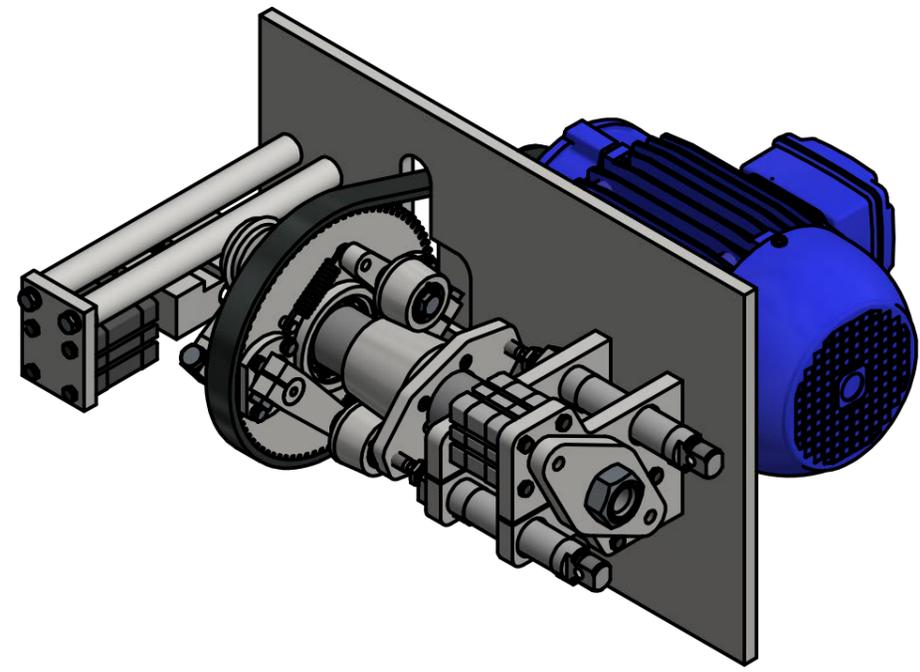
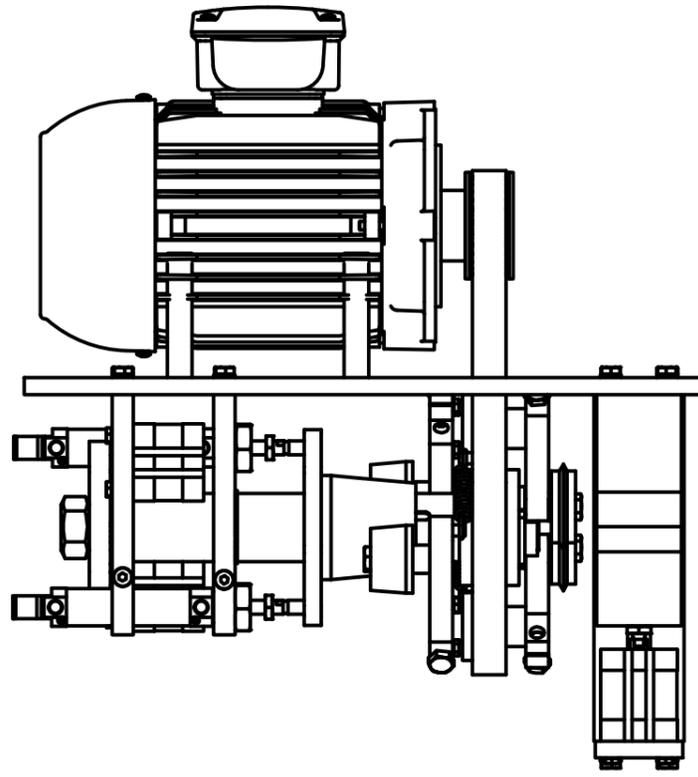
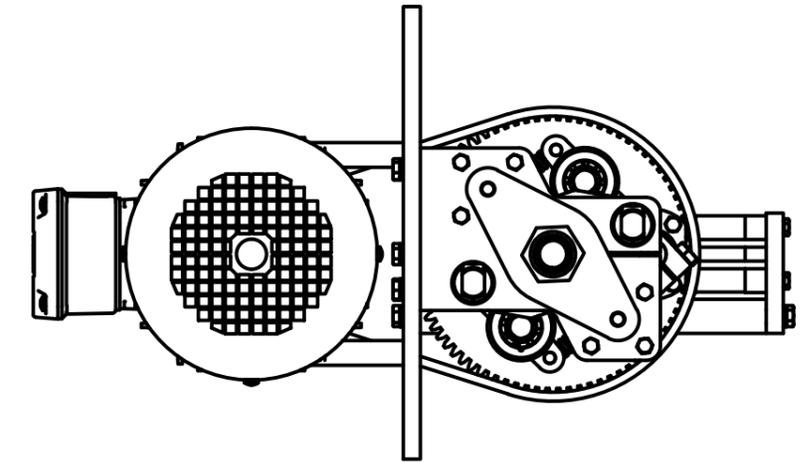
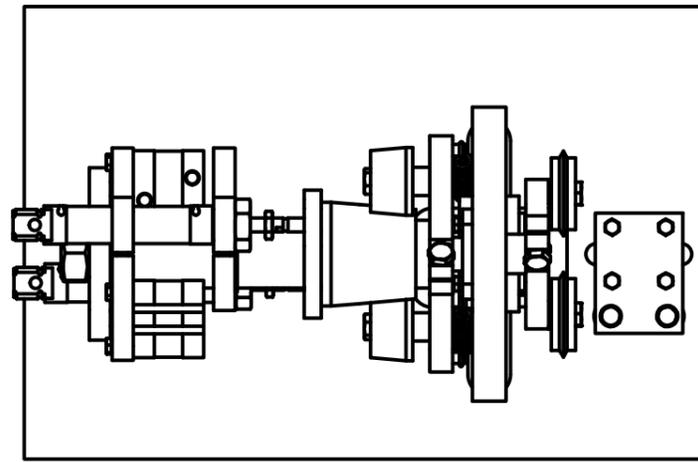
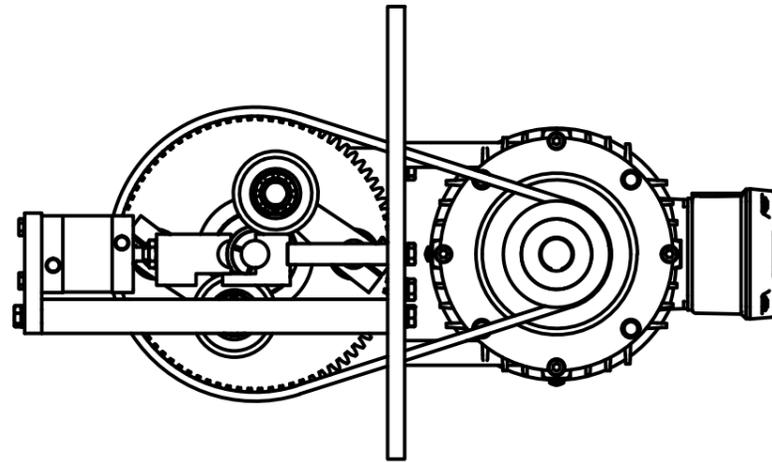
(~)



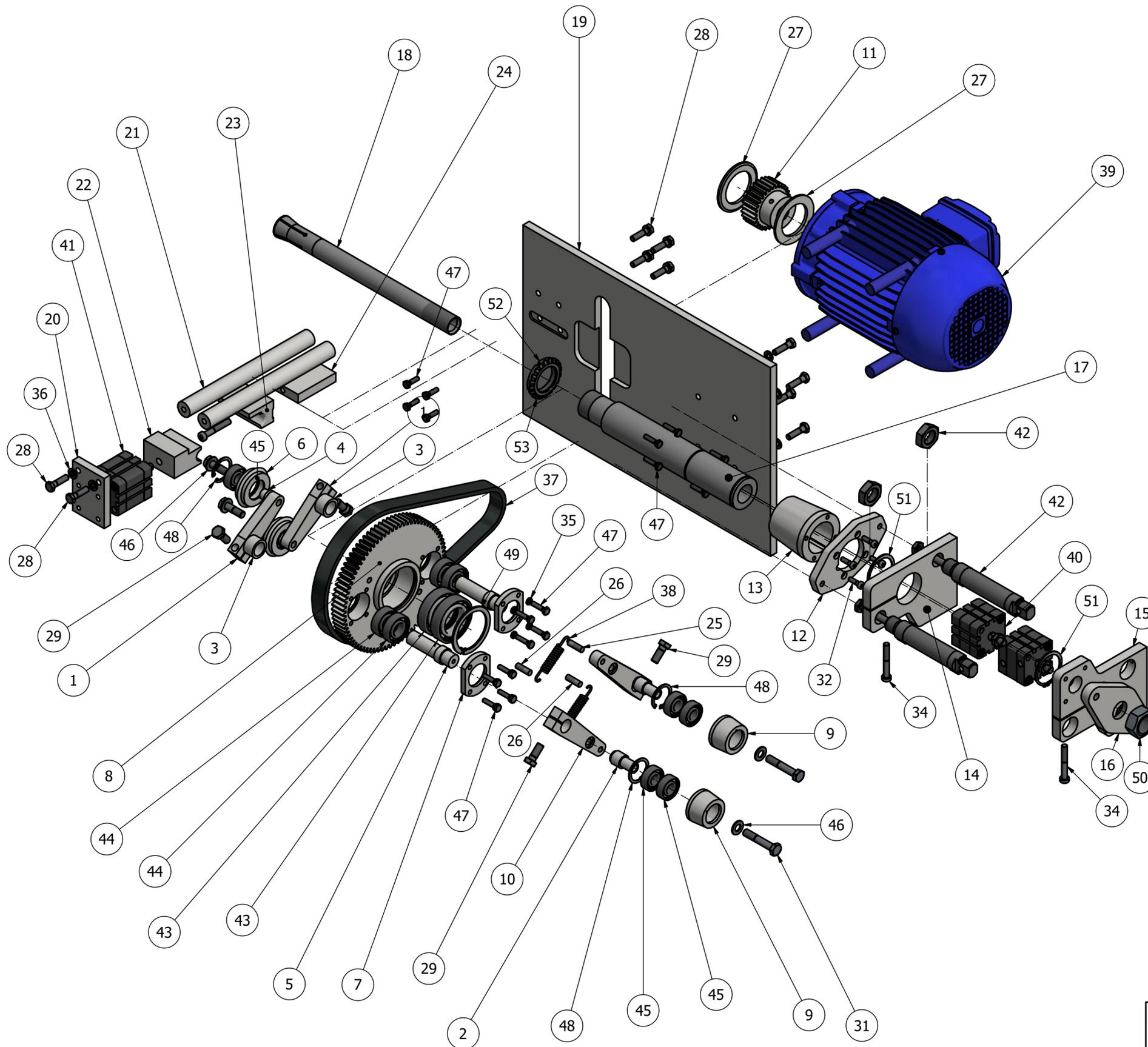
| | | | | | | | | |
|---|-------|----------|-------------------------------|--|--|--|-----------------------|---|
| Material de partida [mm]: 101,6*25,4*306 | | | Nombre | | Fecha | | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> |
| Observaciones: | | | Dibujó: Orengia Nicolás | | 13/11/15 | | | |
| | | | Nº revisión: 1 | | DEBOBINADOR - PLACA APOYO EJE DEBOBINADOR | | | Cantidad: 1 |
| | | | Escala: 1:1 | | | | | Material: SAE 1010 |
| | | | Tol. gral: +1 -1 | | | | | Hoja: 21 /21 |
| | | | | | | | | Código: 01-17 |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | |
| | -0,2 | -0 | | | | | | |
| Centesima | +0 | +0,03 | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | |



| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|----------|--|--|--|--|------------------------------|--|
| Material de partida [mm]: | | | Nombre | | Fecha | | 0001 - Enderezadora de caños | |
| Observaciones: | | | Dibujó: Oregia Nicolás | | 10/11/15 | | PROYECTO FINAL | |
| | | | N° revisión: - | | | | Cantidad: - | |
| | | | Escala: 1:2 | | | | Material: | |
| Tol. | Ejes | Agujeros |  | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE VISTA ISOMETRICA | | Hoja: 1 /29 | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | Código: 02-A | |
| | -0,2 | -0 | | | | | | |
| Centesima | +0 | +0,03 | Tol. gral: | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | |



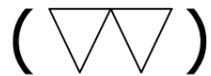
| | | | | | |
|---------------------------|----------------|-----------------|------------|--|------------------------------|
| Material de partida [mm]: | Dibujó: | Nombre | Fecha | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños |
| | Observaciones: | Orengia Nicolás | 23/04/16 | | |
| Nº revisión: - | | | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE VISTAS GENERALES | Cantidad: - |
| Escala: 1:5 | | | | | Material: |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | Hoja: 2 / 29 |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | Código: 02-B |
| | -0,2 | -0 | | | |
| Centesima | +0 | +0,03 | Tol. gral: | | |
| | -0,03 | -0 | | | |



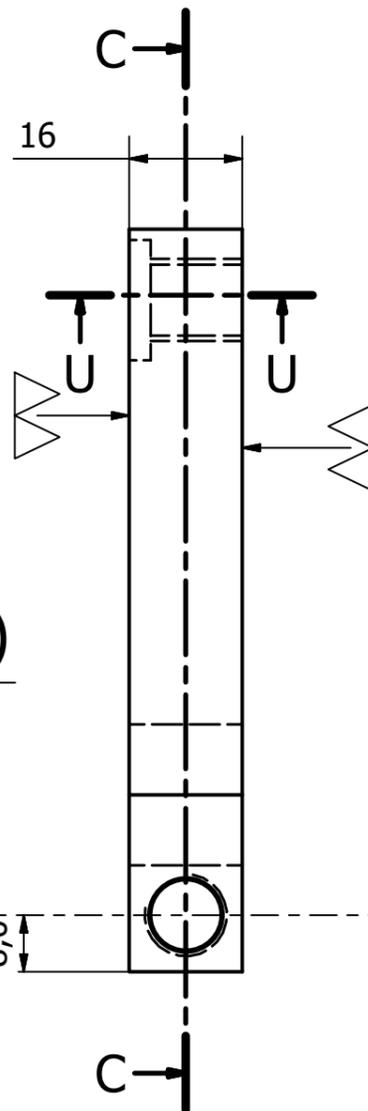
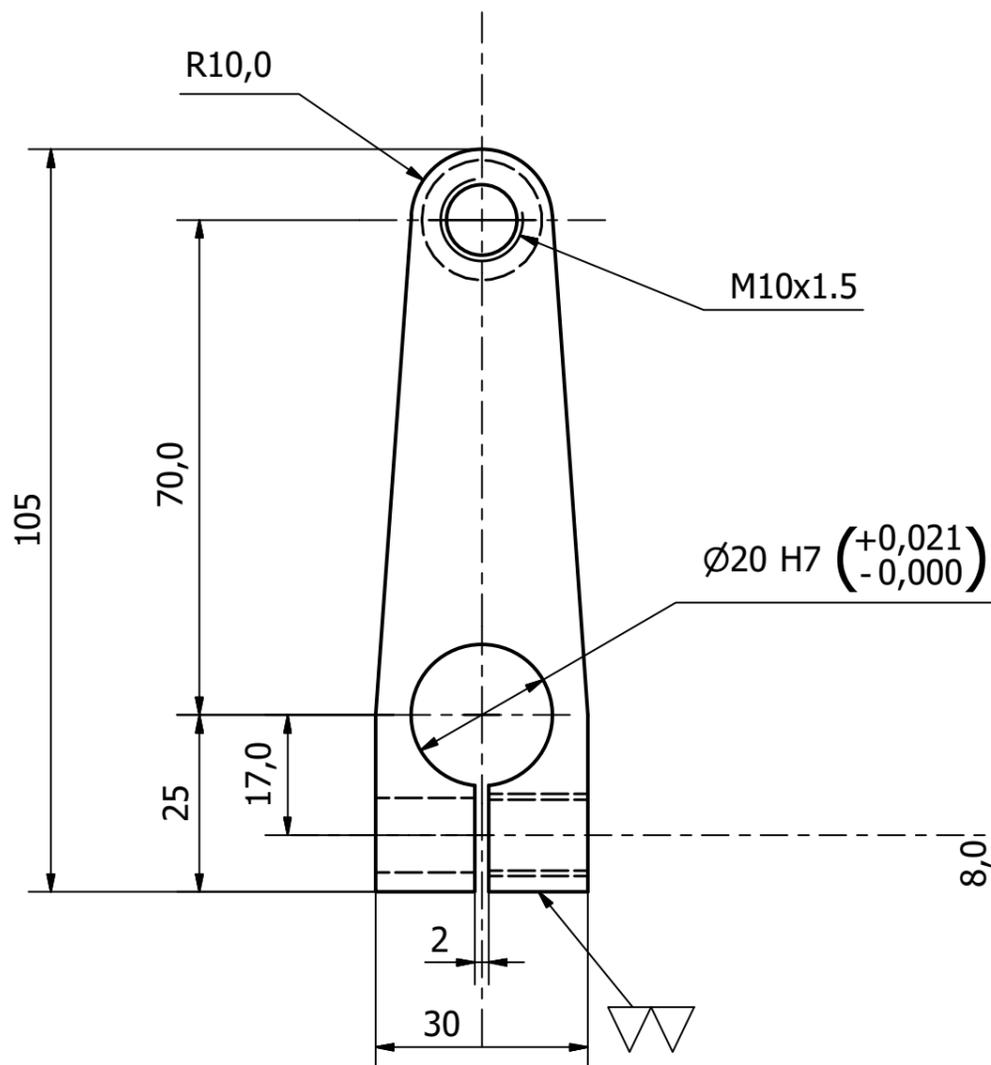
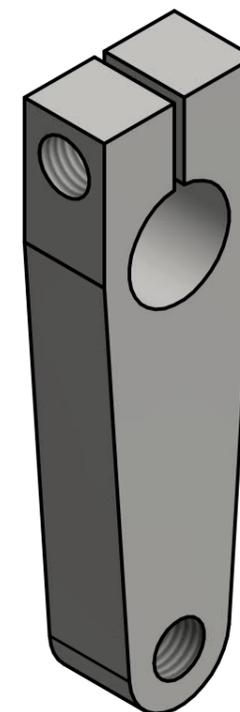
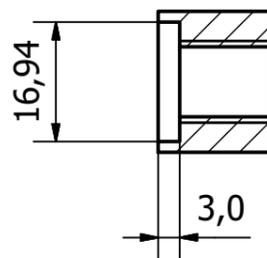
LISTADO DE COMPONENTES

| Item | Codigo | Cant. | Componente |
|-------|-------------|-------|---|
| 53 | - | 1 | MB 8 |
| 52 | - | 1 | KM 8 |
| 51 | - | 2 | Anillo de seguridad Øn:47 |
| 50 | - | 1 | Tuerca M27x3 |
| 49 | - | 1 | Anillo de seguridad para agujero Øn:68 |
| 48 | - | 4 | Anillo de seguridad para agujero Øn:35 |
| 47 | - | 18 | Tornillo cabeza hexagonal M6x1x25 |
| 46 | - | 4 | Arandela para rodamiento de cono |
| 45 | - | 6 | Rodamiento SKF 6202 |
| 44 | - | 4 | Rodamiento SKF 6004 |
| 43 | - | 2 | Rodamiento SKF 6008 |
| 42 | - | 2 | Cilindro neumatico |
| 41 | - | 1 | Cilindro neumatico 3 |
| 40 | - | 2 | Cilindro neumatico 2 |
| 39 | - | 1 | Motor |
| 38 | - | 2 | Muelle |
| 37 | - | 1 | Correa dentada |
| 36 | - | 10 | Arandela M8 |
| 35 | - | 8 | Arandela M6 |
| 34 | - | 2 | Tornillo Allen M8x1,25x50 |
| 33 | - | 1 | Tornillo Allen M8x1,25x35 |
| 32 | - | 4 | Tornillo Allen M6x1x20 |
| 31 | - | 2 | Tornillo cabeza hexagonal M10x1,5x56 |
| 30 | - | 2 | Tornillo cabeza hexagonal M10x1,5x33 |
| 29 | - | 4 | Tornillo cabeza hexagonal M10x1,5x25 |
| 28 | - | 10 | Tornillo cabeza hexagonal M8x1,25x30 |
| 27 | 01-02-27 | 2 | Arandela retención correa de motor |
| 25/26 | 01-02-25/26 | 2/2 | Soporte resorte I/II |
| 24 | 01-02-24 | 1 | Soporte mordaza posterior inferior |
| 23 | 01-02-23 | 1 | Mordaza posterior inferior |
| 22 | 01-02-22 | 1 | Mordaza posterior superior |
| 21 | 01-02-21 | 2 | Cilindro soporte mordazas sujeción caño |
| 20 | 01-02-20 | 1 | Placa soporte mordazas sujeción caño |
| 19 | 01-02-19 | 1 | Placa soporte |
| 18 | 01-02-18 | 1 | Eje sujeción caño anterior I |
| 18 | 01-02-18 | 1 | Eje sujeción caño anterior II |
| 17 | 01-02-17 | 1 | Eje |
| 16 | 01-02-16 | 1 | Placa mando mordaza anterior |
| 15 | 01-02-15 | 1 | Soporte cilindros aprisionamiento caño |
| 14 | 01-02-14 | 1 | Soporte cilindros accionamiento corte |
| 13 | 01-02-13 | 1 | Cono mando corte |
| 12 | 01-02-12 | 1 | Soporte de apoyo corte |
| 11 | 01-02-11 | 1 | Engranaje motor |
| 10 | 01-02-10 | 2 | Brazo II |
| 9 | 01-02-09 | 2 | Cono de apoyo para corte |
| 8 | 01-02-08 | 1 | Disco cabezal |
| 7 | 01-02-07 | 2 | Tapa de rodamientos |
| 6 | 01-02-06 | 2 | Cuchilla |
| 5 | 01-02-05 | 2 | Eje brazo de corte |
| 4 | 01-02-04 | 2 | Separador cuchilla |
| 3 | 01-02-03 | 2 | Separador brazo de corte |
| 2 | 01-02-02 | 2 | Separador rodillo cónico |
| 1 | 01-02-01 | 2 | Brazo I |

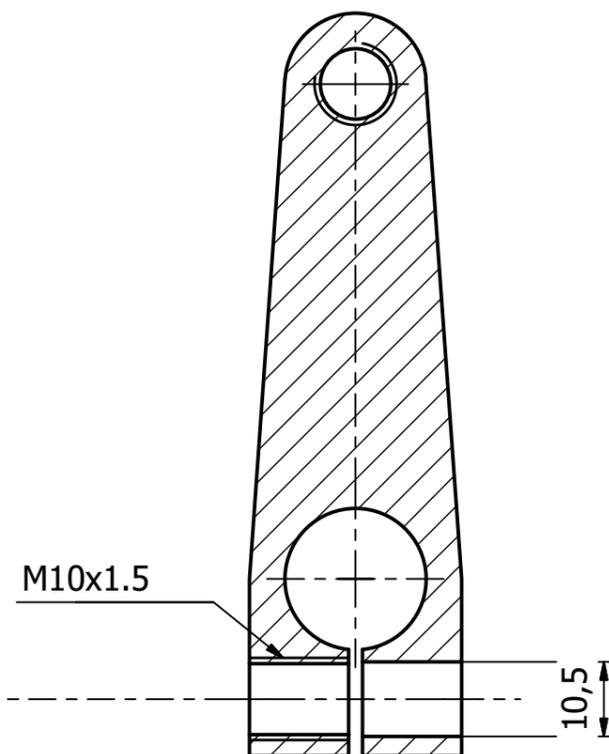
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|----------|----------|----------------------------|------------------------------|------|----------|--------|----|------|--|------|----|-----------|----|-------|--|-------|----|------------|
| Material de partida [mm]: | Dibujó: | Nombre: | Fecha: | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones: | Orengia Nicolás | | 23/04/16 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº revisión: - | | | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE | Cantidad: - | | | | | | | | | | | | | | | |
| Escala: | | | | | Material: | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr><td>Tol.</td><td>Ejes</td><td>Agujeros</td></tr> <tr><td>Decima</td><td>+0</td><td>+0,2</td></tr> <tr><td></td><td>-0,2</td><td>-0</td></tr> <tr><td>Centésima</td><td>+0</td><td>+0,03</td></tr> <tr><td></td><td>-0,03</td><td>-0</td></tr> </table> | | | | | Tol. | Ejes | Agujeros | Decima | +0 | +0,2 | | -0,2 | -0 | Centésima | +0 | +0,03 | | -0,03 | -0 | Tol. gral: |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decima | +0 | +0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,2 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centésima | +0 | +0,03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Código: | | | | | | | | | | | | | | | |



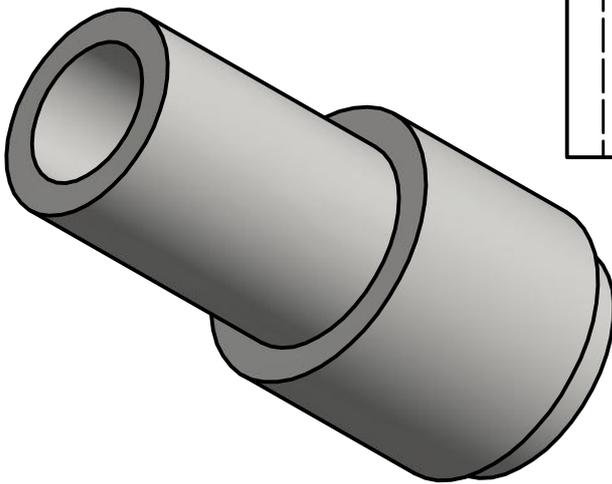
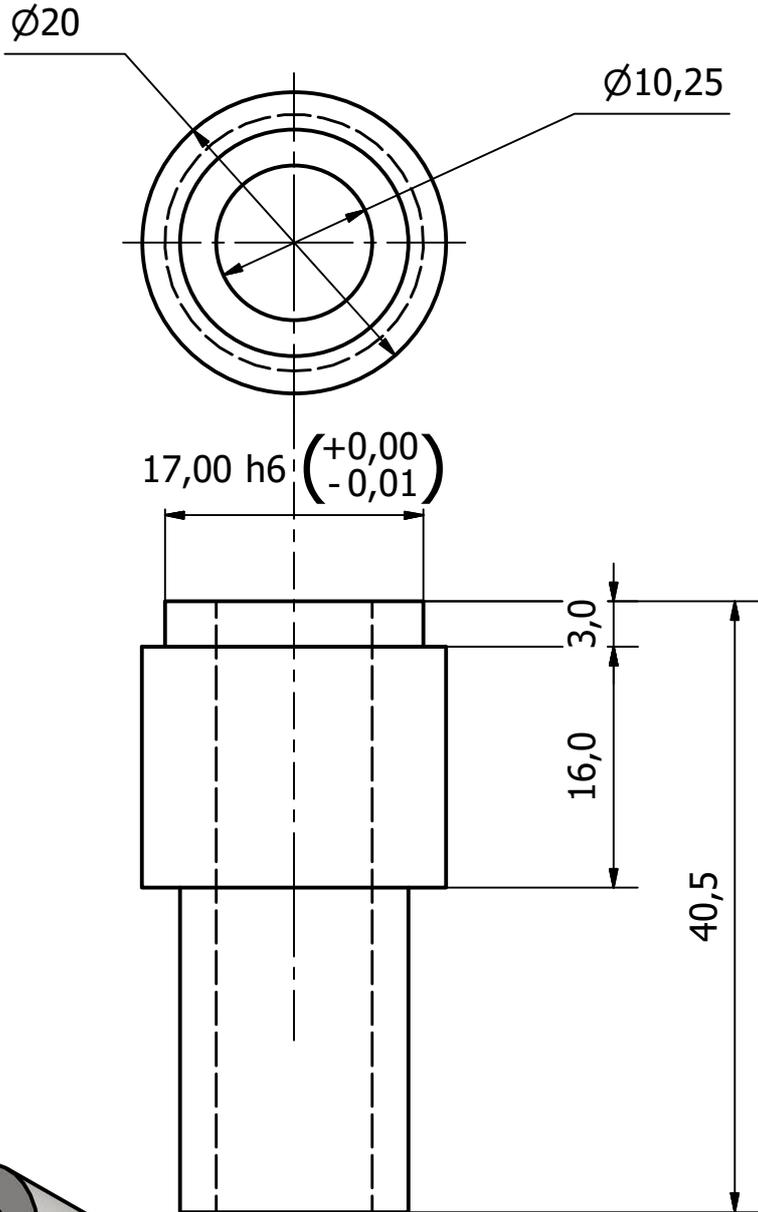
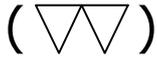
U-U (1:1)



C-C (1:1)

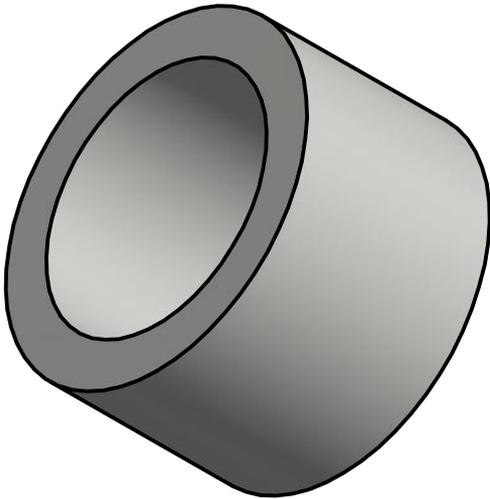
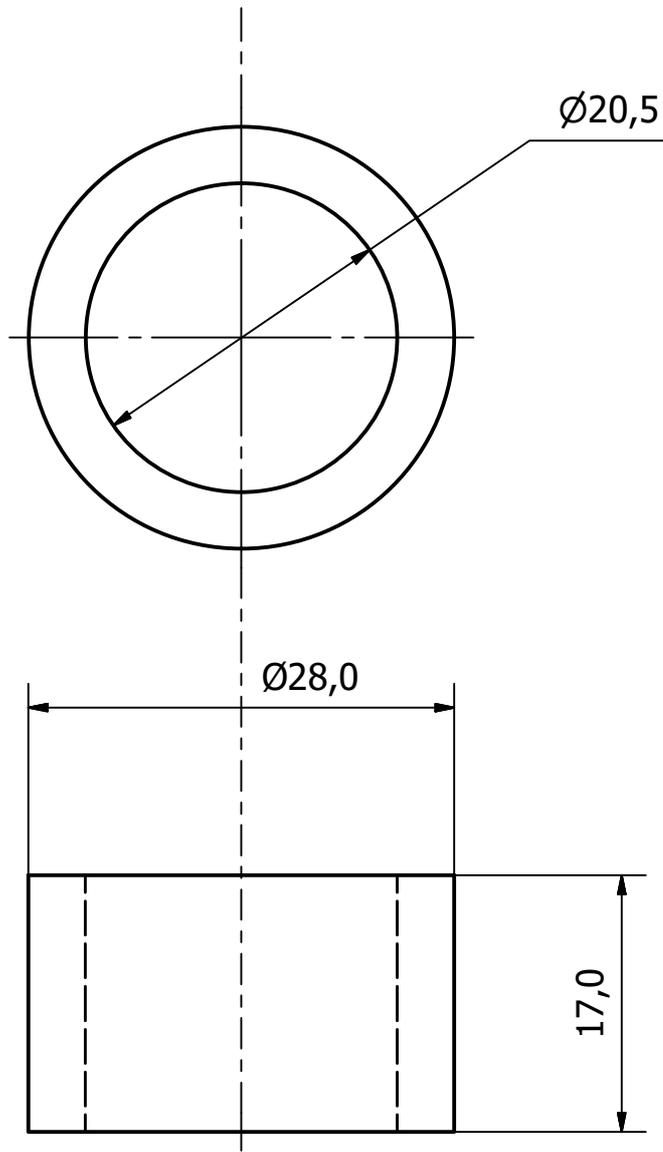


| | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|-----------------|--|----------------------------------|--|------------------------------|--|--|--|
| Material de partida [mm]:127*19*72 | | | Nombre | | Fecha | | 0001 - Enderezadora de caños | | | |
| Observaciones: | | | Dibujó: | | 10/03/16 | | PROYECTO FINAL | | | |
| | | | Orengia Nicolás | | | | | | | |
| | | | N° revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE BRAZO | | | | | |
| | | | Escala: 1:1 | | | | | | | |
| Tol. Ejes | | | Agujeros | | | | | | | |
| Decimal | | | Centesimal | | | | | | | |
| +0 | | | +0,2 | | +0,1 | | Cantidad: 2 | | | |
| -0,2 | | | -0 | | -0,1 | | Material: SAE 1010 | | | |
| +0 | | | +0,03 | | | | Hoja: 4 /29 | | | |
| -0,03 | | | -0 | | | | Código: 02-01 | | | |



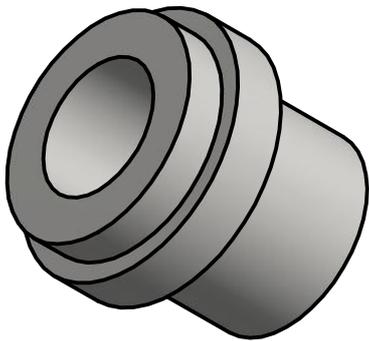
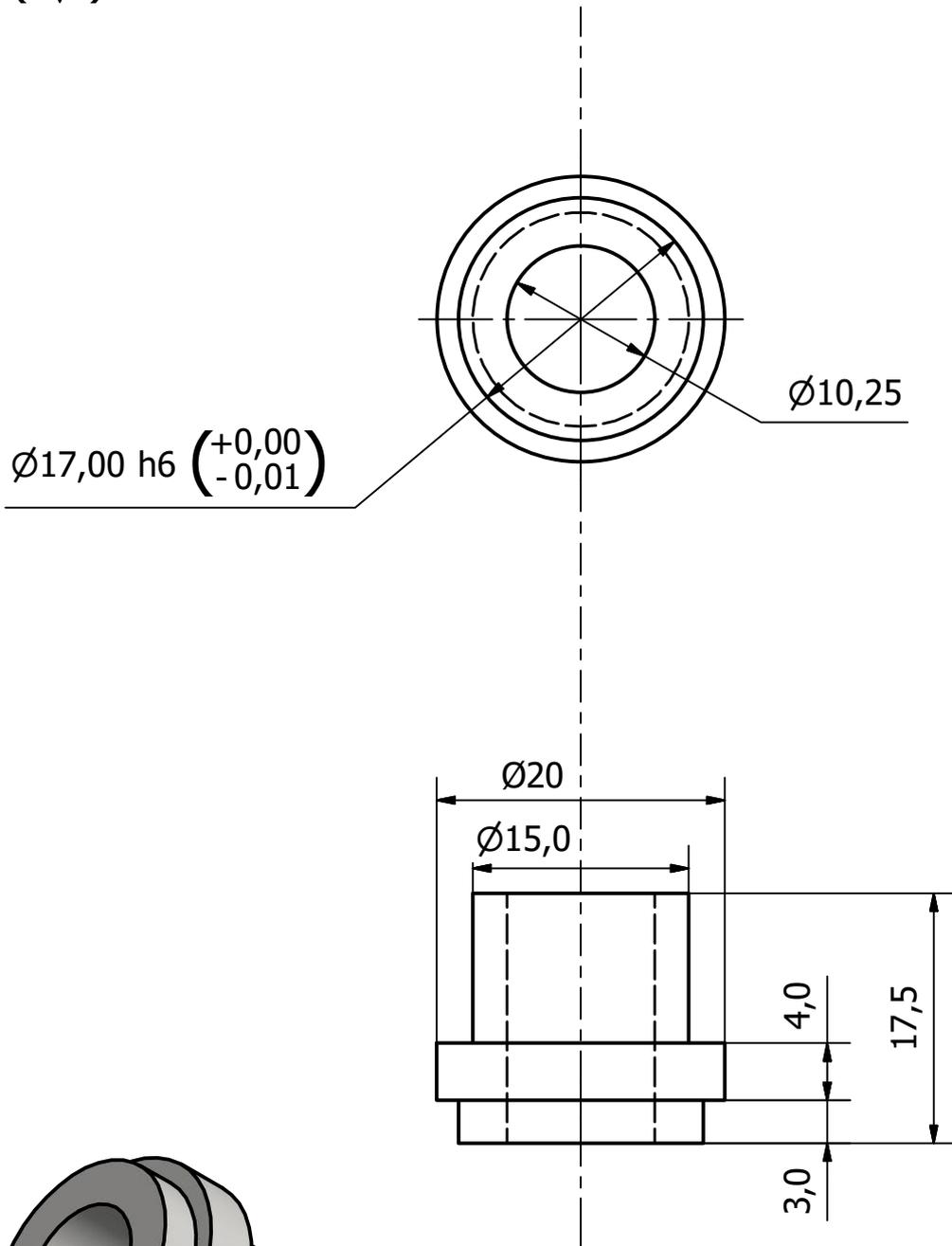
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|----------|--|--|----------|--|-----------------------|------------------------------|------|----------|---------|----|------|--|------|----|------------|----|-------|--|-------|----|--------------|
| Material de partida [mm]: Ø23,8*93 | | | Nombre | | Fecha | | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones: | | | Dibujó: Orengia Nicolás | | 15/03/16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº revisión: 1 | | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE SEPARADOR RODILLO CONICO | | | | | Cantidad: 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Escala: 2:1 | | | | | | | | Material: SAE 1010 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>Tol.</td> <td>Ejes</td> <td>Agujeros</td> </tr> <tr> <td>Decimal</td> <td>+0</td> <td>+0,2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-0,2</td> <td>-0</td> </tr> <tr> <td>Centesimal</td> <td>+0</td> <td>+0,03</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-0,03</td> <td>-0</td> </tr> </table> | | | | | | | | Tol. | Ejes | Agujeros | Decimal | +0 | +0,2 | | -0,2 | -0 | Centesimal | +0 | +0,03 | | -0,03 | -0 | Hoja: 5 / 29 |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,2 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tol. gral: +1 / -1 | | | Código: 02-02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(∇)

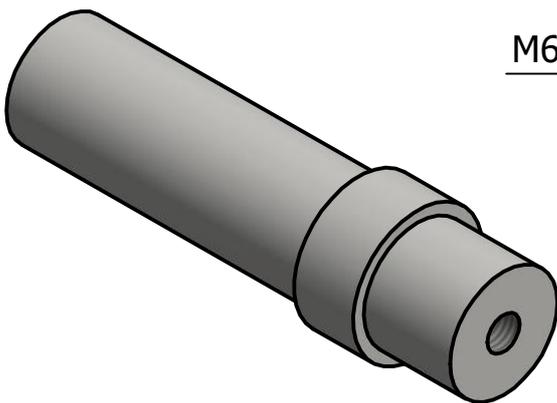
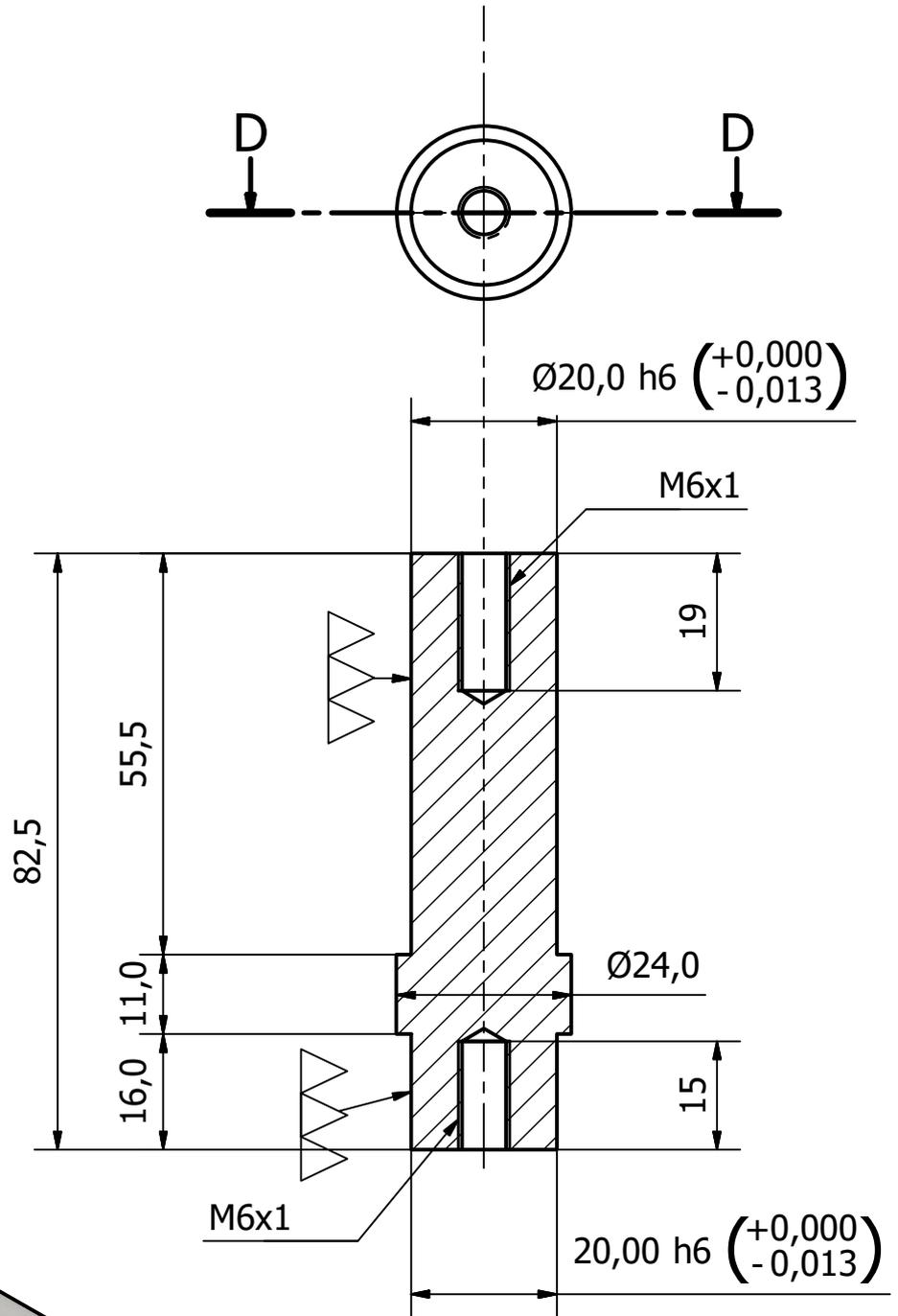
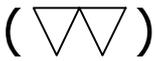


| | | | | | | | | |
|---|-------|----------|----------------------------|--|--|--|-----------------------|------------------------------------|
| Material de partida [mm]: $\emptyset 30,2 \times 46$ | | | Nombre | | Fecha | | PROYECTO FINAL | 0001 - <i>Enderzadora de caños</i> |
| Observaciones: | | | Dibujó: Orengia Nicolás | | 20/03/16 | | | |
| | | | Nº revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE SEPARADOR BRAZO DE CORTE | | | Cantidad: 2 |
| | | | Escala: 2:1 | | | | | Material: SAE 1010 |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | Hoja: 6 / 29 |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | Tol. gral: |
| | -0,2 | -0 | +1 | | | | | |
| | +0 | +0,03 | -1 | | | | | |
| Centesimal | -0,03 | -0 | | | | | | |

(▽)

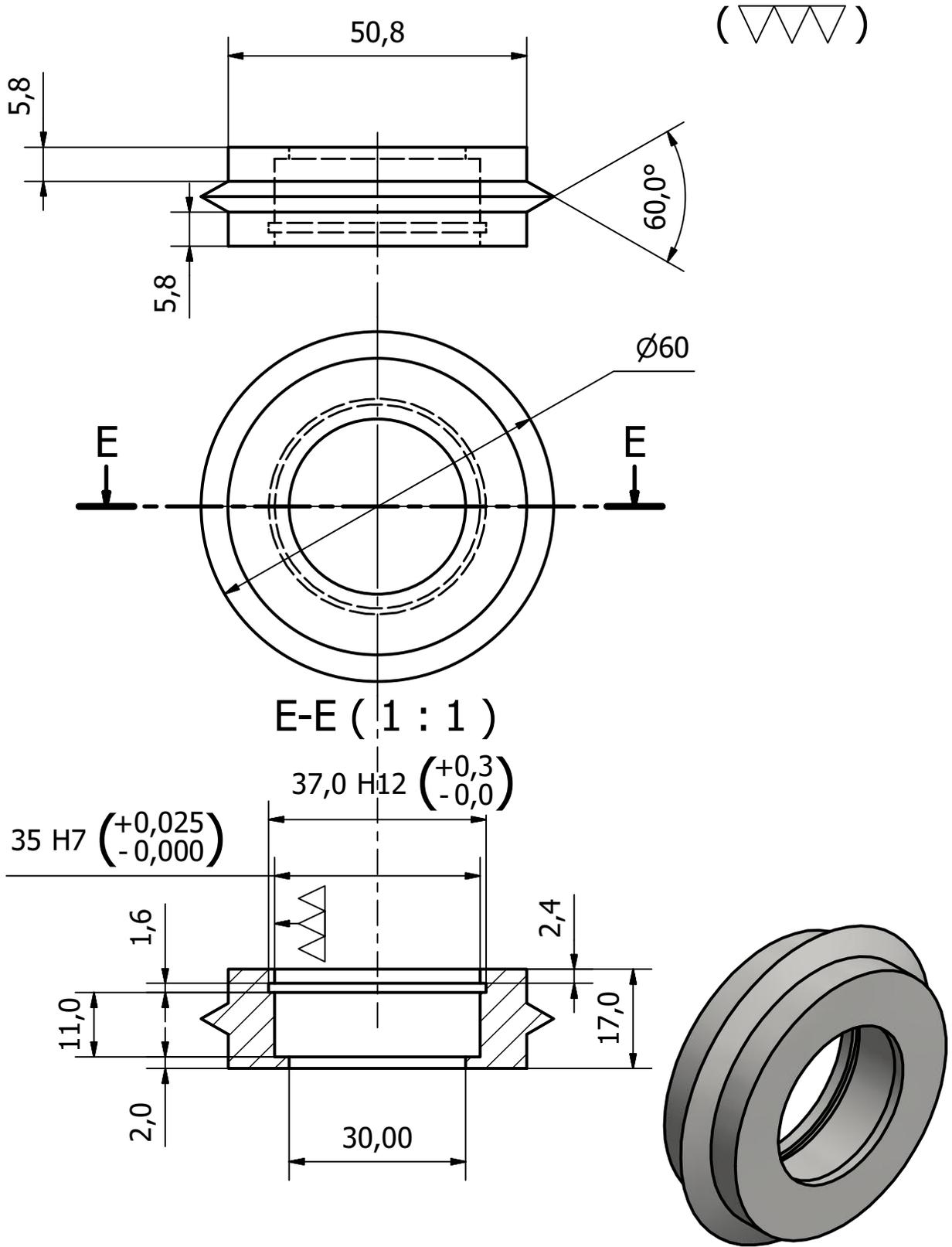


| | | | | | | | | |
|---|-------|----------|----------------------------|----|--|--|-----------------------|------------------------------|
| Material de partida [mm]: $\varnothing 23,8 \times 20,5$ | | | Nombre | | Fecha | | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños |
| Observaciones: | | | Dibujó: Orengia Nicolás | | 13/03/16 | | | |
| | | | N° revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE SEPARADOR CUCHILLA | | | Cantidad: 2 |
| | | | Escala: 2:1 | | | | | Material: SAE 1010 |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | Hoja: 7 / 29 |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | Tol. gral: |
| | -0,2 | -0 | +1 | -1 | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | |

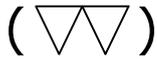


D-D (1 : 1)

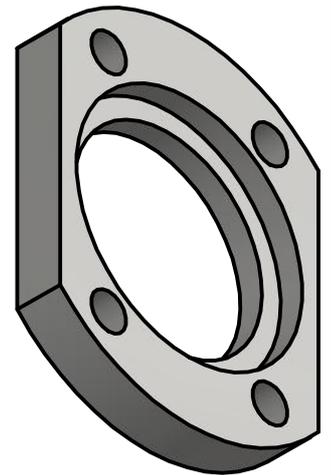
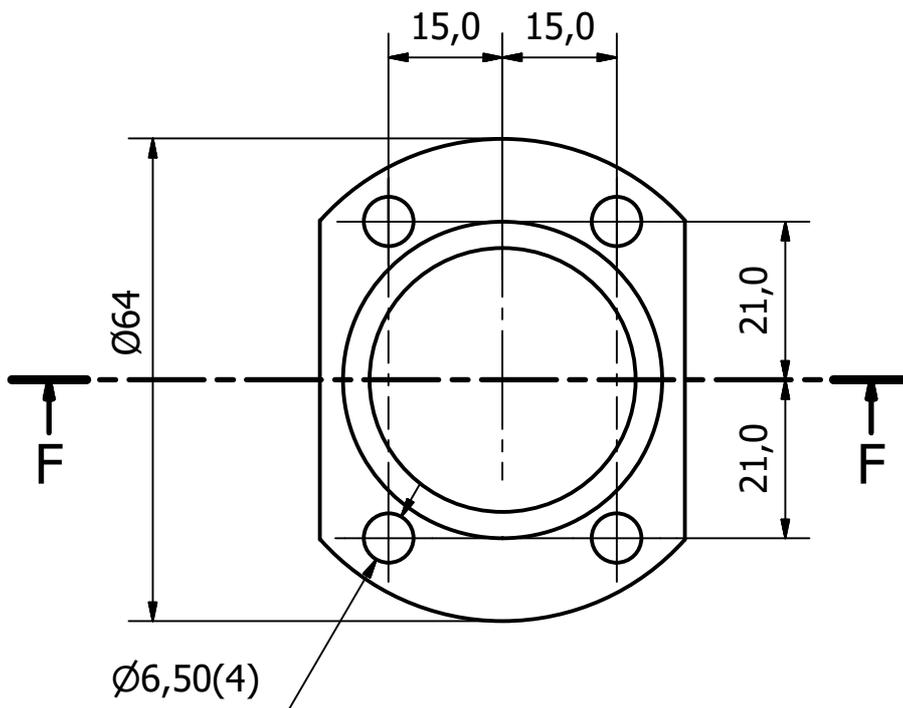
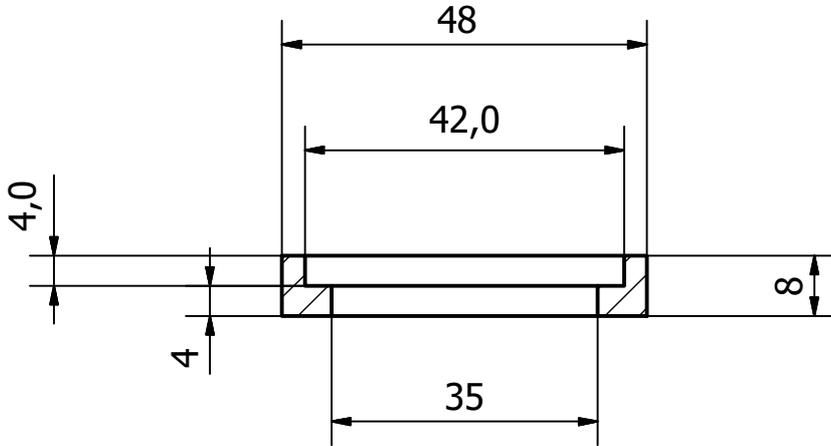
| | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|----------|----------------|--|--|----------------|------------------------------|
| Material de partida [mm]: Ø27*177 | | | Nombre | | Fecha | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños |
| | | | Dibujó: | | | | |
| Observaciones: | | | N° revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE EJE BRAZO DE CORTE | | Cantidad: 2 |
| | | | Escala: 1:1 | | | | Material: SAE 1045 |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | Hoja: 8 / 29 |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | |
| | -0,2 | -0 | Tol. gral: | | | | Código: 02-05 |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | +1 |
| | -0,03 | -0 | | | | | |



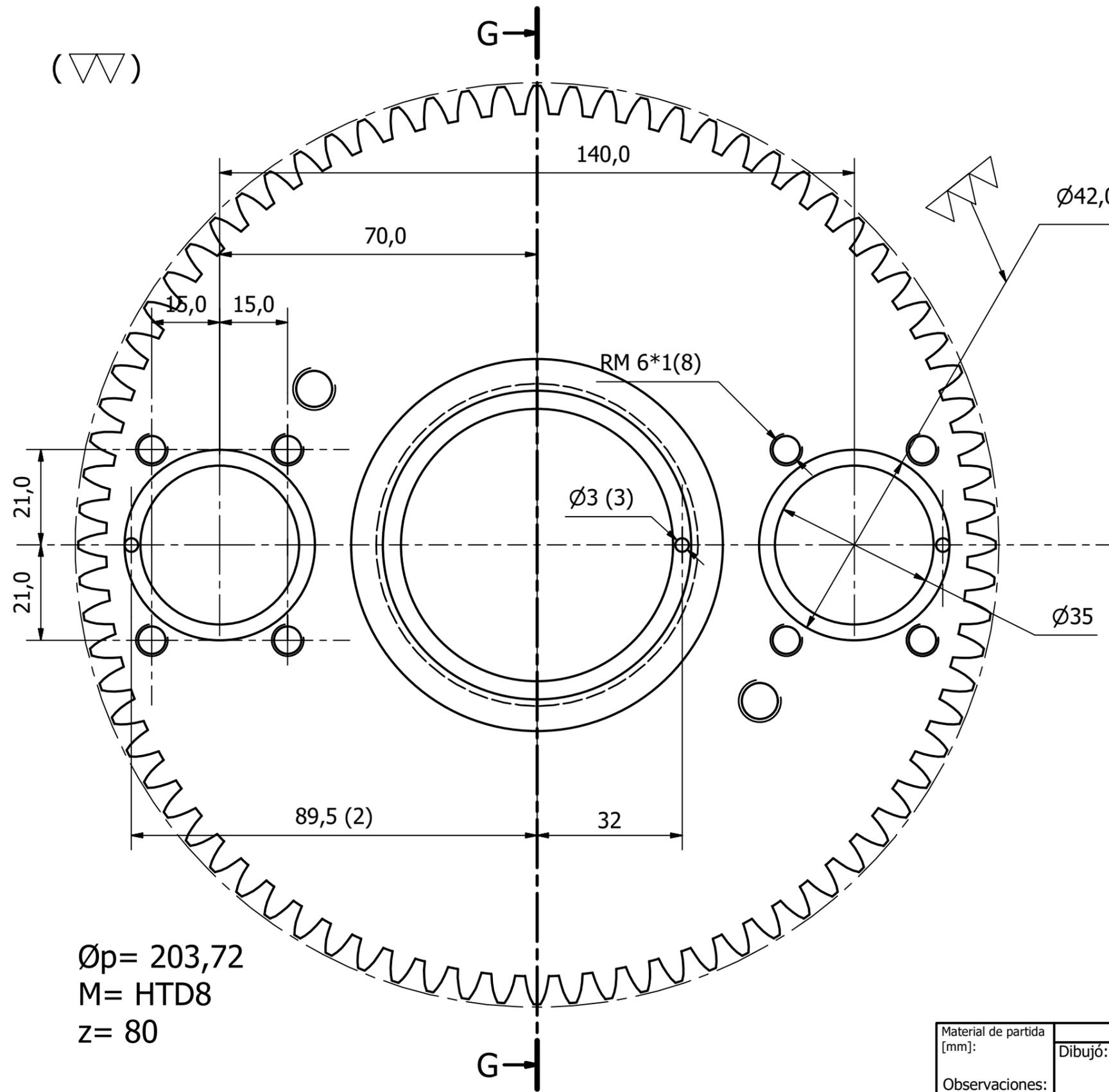
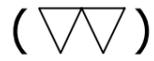
| | | | | | | | | |
|---|-------|----------|-----------------------------|--|----------|--|-----------------------|------------------------------|
| Material de partida [mm]: Ø63,5*46 | | | Nombre | | Fecha | | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderizadora de caños |
| Observaciones: TT=TEMPLE+REVENIDO 58HRC | | | Dibujó: Orengia Nicolás | | 08/04/16 | | | |
| Nº revisión: 1 | | | CABEZAL DE CORTE - CUCHILLA | | | | | Cantidad: 2 |
| Escala: 1:1 | | | | | | | | Material: N695 (Especial K) |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | Hoja: 9 /29 |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | Código: 02-06 |
| | -0,2 | -0 | | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | |
| Tol. gral: +1 -1 | | | | | | | | |



F-F (1 : 1)

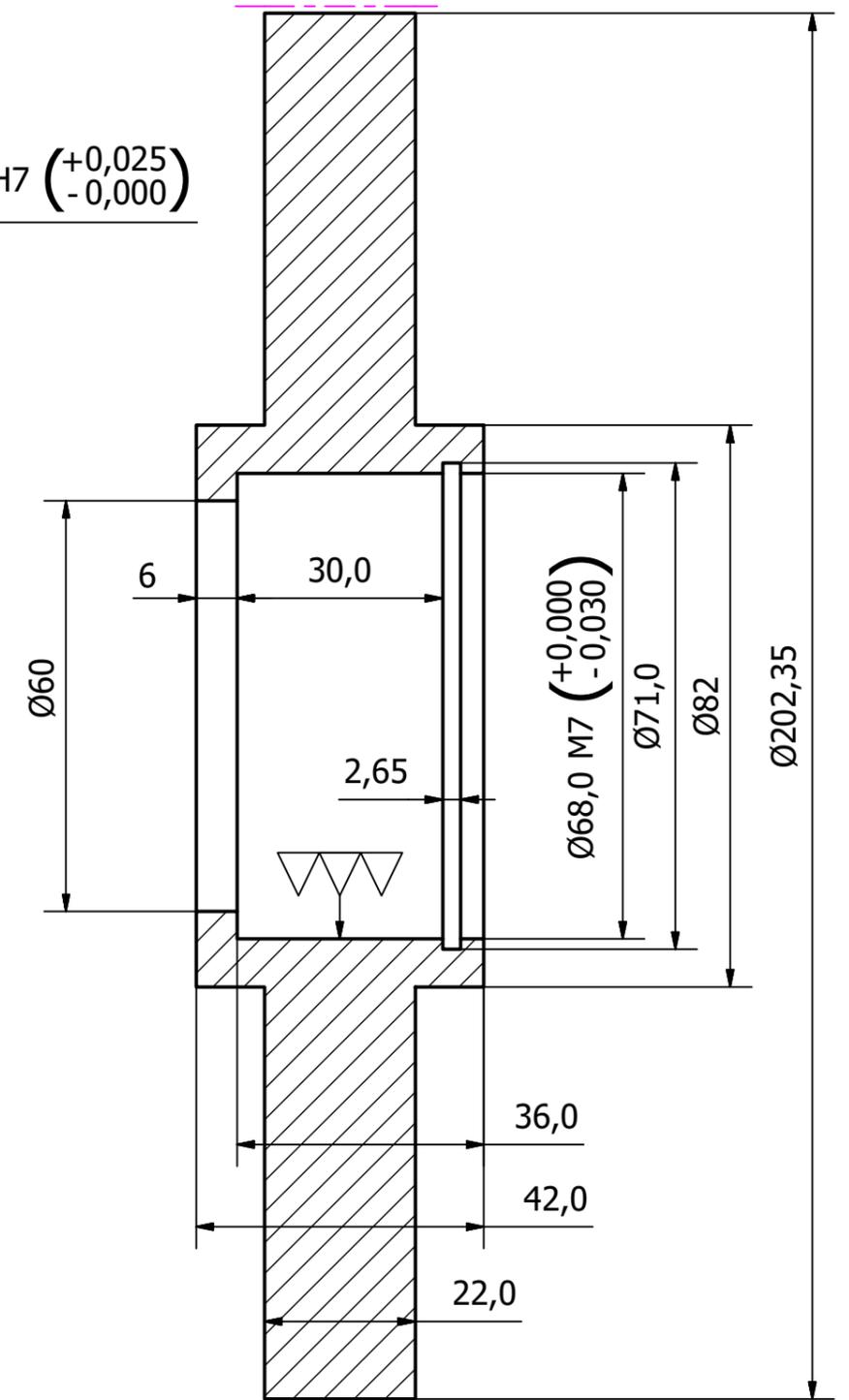


| | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|----------|----------------|--|--|-----------------------|------------------------------|-----------------|
| Material de partida [mm]:Ø66,5*28 | | | Nombre | | Fecha | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños | |
| | | | Dibujó: | | | | | Orengia Nicolás |
| Observaciones: PANTOGRAFO | | | Nº revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE TAPA PORTA RODAMIENTOS | | Cantidad: 2 | |
| | | | Escala:1:1 | | | | Material: SAE 1010 | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | Hoja: 10 /29 | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | Código: 02-07 | |
| | -0,2 | -0 | Tol. gral: | | | | | |
| | +0 | +0,03 | +1 | | | | | |
| | -0,03 | -0 | -1 | | | | | |



$\varnothing_p = 203,72$
 $M = \text{HTD}8$
 $z = 80$

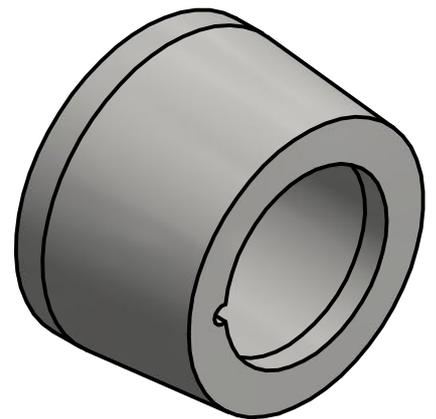
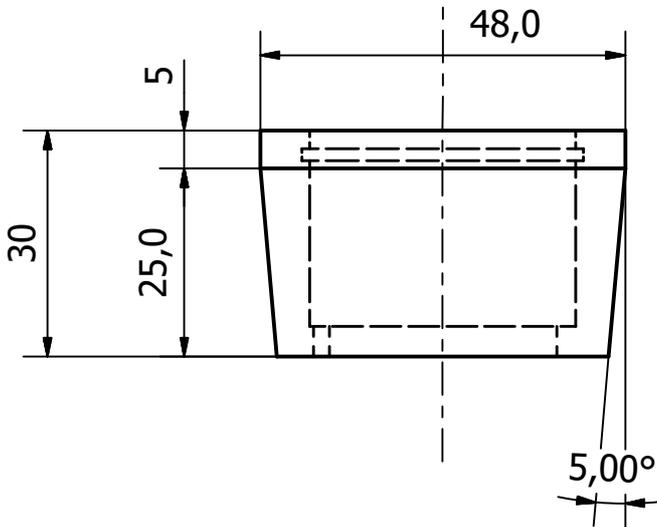
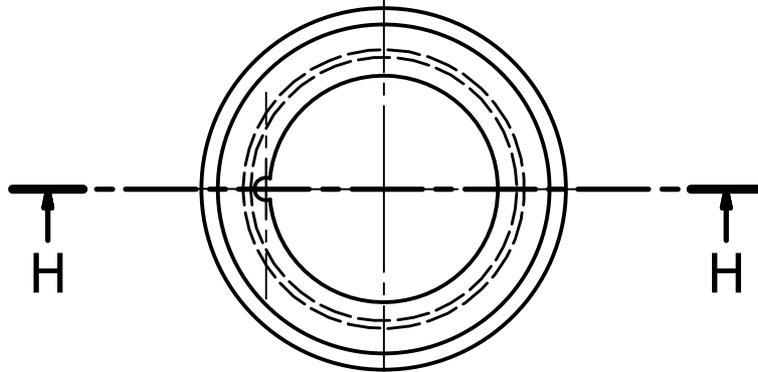
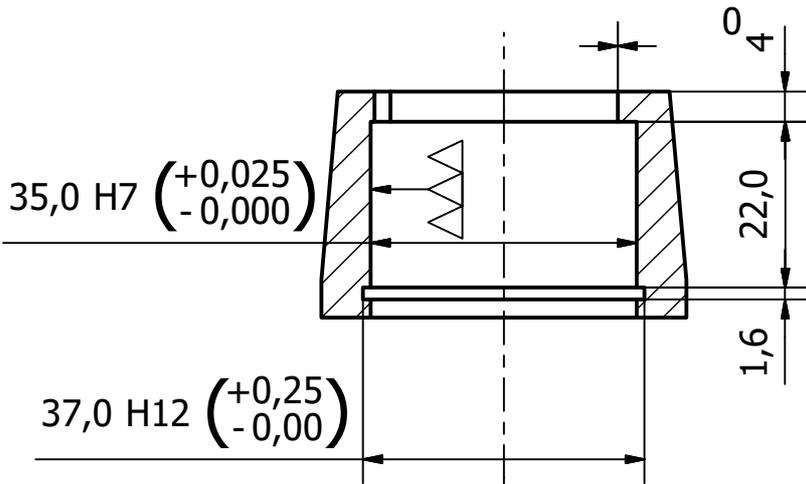
G-G (1:1)



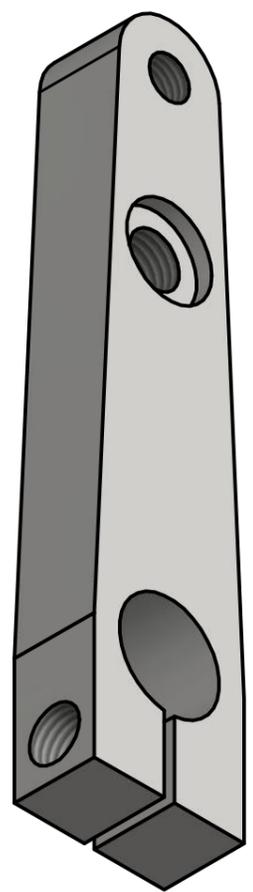
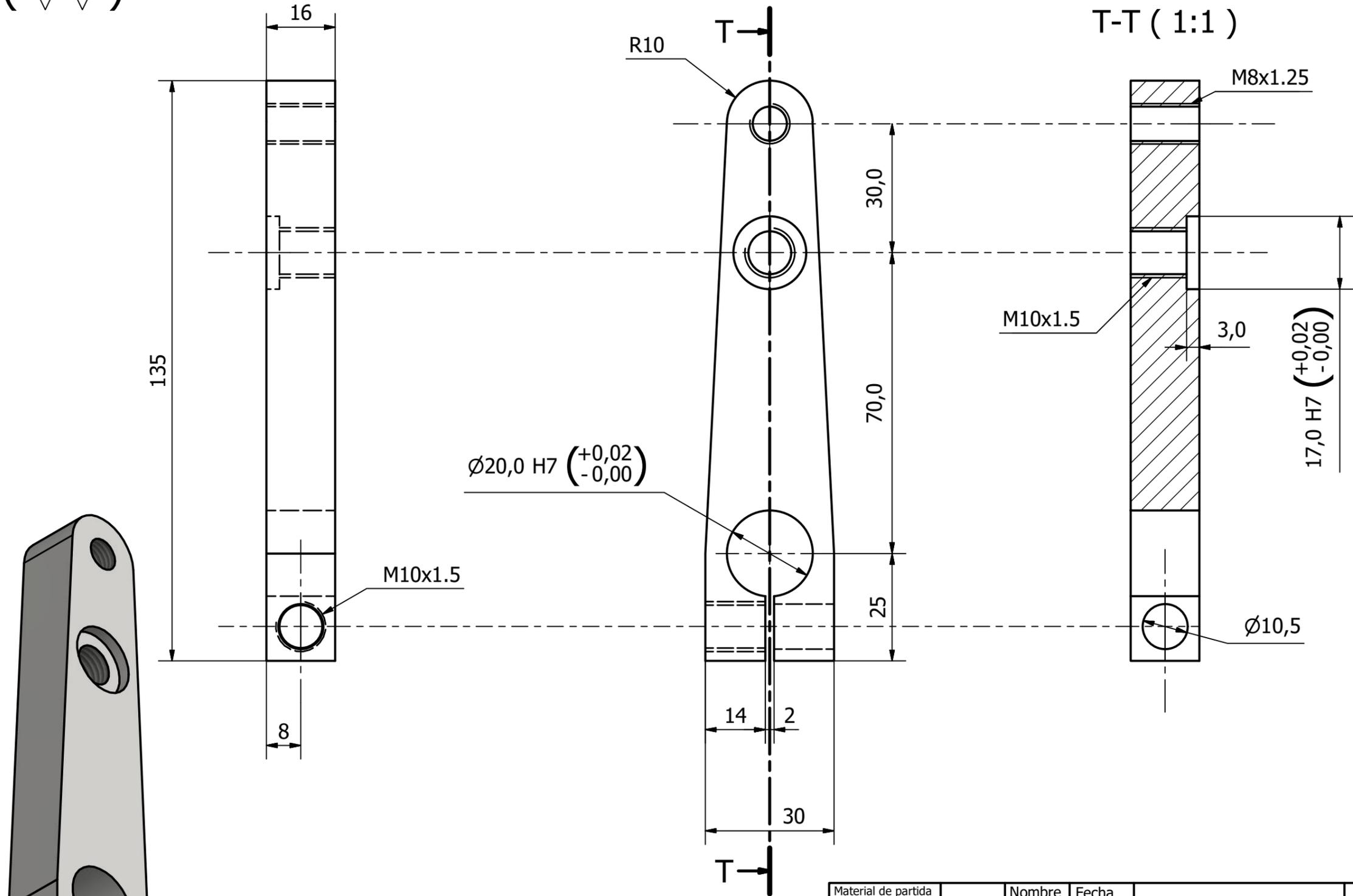
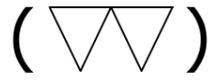
| | | | | | | |
|------------------------------|-----------------|--|------------------|-----------------------|------------------------------|---------------|
| Material de partida [mm]: | Dibujó: | Nombre: | Fecha: | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños | |
| Observaciones: PANTOGRAFO | Orengia Nicolás | | 19/03/16 | | | |
| | Nº revisión: 1 | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE DISCO CABEZAL | | | Cantidad: 1 | |
| | Escala: 1:1 | | | | Material: SAE 1010 | |
| Tol. Ejes | +0 | | | | +0,2 | Hoja: 11 /29 |
| Agujeros | -0,2 | | | | -0 | Código: 02-08 |
| Decimal | +0 | +0,03 | Tol. gral: +1 -1 | | | |
| Centesimal | -0,03 | -0 | | | | |

H-H (1 : 1)

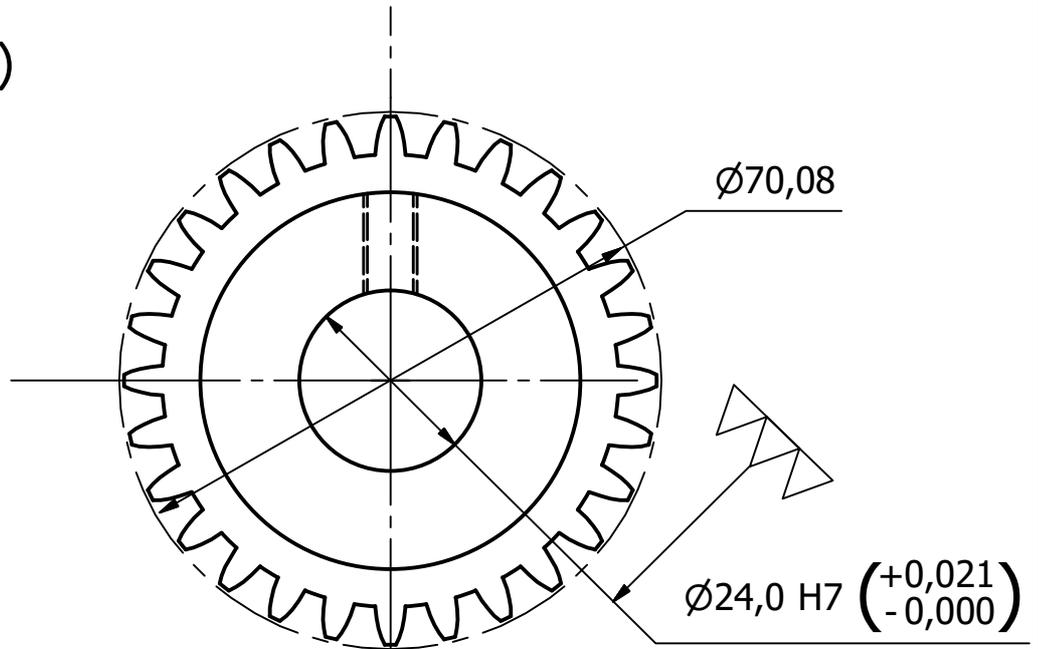
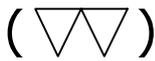
(▽▽)



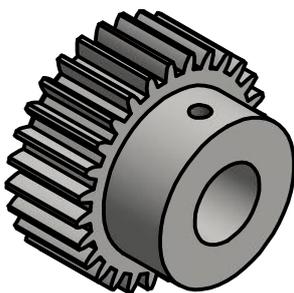
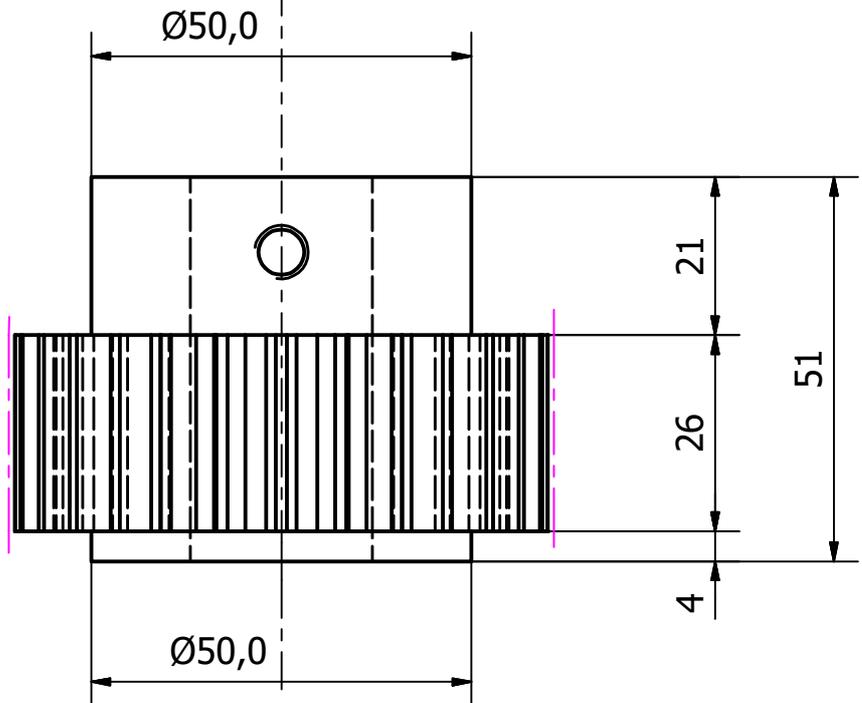
| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|----------|--|--|----------|--|-----------------------|------------------------------|--|--|--|--|
| Material de partida [mm]: Ø50,8*72 | | | Nombre | | Fecha | | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños | | | | |
| Observaciones: | | | Dibujó: Orengia Nicolás | | 18/04/16 | | | | | | | |
| N° revisión: 1 | | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE CONICO DE APOYO PARA CORTE | | | | | Cantidad: 2 | | | | |
| Escala: 1:1 | | | | | | | | Material: N695 (Especial K) | | | | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | Hoja: 12 /29 | | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | Código: 02-09 | | | | |
| | -0,2 | -0 | | | | | | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | | | | | |



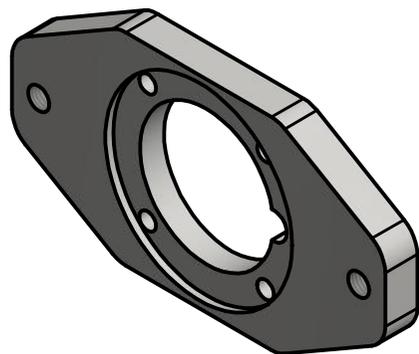
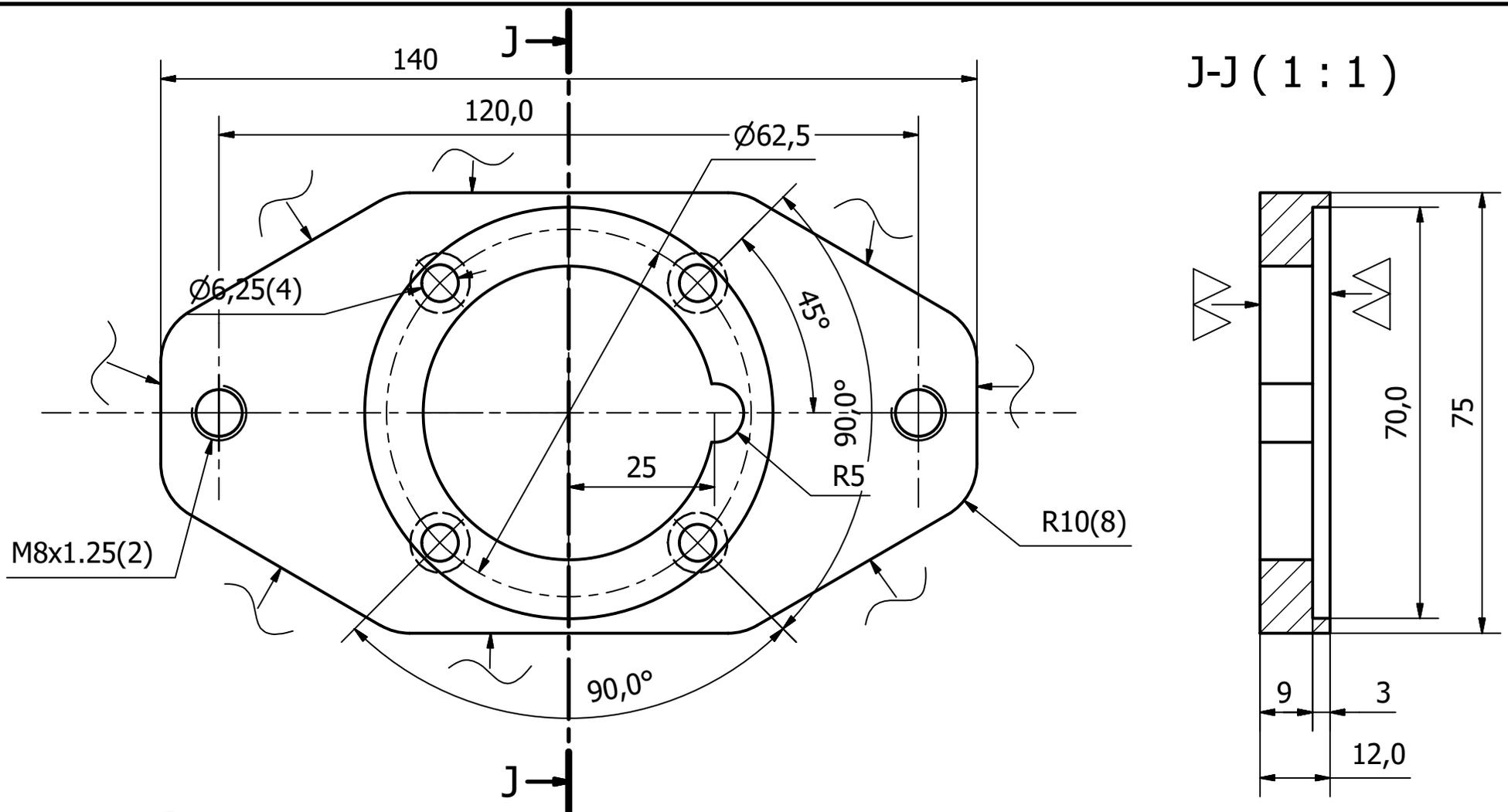
| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|--|------------------------|--|-----------------|--|------------------------------------|--|------------------------------|--|
| Material de partida [mm]: 152,4*19*72 | | | Nombre: Oregia Nicolás | | Fecha: 22/03/16 | | PROYECTO FINAL | | 0001 - Enderezadora de caños | |
| Observaciones: | | | Dibujó: Oregia Nicolás | | Nº revisión: 1 | | Escala: 1:1 | | Cantidad: 2 | |
| Tol. Ejes Agujeros | | | Tol. gral: +0,1 / -0,1 | | | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE BRAZO 2 | | Material: SAE 1010 | |
| Decimal: +0 / +0,2 / -0,2 / -0 | | | | | | | | | Hoja: 13 / 29 | |
| Centesimal: +0 / +0,03 / -0,03 / -0 | | | | | | | | | Código: 02-10 | |



$\text{Øp}=71,3$
 $M=HTD8$
 $z=28$

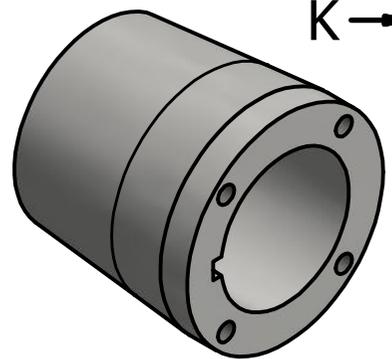
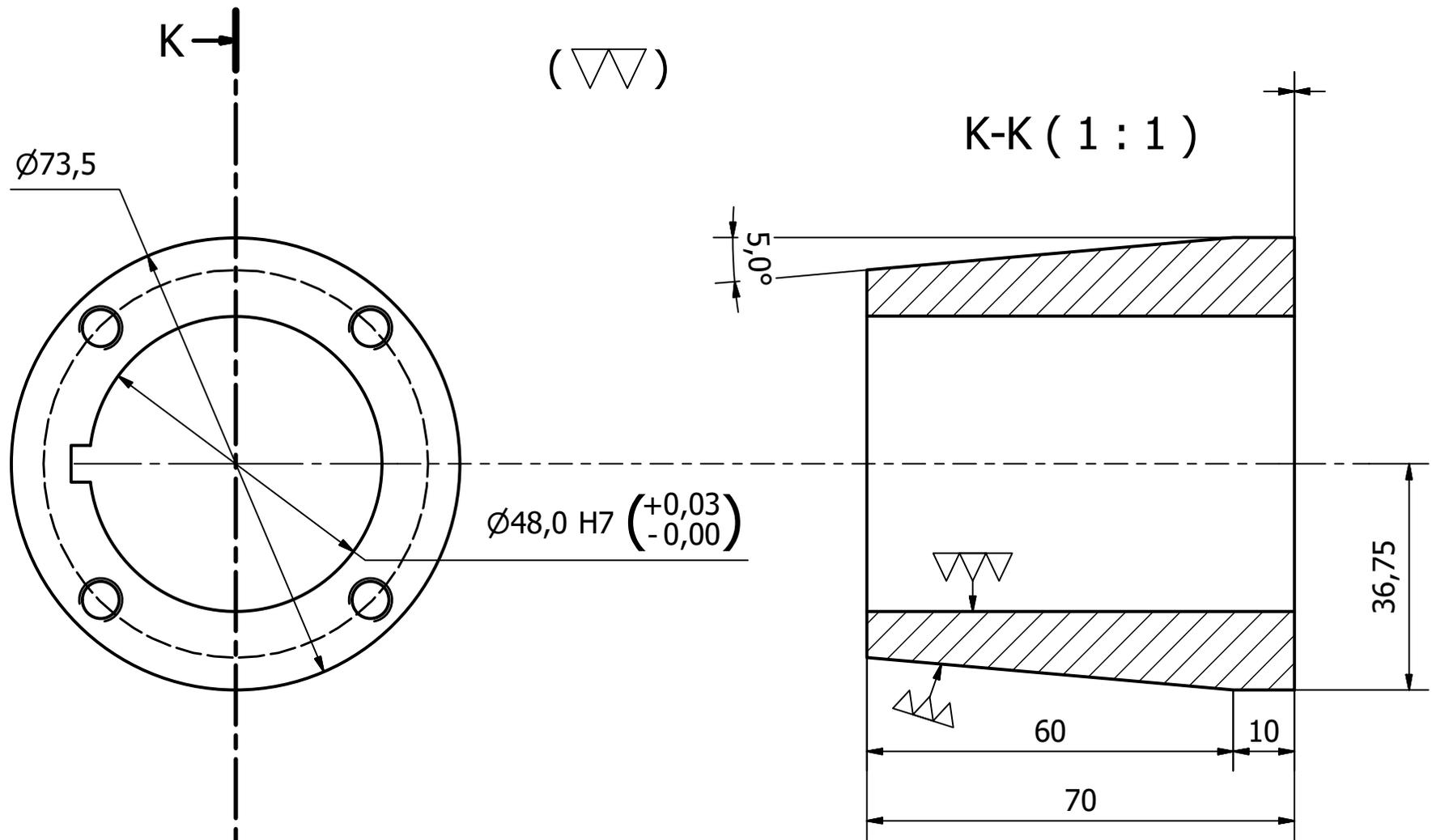


| | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|----------|----------------|--|---|-----------------------|------------------------------|
| Material de partida [mm]:Ø81*57 | | | Nombre | | Fecha | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños |
| | | | Dibujó: | | | | |
| Observaciones: | | | Nº revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE ENGRANAJE MOTOR | | Cantidad: 1 |
| | | | Escala:1:1 | | | | Material: SAE 1045 |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | Hoja: 14 /29 |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | Tol. gral: |
| | -0,2 | -0 | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | |

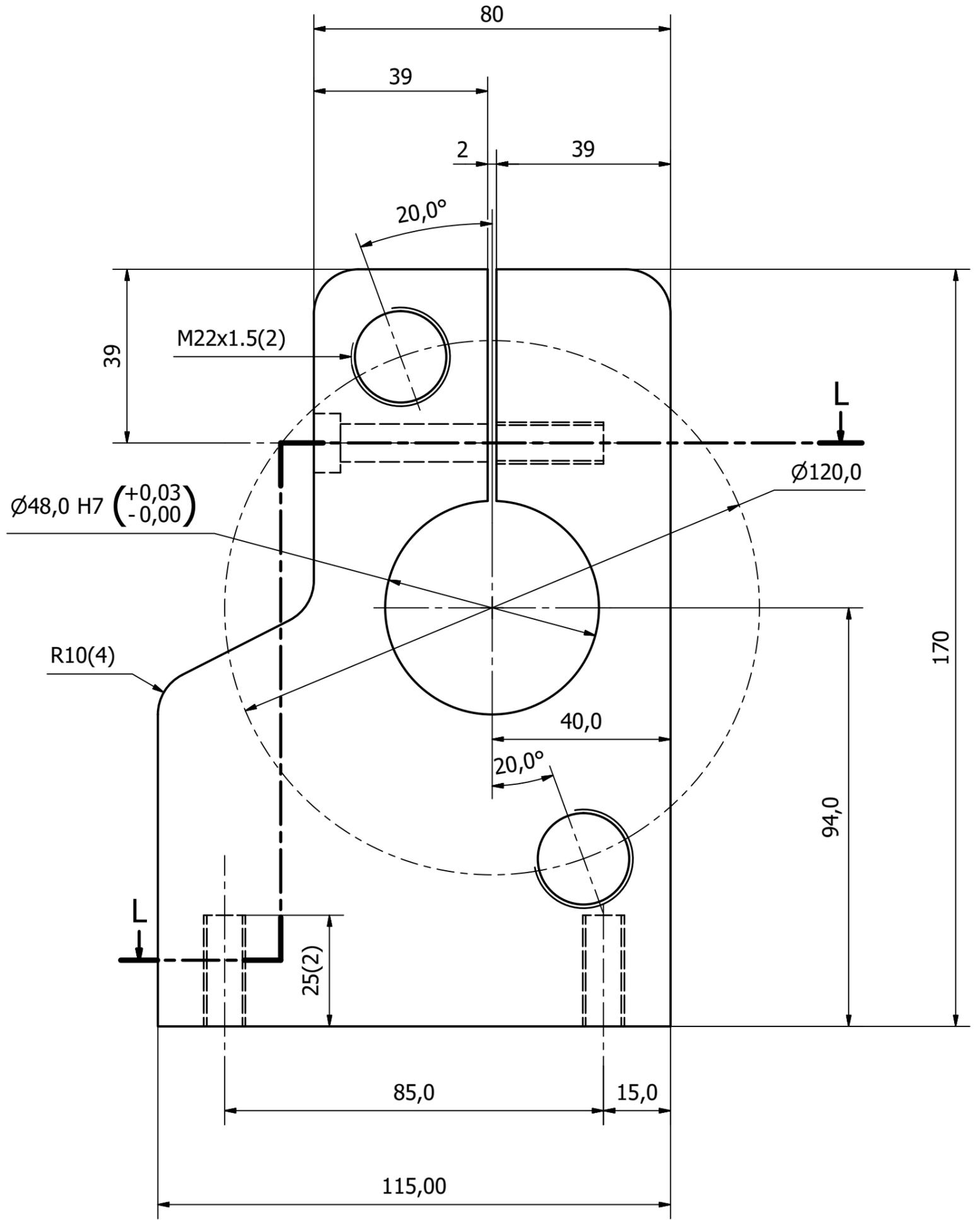


| | | | | | | | |
|--|--|----------------------------|--|---|--|-----------------------|------------------------------|
| Material de partida [mm]:152,4*15,9*8 | | Nombre | | Fecha | | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños |
| Observaciones: Corte por pantógrafo (Contorno) | | Dibujó: Orengia Nicolás | | 23/03/16 | | | |
| N° revisión: 1 | | Escala: 1:1 | |  | | Cantidad: 1 | |
| Tol. Ejes Agujeros | | Tol. gral: | | | | Material: SAE 1010 | |
| Decimal | | +0 +0,2 | | | | Hoja: 15 /29 | |
| Centesimal | | -0,2 -0 | | | | Código: 02-12 | |
| | | +0 +0,03 | | | | | |
| | | -0,03 -0 | | | | | |

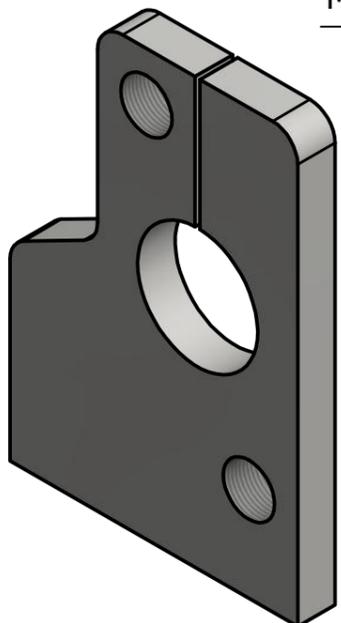
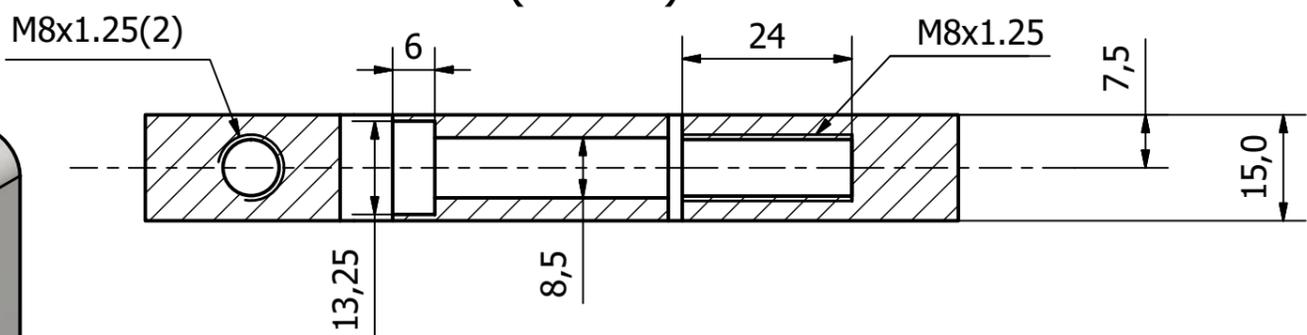
CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE
SOPORTE CONO DE APOYO
CORTE



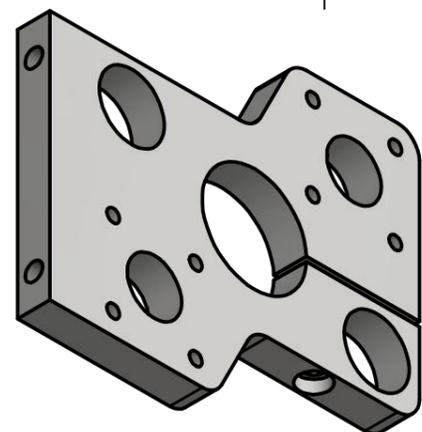
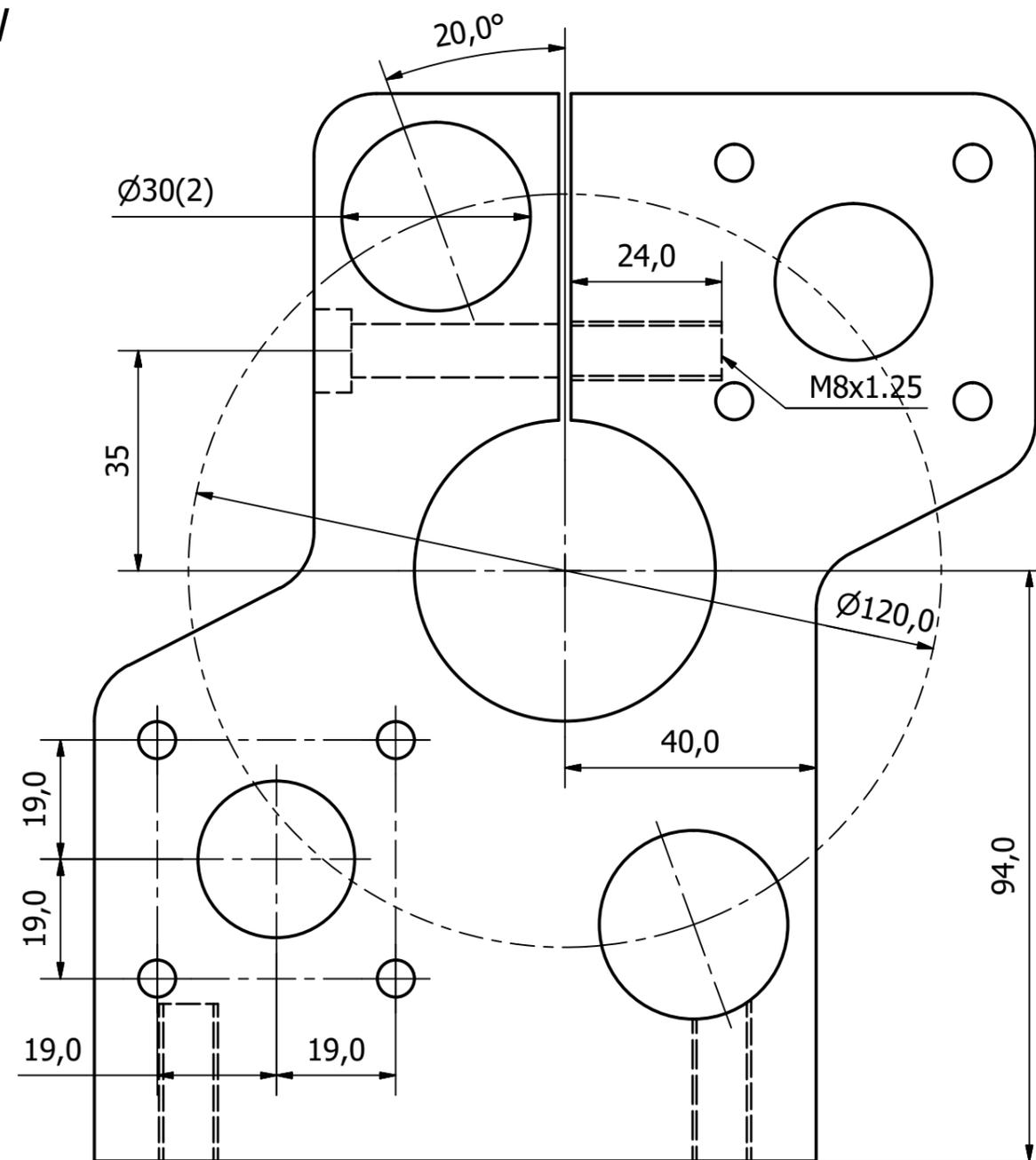
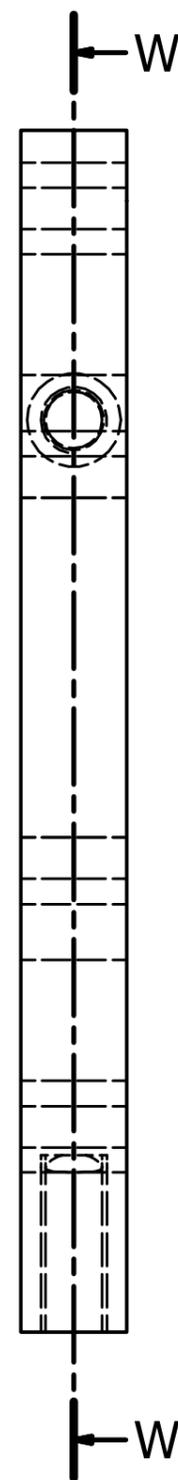
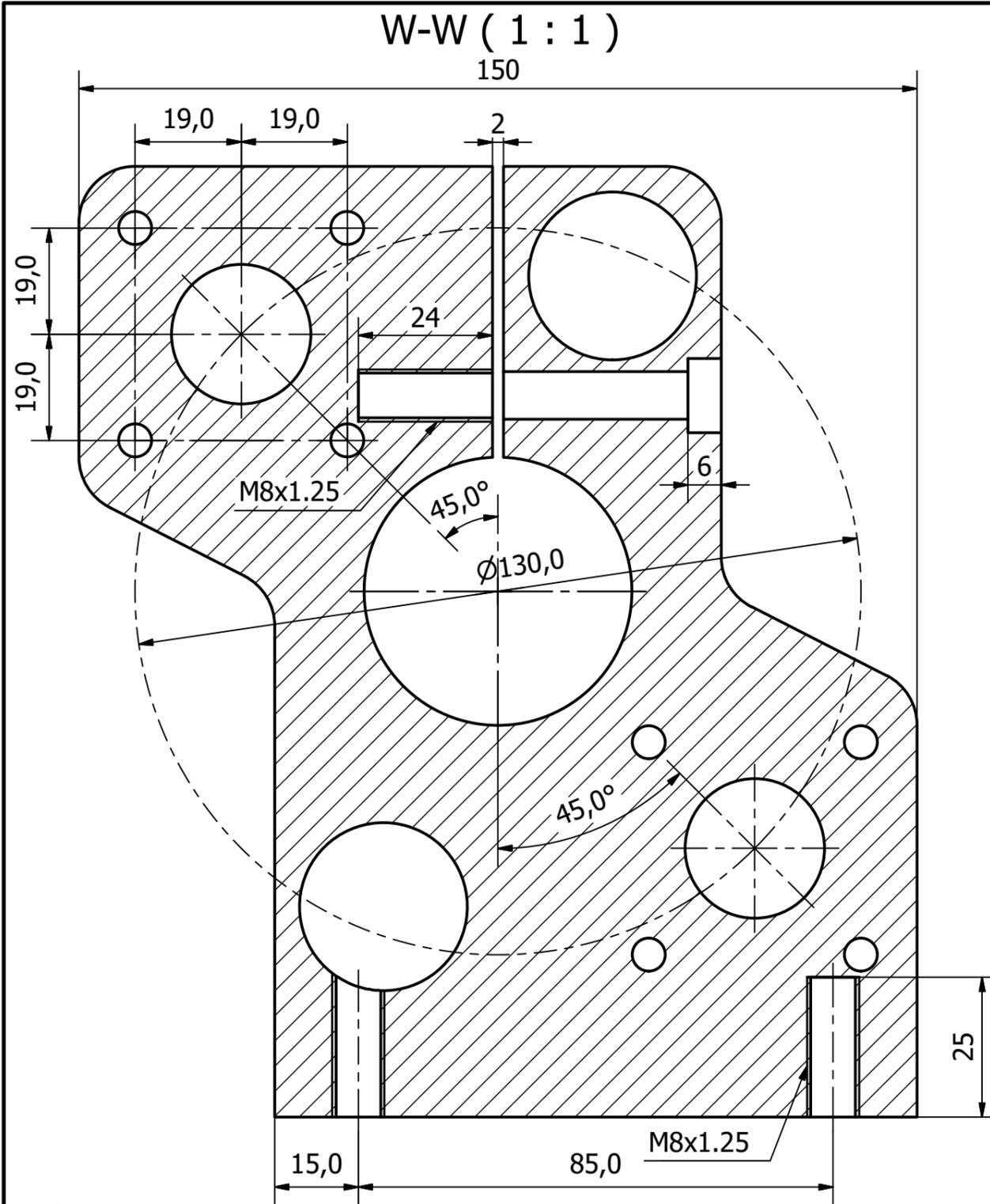
| | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|----------|----------------------------|--|--|--|-----------------------|------------------------------|
| Material de partida [mm]: Ø76,2*76 | | | Nombre | | Fecha | | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños |
| Observaciones: | | | Dibujó: Orengia Nicolás | | 23/03/16 | | | |
| | | | N° revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE CONO MANDO CORTE | | | Cantidad: 1 |
| | | | Escala: 1:1 | | | | | Material: N695 (Especial K) |
| | | | | | | | | Hoja: 16 /29 |
| | | | Tol. gral: +1 -1 | | | | | Código: 02-13 |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | |
| | -0,2 | -0 | | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | |



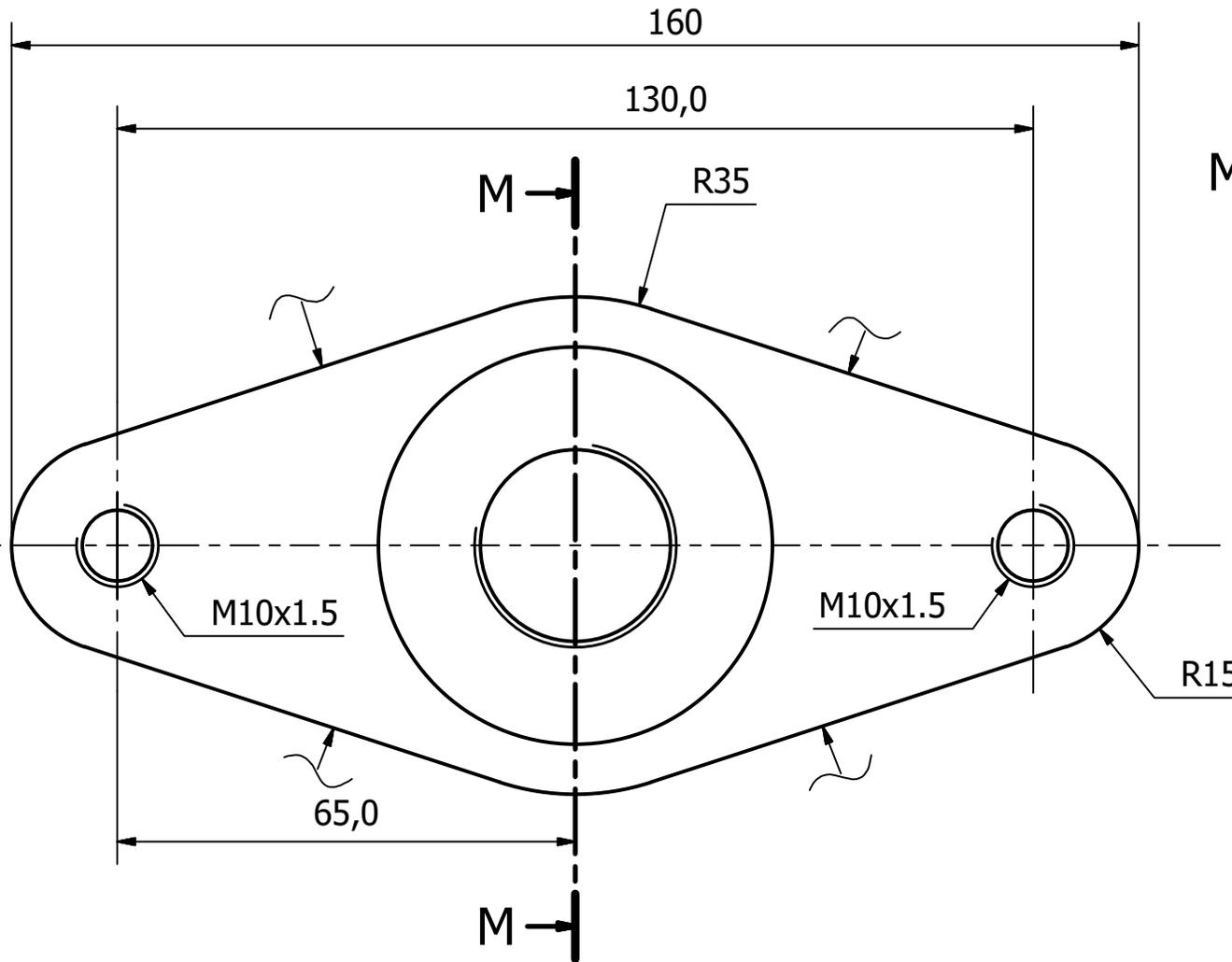
L-L (1 : 1)



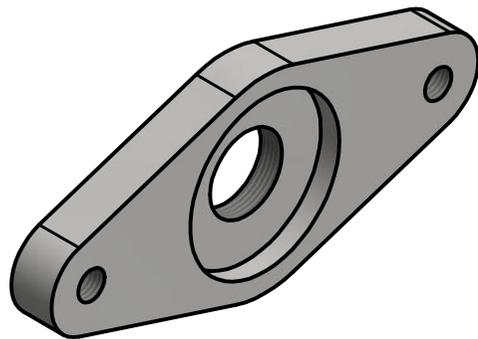
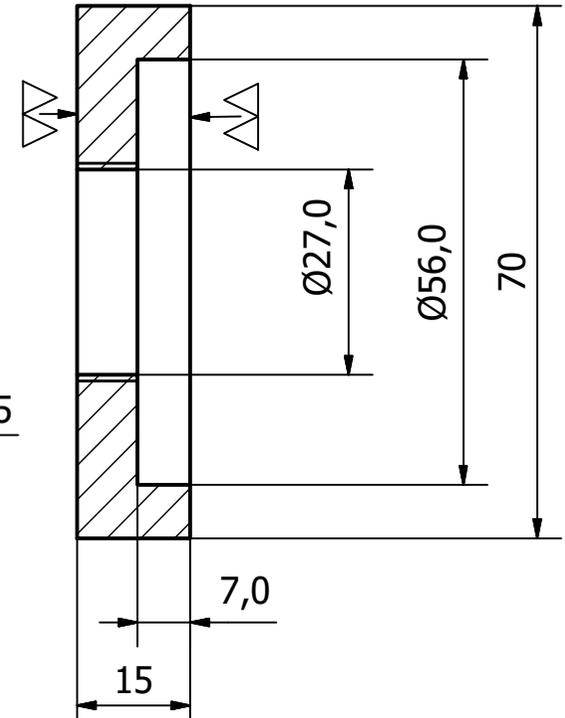
| | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|--|-----------------|--|--|--|------------------------------|--|--------------------|--|
| Material de partida [mm]:127*19*176 | | | Nombre | | Fecha | | 0001 - Enderezadora de caños | | | |
| Observaciones: CORTE PANTOGRAFO | | | Dibujó: | | 24/03/16 | | PROYECTO FINAL | | | |
| | | | Orengia Nicolás | | | | | | | |
| | | | N° revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE SOPORTE CILINDROS ACCIONAMIENTO PARA CORTE | | | | | |
| | | | Escala:1:1 | | | | | | Cantidad: 1 | |
| Tol. Ejes | | | Agujeros | | | | | | Material: SAE 1010 | |
| Tol. Decimal | | | Centésima | | | | | | Hoja: 17 /29 | |
| +0 | | | +0,2 | | Código: 02-14 | | | | | |
| -0,2 | | | -0 | | | | | | | |
| +0 | | | +0,03 | | | | | | | |
| -0,03 | | | -0 | | | | | | | |
| | | | Tol. gral: | | | | | | | |
| | | | +1 | | | | | | | |
| | | | -1 | | | | | | | |



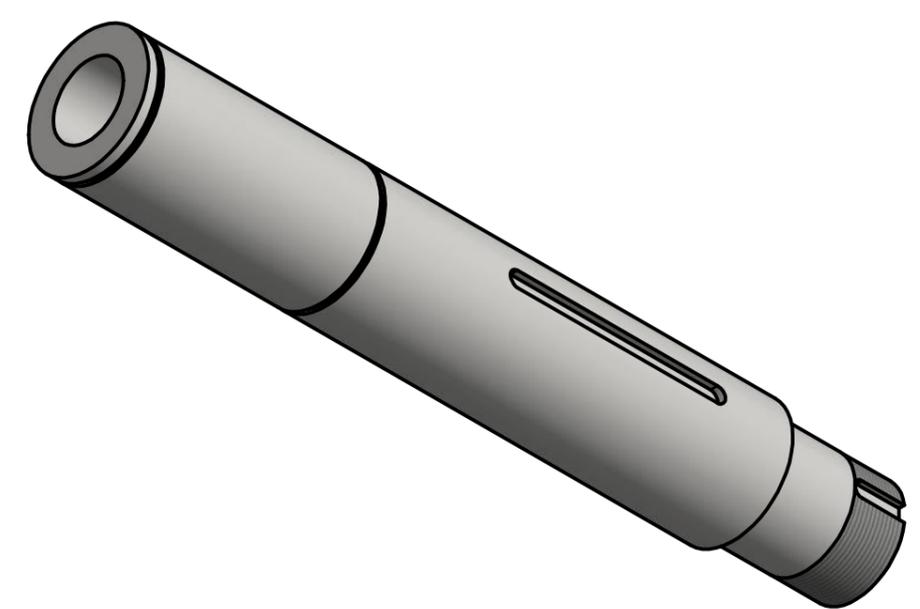
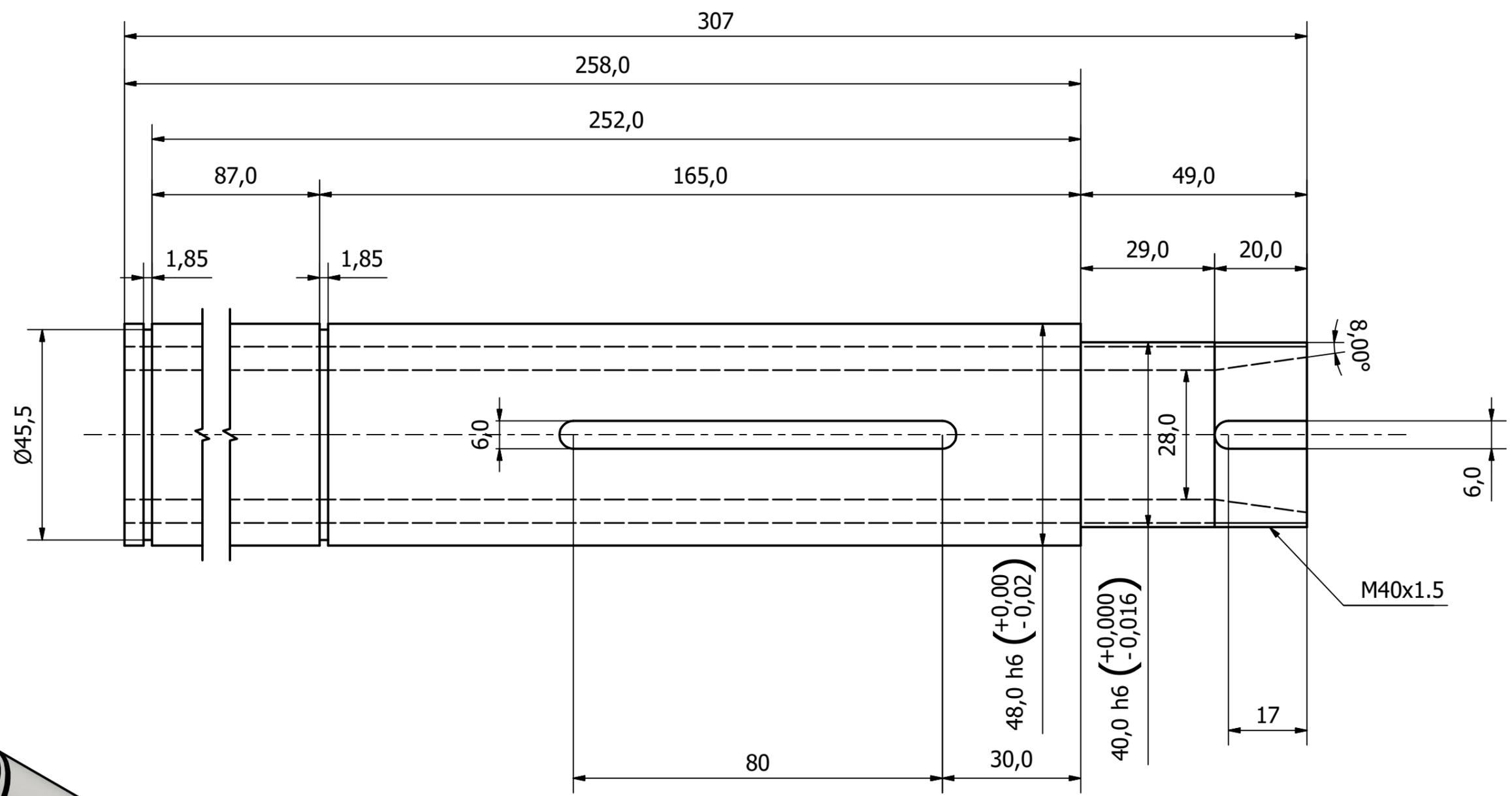
| | | | | | |
|--|-----------------|---|----------|-----------------------|------------------------------|
| Material de partida [mm]:152,4*19*176 | Dibujó: | Nombre | Fecha | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños |
| Observaciones: CORTE PANTOGRAFO | Orengia Nicolás | | 23/04/16 | | |
| | Nº revisión: 1 | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE SOPORTE CILINDROS APRISIONAMIENTO CAÑO | | | Cantidad: 1 |
| | Escala: 1:1 | | | | Material: SAE 1010 |
| | Tol. Ejes | | | | Hoja: 18 /29 |
| | Tol. Agujeros | | | | Código: 02-15 |
| | Tol. Decimal | | | | |
| | Tol. Centesimal | | | | |



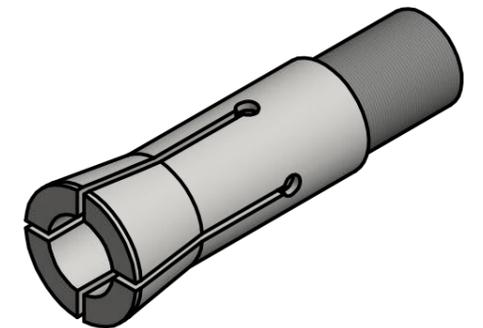
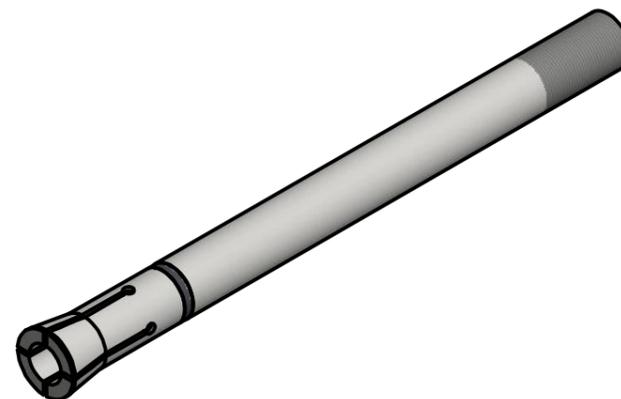
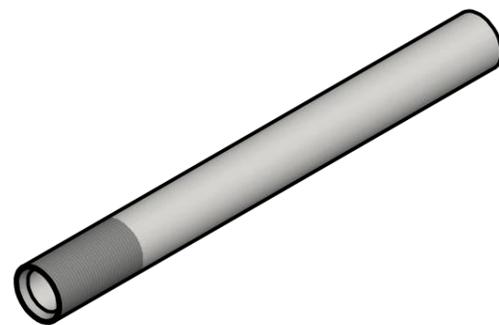
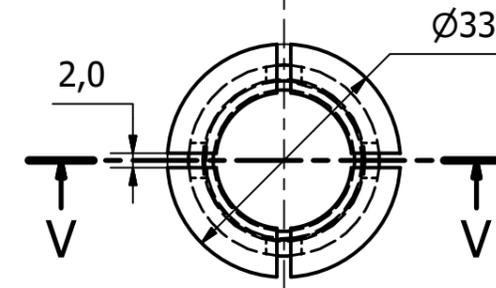
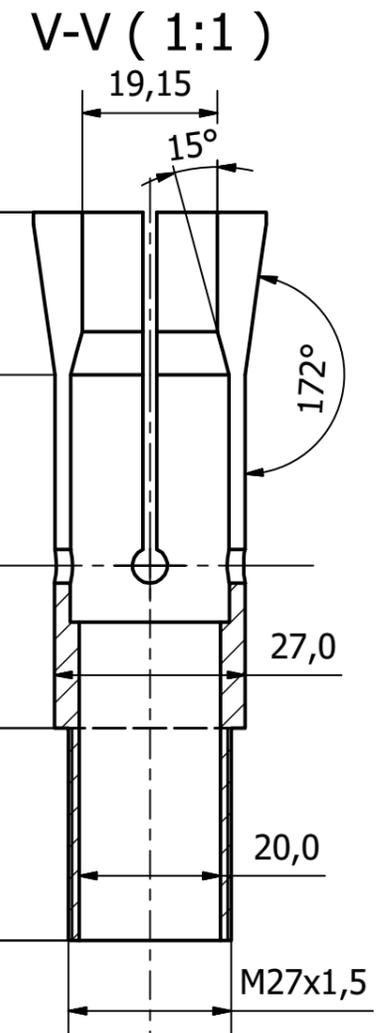
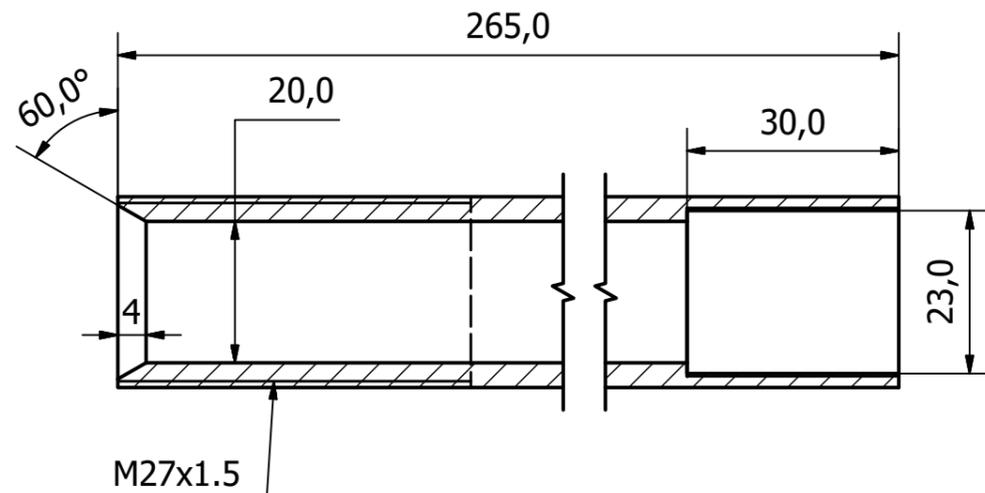
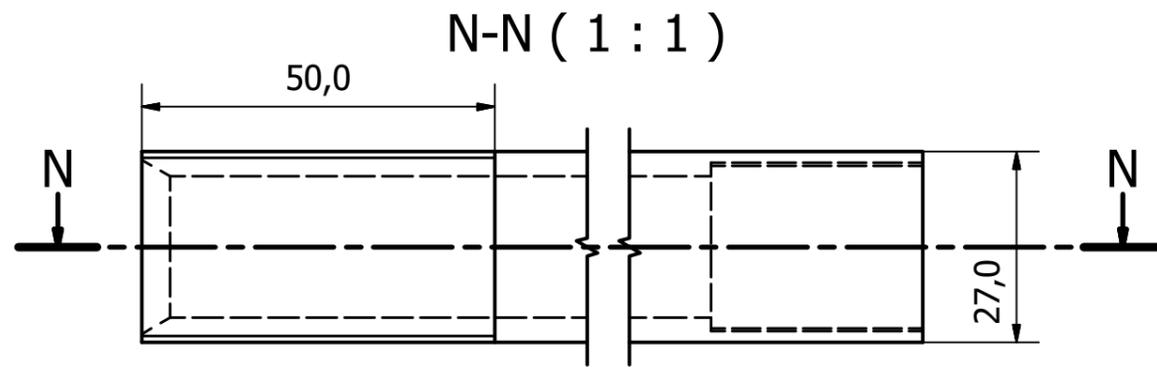
M-M (1 : 1)



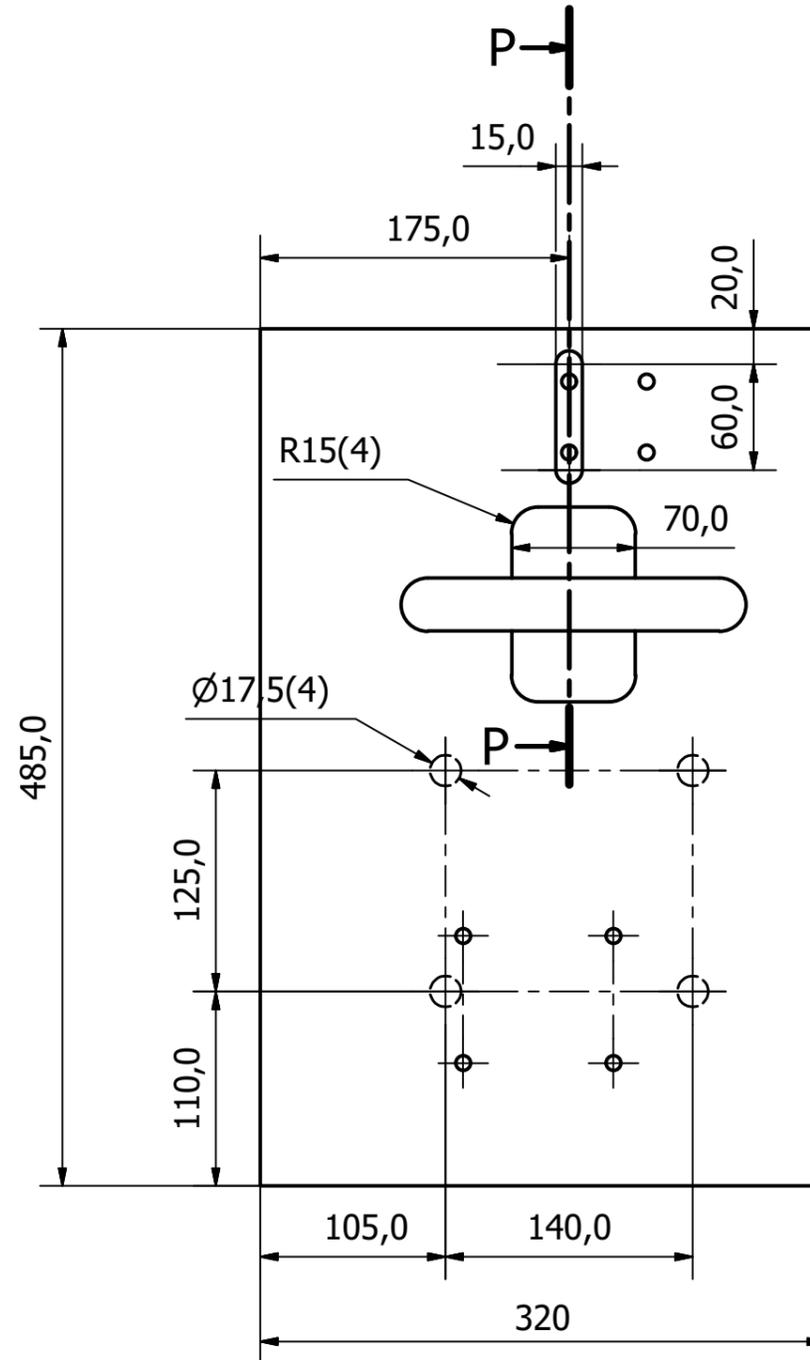
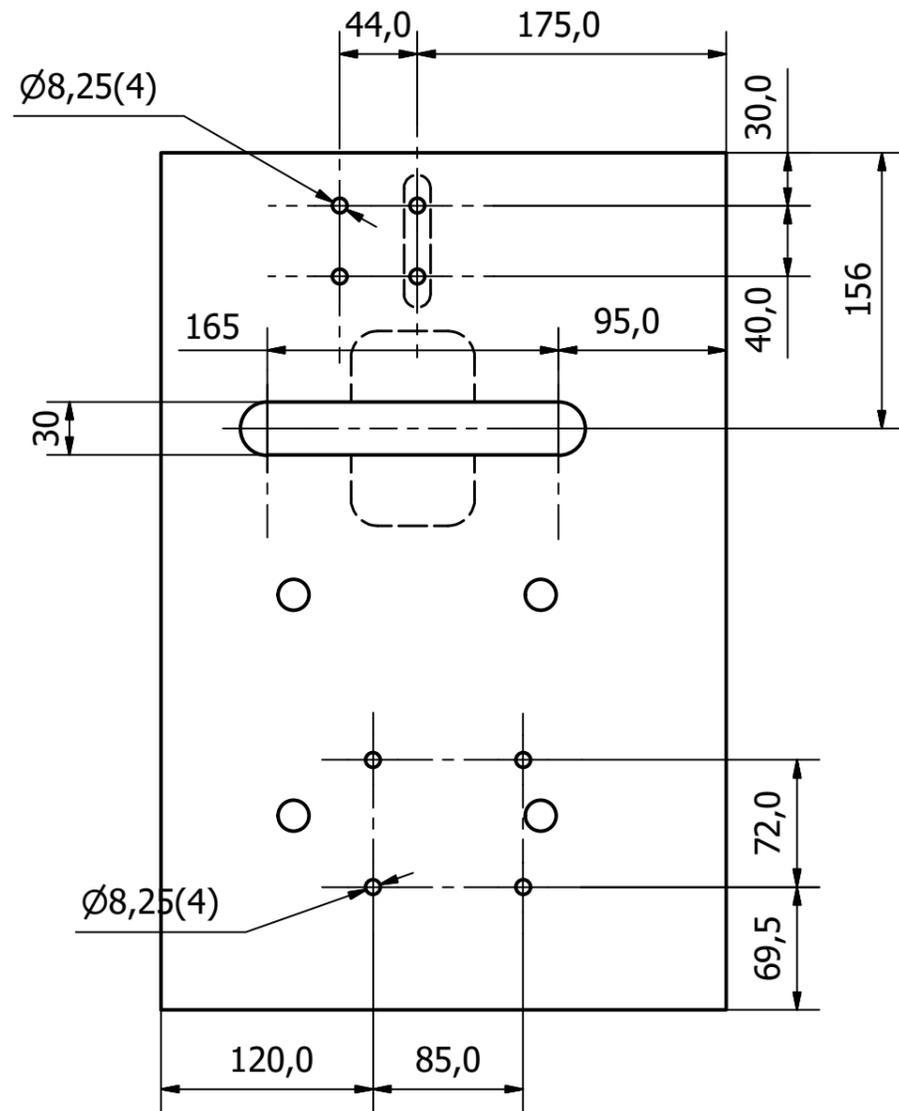
| Material de partida [mm]:76,2*19*166 | | Nombre | | Fecha | | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------|--|-----------------------|------------------------------|----------|---------|----|------|--|------|----|-----------|----|-------|--|-------|----|--------------|--|
| Observaciones: Corte pantógrafo (Contorno) | | Dibujó: Orengia Nicolás | | 24/04/16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE PLACA MANDO MORDAZA ANTERIOR | | | | Cantidad: 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Escala: 1:1 | | | | | | Material: SAE 1010 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <th>Tol.</th> <th>Ejes</th> <th>Agujeros</th> </tr> <tr> <td>Decimal</td> <td>+0</td> <td>+0,2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-0,2</td> <td>-0</td> </tr> <tr> <td>Centésima</td> <td>+0</td> <td>+0,03</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-0,03</td> <td>-0</td> </tr> </table> | | | | | | Tol. | Ejes | Agujeros | Decimal | +0 | +0,2 | | -0,2 | -0 | Centésima | +0 | +0,03 | | -0,03 | -0 | Hoja: 19 /29 | |
| Tol. | Ejes | | | | | Agujeros | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,2 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centésima | +0 | +0,03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Tol. gral: +1 -1 | | Código: 02-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



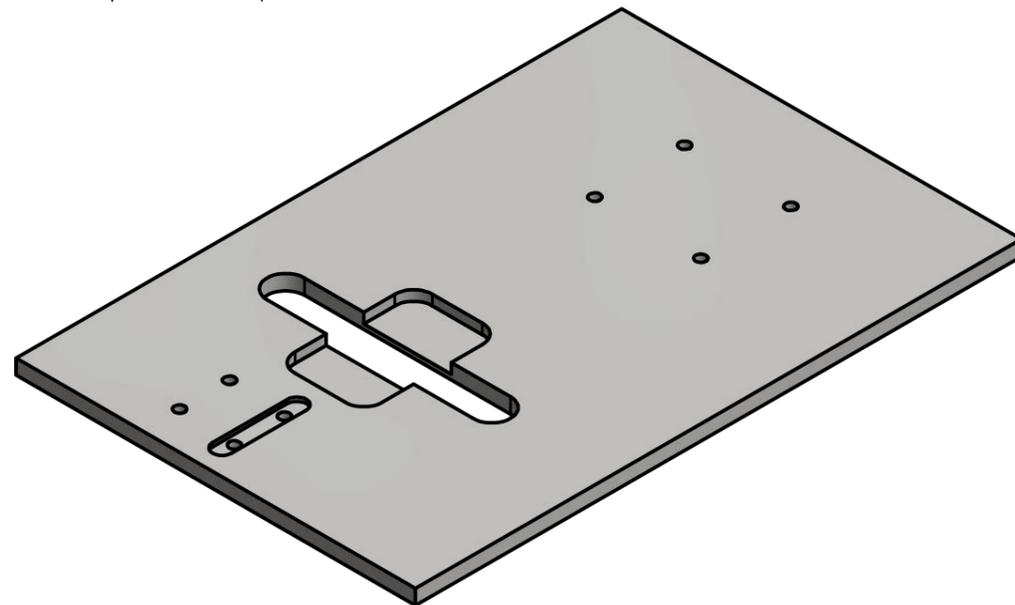
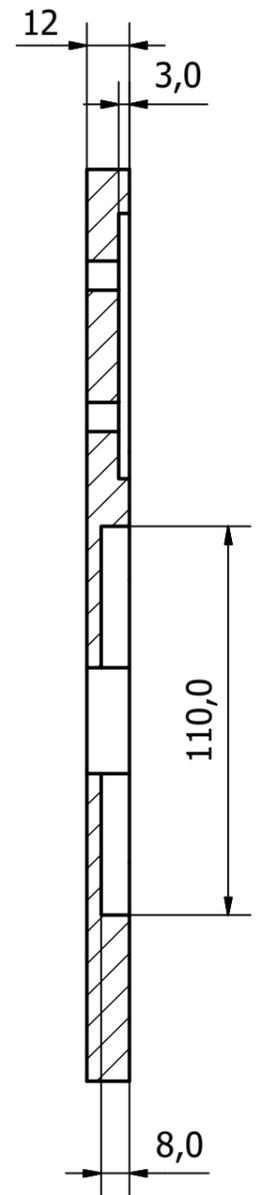
| | | | | | | | | |
|--|-------|----------|-----------------|--|-----------------------------------|--|------------------------------|--|
| Material de partida [mm]: Ø52,4*313 | | | Nombre | | Fecha | | 0001 - Enderezadora de caños | |
| Observaciones: | | | Dibujó: | | 25/03/16 | | PROYECTO FINAL | |
| | | | Orengia Nicolás | | | | | |
| | | | Nº revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE EJE | | | |
| | | | Escala: 1:1 | | | | | |
| | | | Tol. gral: | | | | | |
| | | | +1 -1 | | | | | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | Cantidad: 1 | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | Material: Steel, Carbon | | | |
| | -0,2 | -0 | | | Hoja: 20 /29 | | | |
| Centesima | +0 | +0,03 | | | Código: 02-17 | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | |



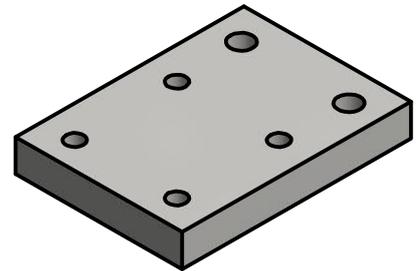
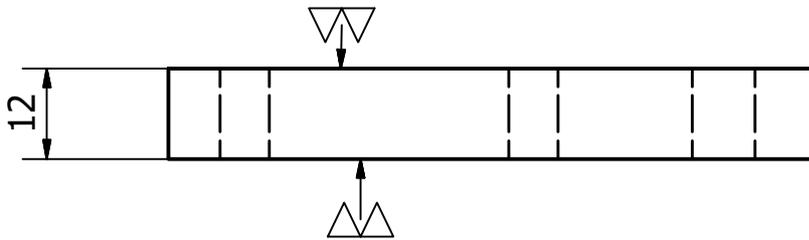
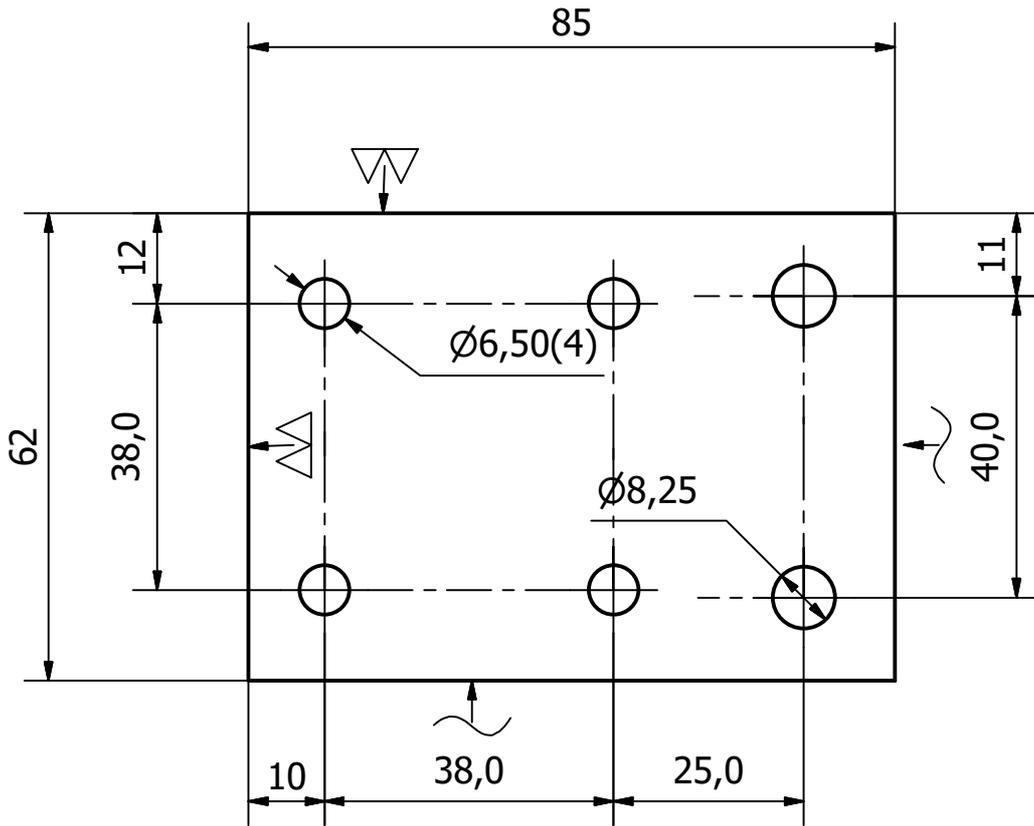
| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|----------|------------------------|--|----------------------------|--|------------------------------|--|
| Material de partida [mm]: | | | Nombre | | Fecha | | 0001 - Enderezadora de caños | |
| Observaciones: | | | Dibujó: Oregia Nicolás | | 30/03/16 | | PROYECTO FINAL | |
| | | | Nº revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE | | | |
| | | | Escala: | | | | | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | Tol. gral: | | | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | +1 | | | | | |
| | -0,2 | -0 | -1 | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | |
| | | | Cantidad: 1 | | Material: Steel, Carbon | | | |
| | | | Hoja: 21 /29 | | Código: 02-18 | | | |



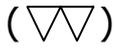
P-P (1 : 2)

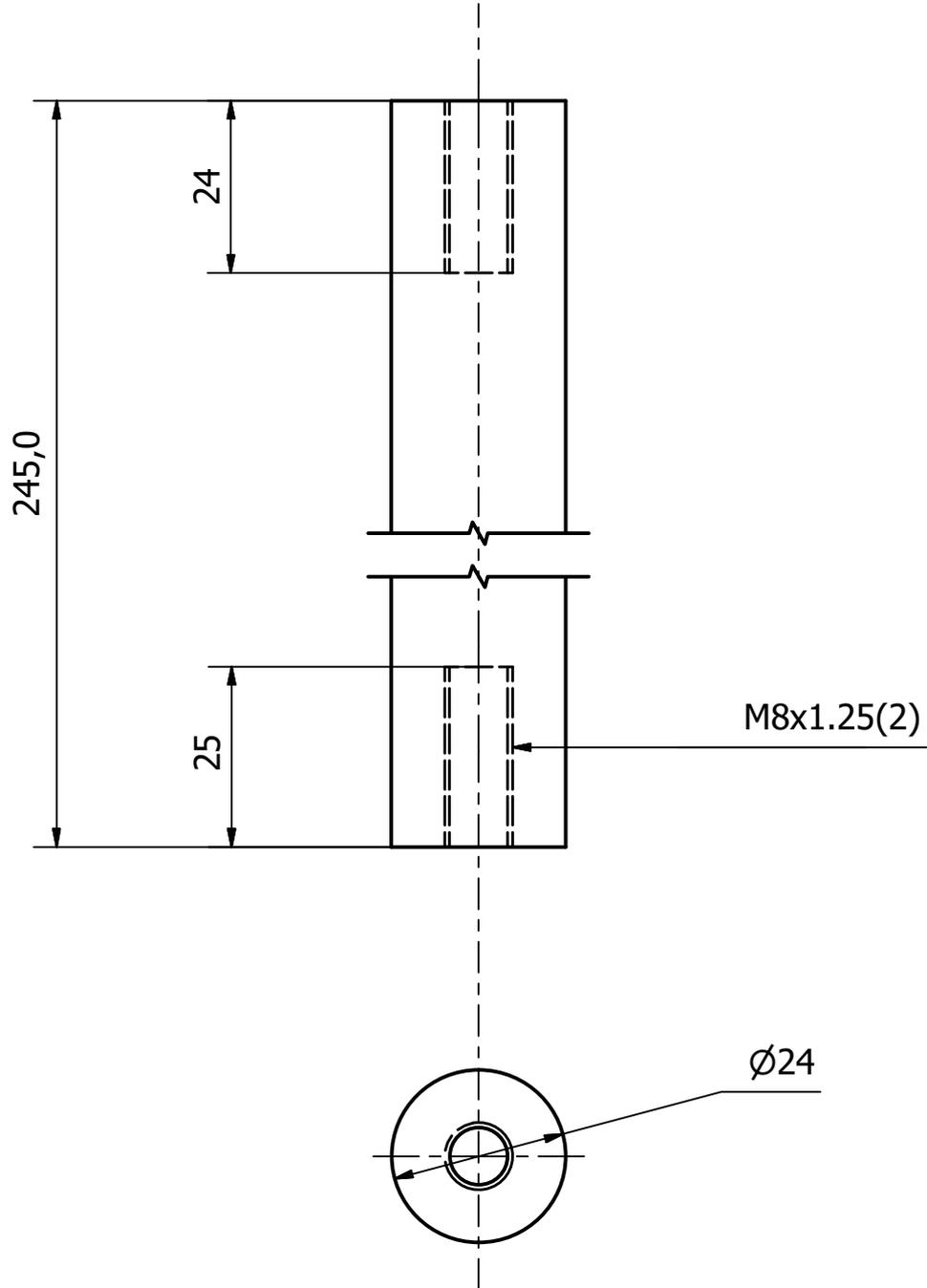


| | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|----------|----------------------------|--|---|--|------------------------------|--|--------------------|--|
| Material de partida [mm]:- | | | Nombre | | Fecha | | 0001 - Enderezadora de caños | | | |
| Observaciones: Pantografo | | | Dibujó: Orengia Nicolás | | 5/04/16 | | PROYECTO FINAL | | | |
| | | | Nº revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE PLACA SOPORTE | | | | | |
| | | | Escala: 1:4 | | | | | | Cantidad: 1 | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | | Material: SAE 1010 | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | | Hoja: 22 /29 | |
| | -0,2 | -0 | | | Código: 02-19 | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | | | |

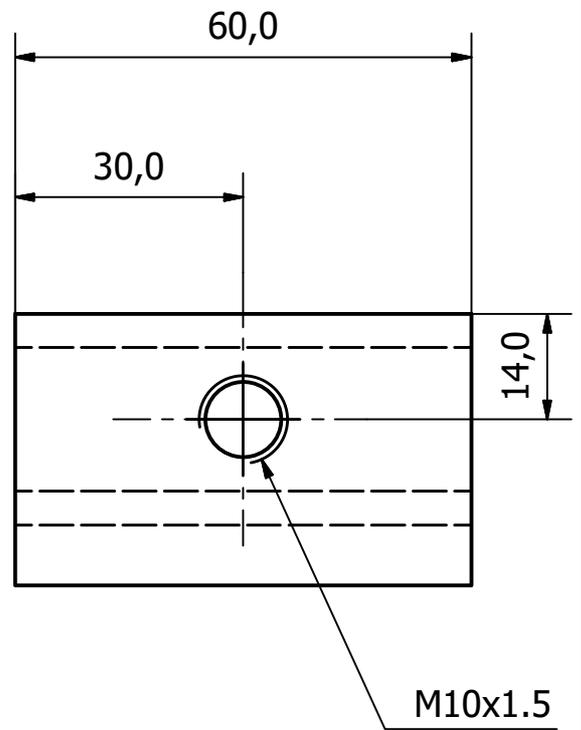
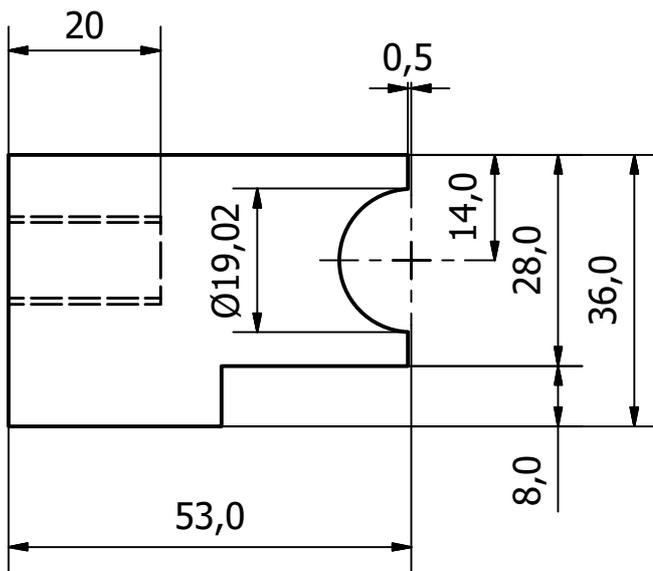
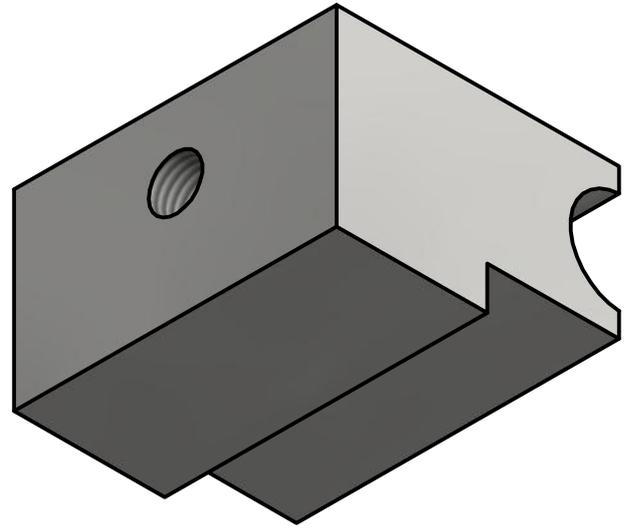
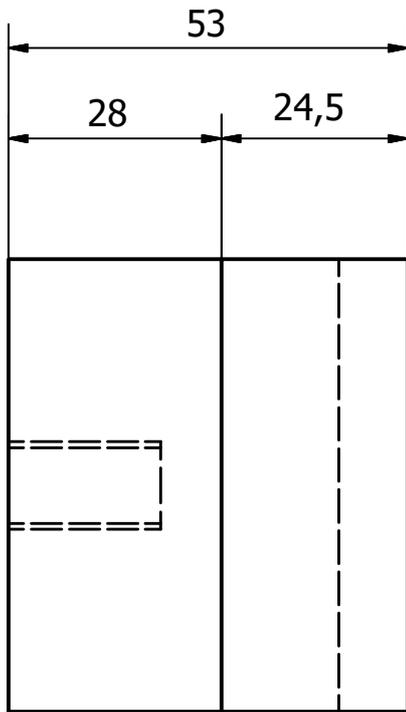


| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|----------|----------------|--|--|-----------------------|------------------------------|-----------------|
| Material de partida [mm]: | | | Nombre | | Fecha | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños | |
| | | | Dibujó: | | | | | Orengia Nicolás |
| Observaciones: | | | Nº revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE PLACA SOPORTE MORDAZAS SUJECION CAÑO | | Cantidad: 1 | |
| | | | Escala: 1:1 | | | | Material: SAE 1010 | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | Hoja: 23 /29 | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | Código: 02-20 | |
| | -0,2 | -0 | Tol. gral: | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | +1 | | | | | |
| | -0,03 | -0 | -1 | | | | | |

()



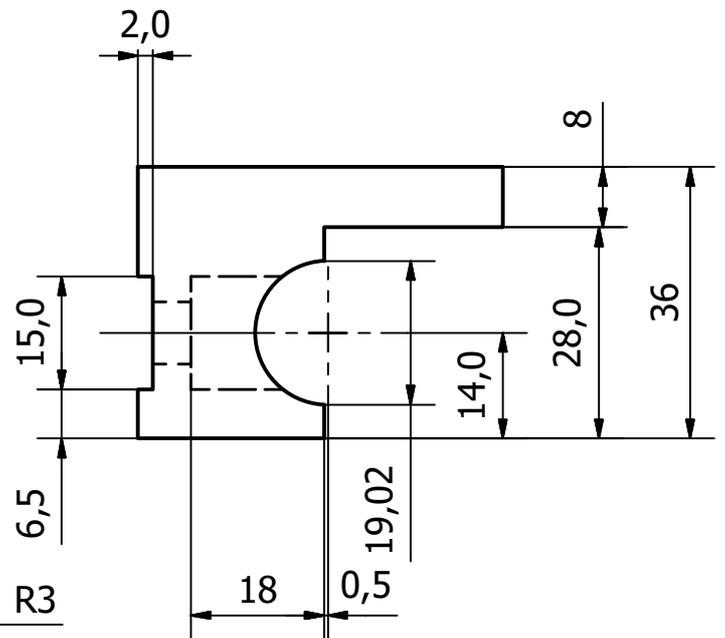
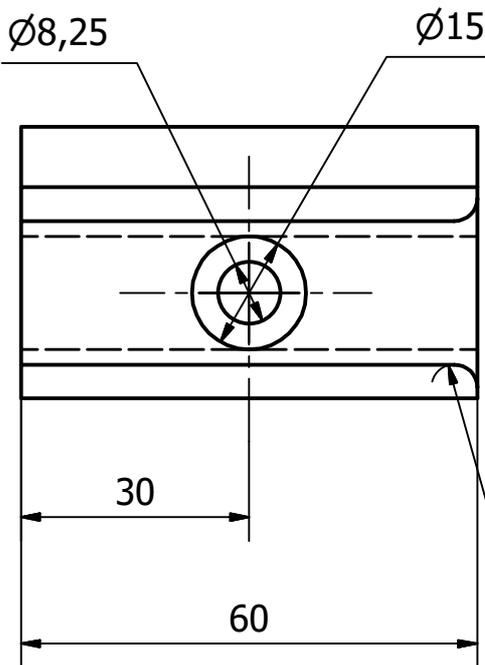
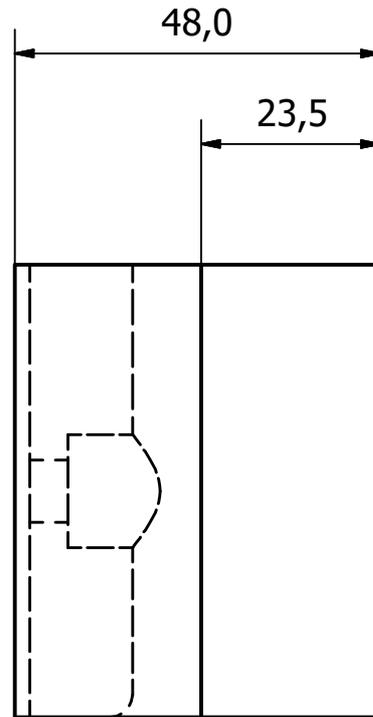
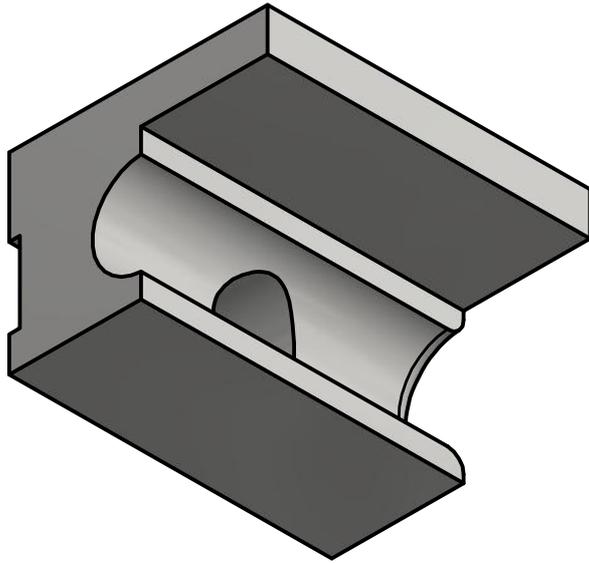
| | | | | | | |
|---------------------------|----------------|--|----------|-----------------------|------------------------------|---------------|
| Material de partida [mm]: | Dibujó: | Nombre | Fecha | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños | |
| | Observaciones: | Orengia Nicolás | 06/04/16 | | | |
| N° revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE CILINDROS SOPORTE MORDAZAS SUJECION CAÑO | | | Cantidad: 2 | |
| Escala: 1:1 | | | | | Material: SAE 1045 | |
| Tol. | Ejes | | | | Agujeros | Hoja: 24 /29 |
| Decimal | +0 | | | | +0,2 | Código: 02-21 |
| | -0,2 | -0 | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | |
| Tol. gral: +1 -1 | | | | | | |



(∇∇)

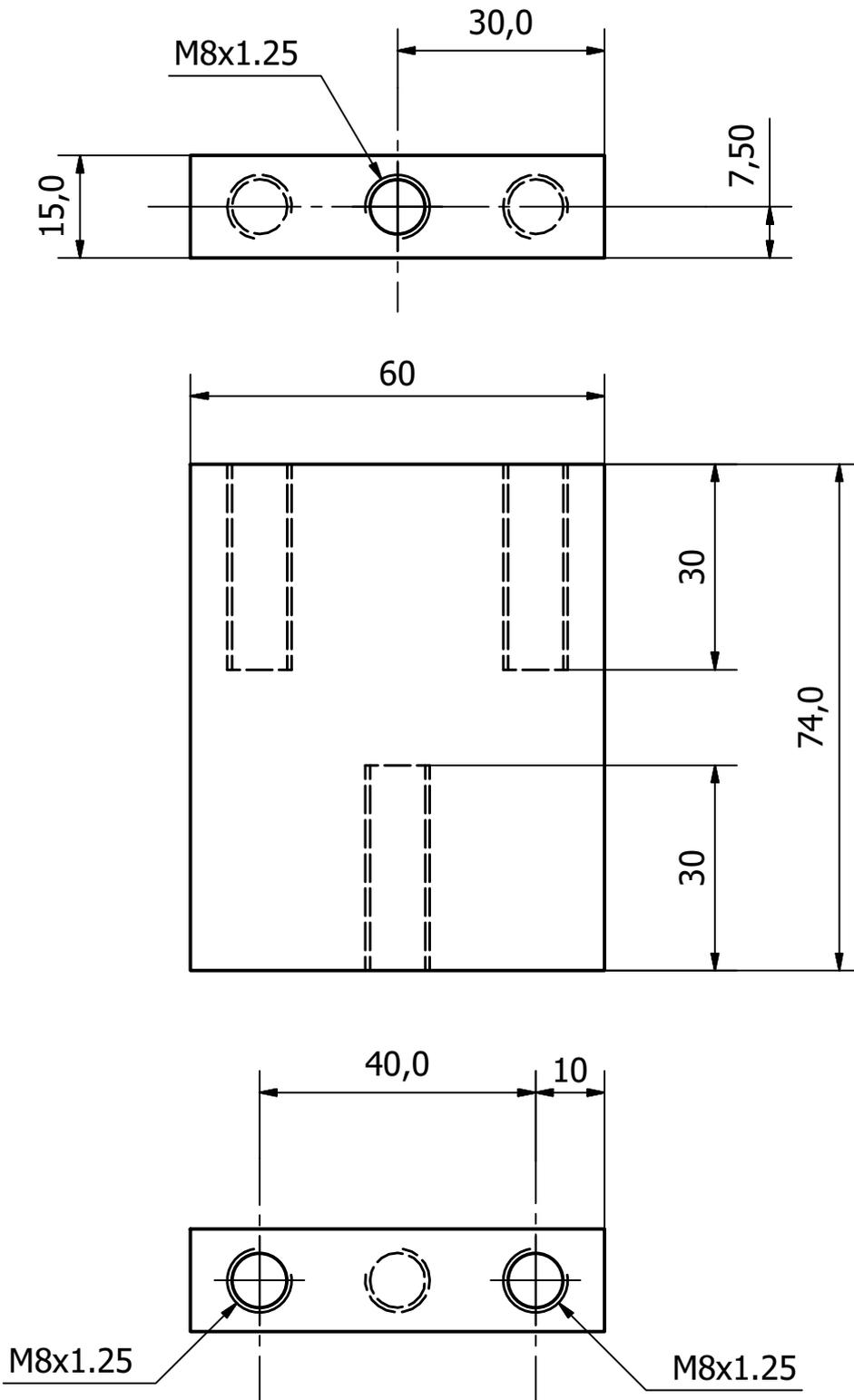
| | | | | | | | |
|---------------------------|-------|----------------------------|--|--|--|-----------------------------|------------------------------|
| Material de partida [mm]: | | Nombre | | Fecha | | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños |
| Observaciones: | | Dibujó: Orengia Nicolás | | 15/04/16 | | | |
| | | N° revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE MORDAZA POSTERIOR SUPERIOR | | Cantidad: 1 | |
| | | Escala: 1:1 | | | | Material: N695 (Especial K) | |
| | | | | | | Hoja: 25 /29 | |
| | | Tol. gral: +1 -1 | | | | Código: 02-22 | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | |
| | -0,2 | -0 | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | |

(▽▽)

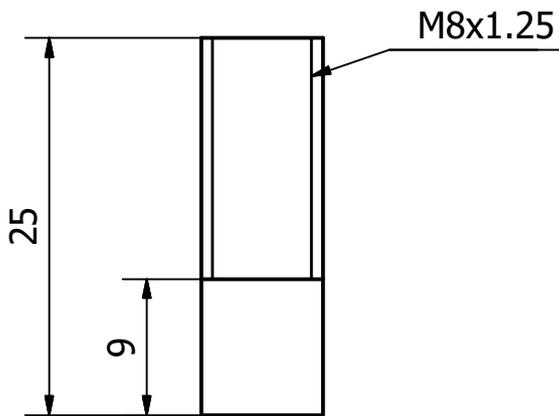
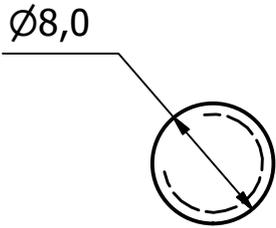


| | | | | | | |
|---------------------------|----------------|--|----------|-----------------------|------------------------------|---------------|
| Material de partida [mm]: | Dibujó: | Nombre | Fecha | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños | |
| | Observaciones: | Orengia Nicolás | 16/04/16 | | | |
| Nº revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE MORDAZA POSTERIOR INFERIOR | | | Cantidad: 1 | |
| Escala: 1:1 | | | | | Material: N695 (Especial K) | |
| Tol. | Ejes | | | | Agujeros | Hoja: 26 /29 |
| Decimal | +0 | | | | +0,2 | Código: 02-24 |
| | -0,2 | -0 | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | |
| Tol. gral: | | | | | | |
| | | +1 -1 | | | | |

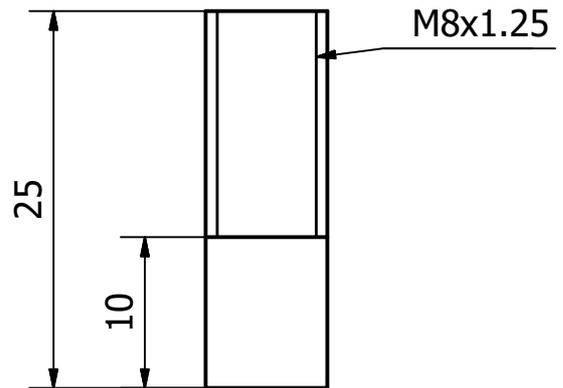
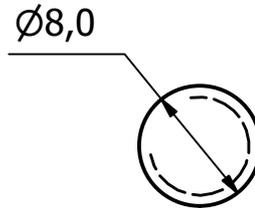
(▽▽)



| | | | | | | |
|---------------------------|----------------|--|----------|-----------------------|------------------------------|---------------|
| Material de partida [mm]: | Dibujó: | Nombre | Fecha | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños | |
| | Observaciones: | Orengia Nicolás | 15/04/16 | | | |
| N° revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE SOPORTE MORDAZA FIJA | | | Cantidad: 1 | |
| Escala: 1:1 | | | | | Material: SAE 1010 | |
| Tol. | Ejes | | | | Agujeros | Hoja: 27 /29 |
| Decimal | +0 | | | | +0,2 | Código: 02-24 |
| | -0,2 | -0 | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | |
| Tol. gral: | | | | | | |
| | | | | | | |



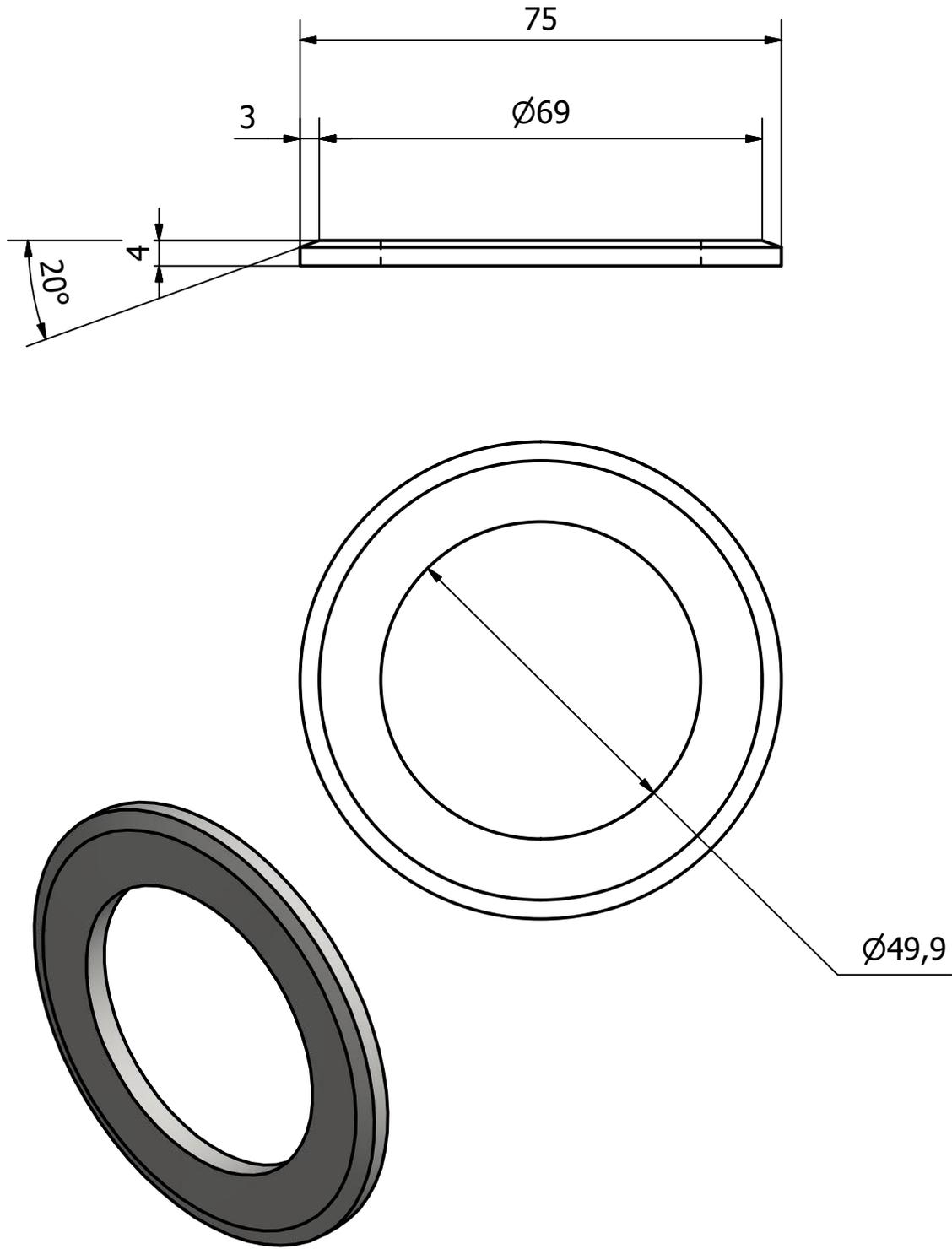
02-25



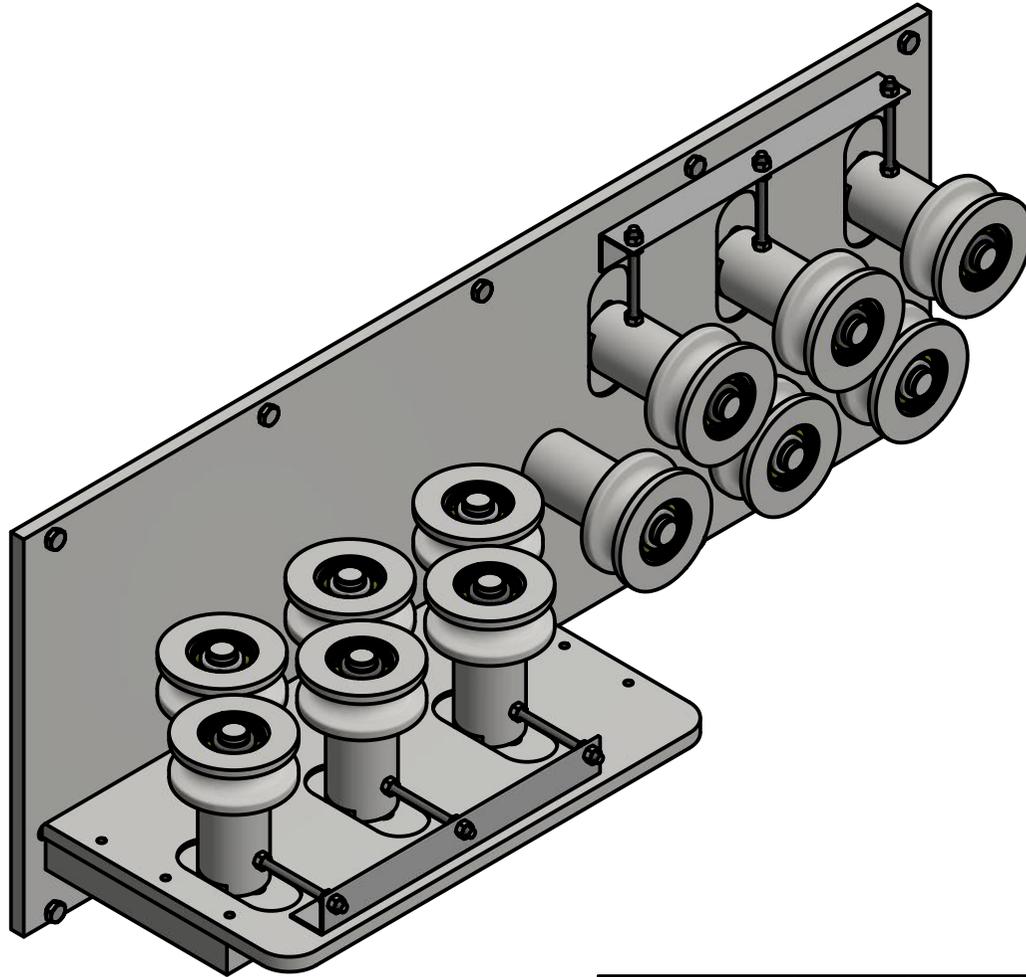
02-26

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|----------|----------------------------|--|---|--|-----------------------|------------------------------|
| Material de partida [mm]: | | | Nombre | | Fecha | | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños |
| Observaciones: | | | Dibujó: Orengia Nicolás | | 23/04/16 | | | |
| | | | N° revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE SOPORTE RESORTE | | | Cantidad: 2 (25), 2 (26) |
| | | | Escala: 1:1 | | | | | Material: SAE 1010 |
| | | | | | | | | Hoja: 28 /29 |
| | | | Tol. gral: +1 / -1 | | | | | Código: 02-25/26 |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | |
| | -0,2 | -0 | | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | |

(VW)

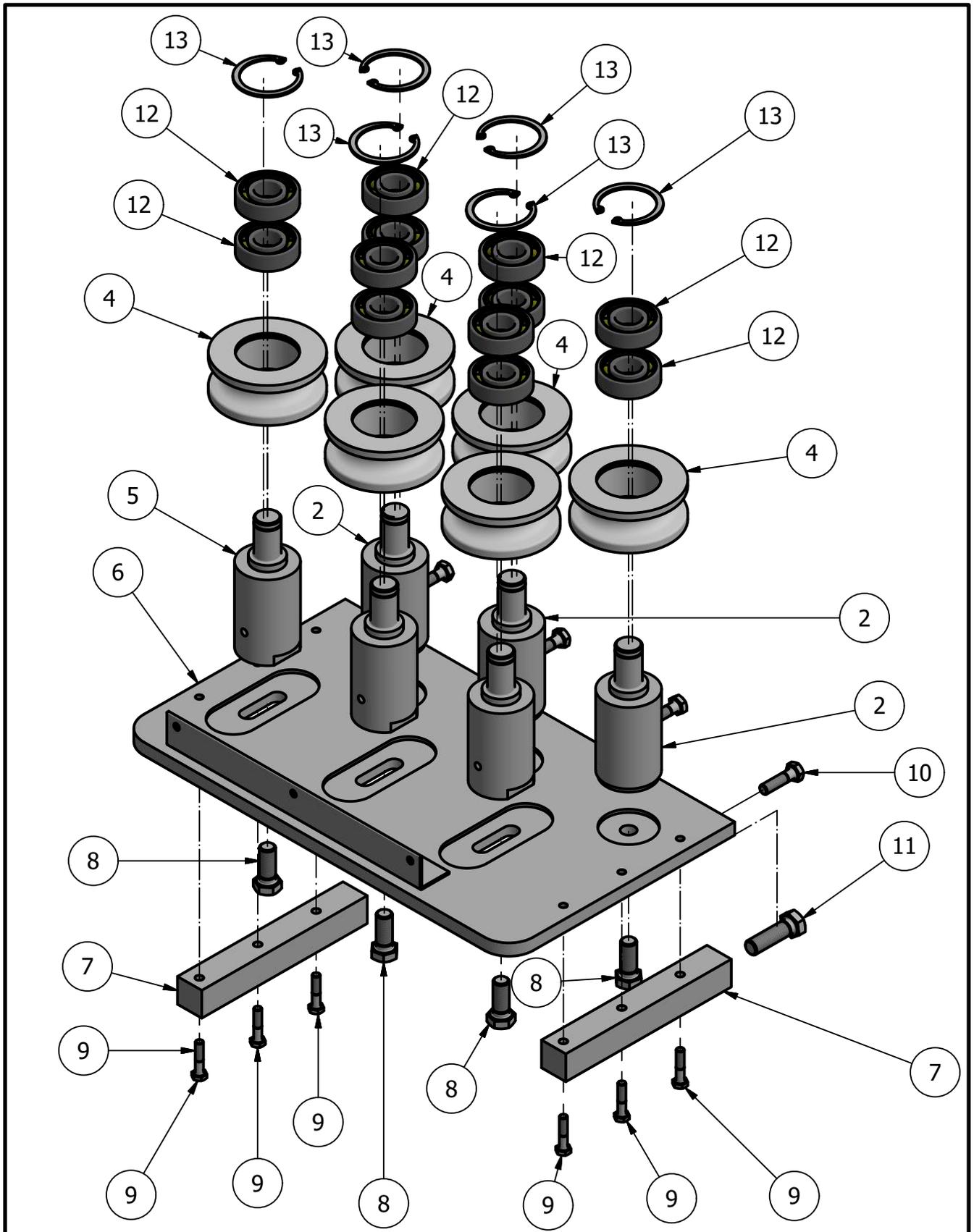


| | | | | | |
|----------------------------|----------------|-----------------|--|-----------------------|------------------------------|
| Material de partida [mm]:- | Nombre | | Fecha | PROYECTO FINAL | 0001 - Enderezadora de caños |
| | Dibujó: | Orengia Nicolás | 16/04/16 | | |
| Observaciones: | Nº revisión: 1 | | CONJUNTO: SISTEMA DE CORTE ARANDELA RETENCION CORREA DE MOTOR | | Cantidad: 2 |
| | Escala: 1:1 | | | | Material: SAE 1010 |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | Hoja: 29 /29 |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | Código: 02-27 |
| | -0,2 | -0 | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | |
| | -0,03 | -0 | | | |
| Tol. gral: | | | | | |
| | | | +1 -1 | | |

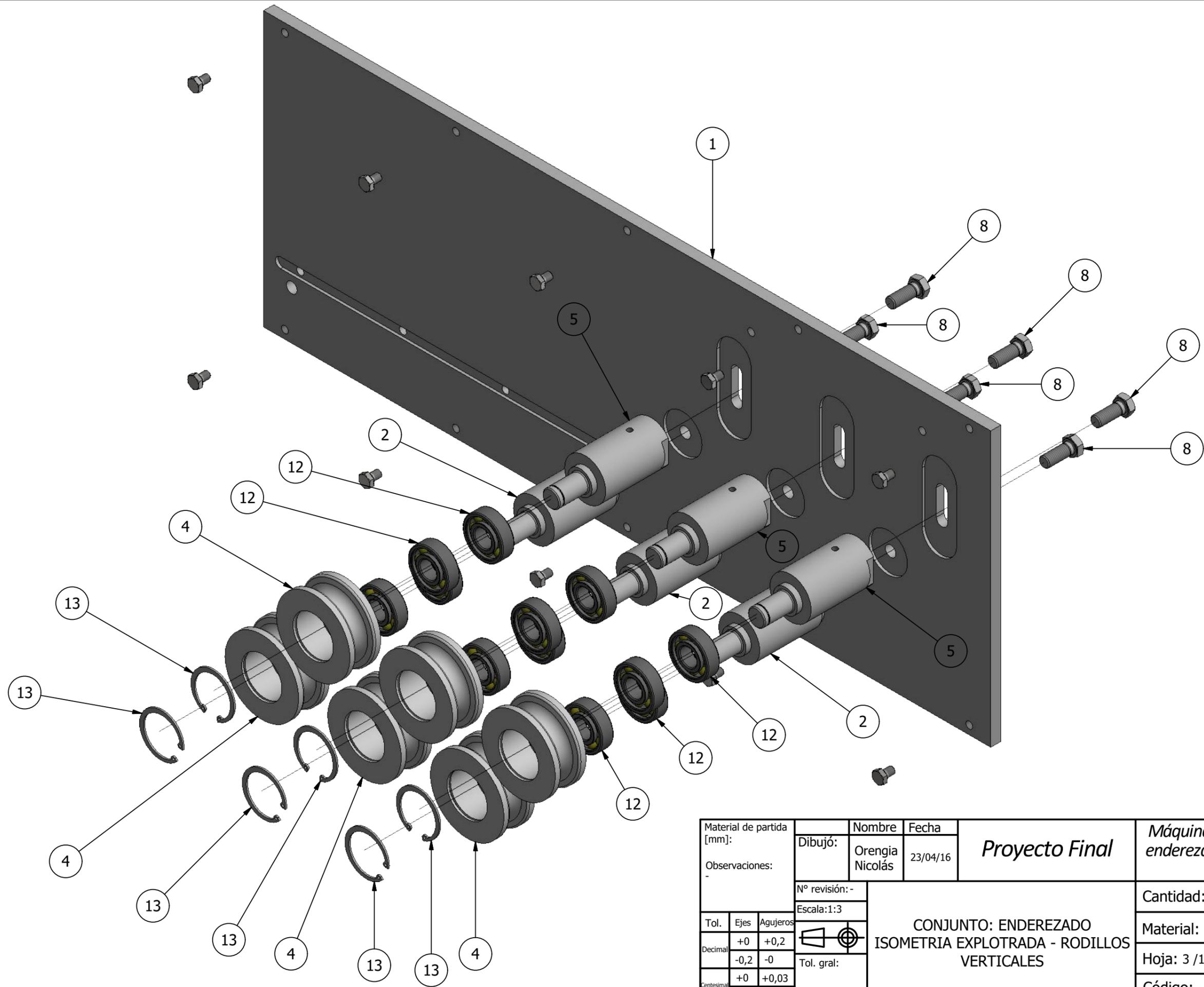


| LISTADO DE COMPONENTES | | | |
|------------------------|----------|-------|--|
| Item | Codigo | Cant. | Componente |
| 13 | - | 12 | Anillo de seguridad para agujero Øn:47 |
| 12 | - | 24 | RODAMIENTO SKF 6204 |
| 11 | - | 2 | Tornillo cabeza hexagonal M12x1,75x40 |
| 10 | - | 4 | Tornillo cabeza hexagonal M8x1,25x30 |
| 9 | - | 6 | Tornillo cabeza hexagonal M6x1x30 |
| 8 | - | 12 | Tornillo cabeza hexagonal M12x1,75x30 |
| 7 | 01-03-06 | 2 | SOPORTE INFERIOR PLACA |
| 6 | 01-03-05 | 1 | PLACA SOPORTE TREN |
| 5 | 01-03-03 | 6 | EJE RODILLOS |
| 4 | 01-03-01 | 12 | RODILLO FLECTOR |
| 2 | 01-03-02 | 6 | EJE RODILLOS FIJO |
| 1 | 01-03-04 | 1 | PLACA BASE |
| 15 | | 2 | 3D-03-08-Perfil L |
| 16 | | 14 | AS 1110 - M8 x 12 |
| 17 | | 6 | 3D-03-09-vARILLA rOSCADA |
| 18 | | 18 | ANSI B18.2.4.2M - M6x1 |

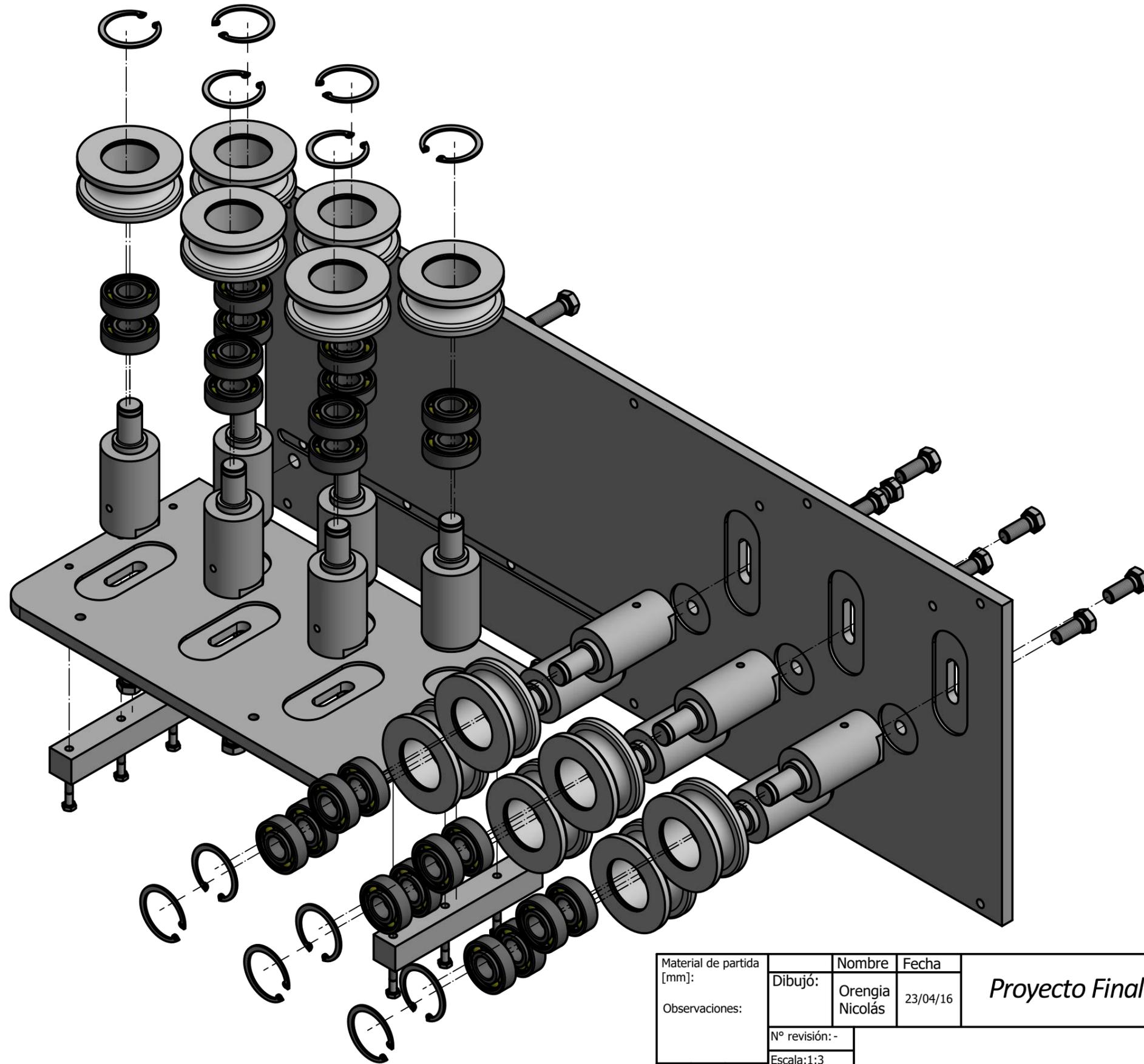
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|-----------------------------|----------|-----------------------|---|------|----------|---------|----|------|--|------|----|-----------|----|-------|--|-------|----|-------------|
| Material de partida [mm]: | Dibujó: | Nombre | Fecha | Proyecto Final | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Observaciones: | Orengia Nicolás | 03/04/16 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº revisión: - | | CONJUNTO: ENDEREZADO | | | Cantidad: - | | | | | | | | | | | | | | | |
| Escala: 1:5 | | | | | Material: | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>Tol.</td> <td>Ejes</td> <td>Agujeros</td> </tr> <tr> <td>Decimal</td> <td>+0</td> <td>+0,2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-0,2</td> <td>-0</td> </tr> <tr> <td>Centesima</td> <td>+0</td> <td>+0,03</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-0,03</td> <td>-0</td> </tr> </table> | | | | | Tol. | Ejes | Agujeros | Decimal | +0 | +0,2 | | -0,2 | -0 | Centesima | +0 | +0,03 | | -0,03 | -0 | Hoja: 1 /12 |
| Tol. | Ejes | | | | Agujeros | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,2 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centesima | +0 | +0,03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Código: - | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tol. gral: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



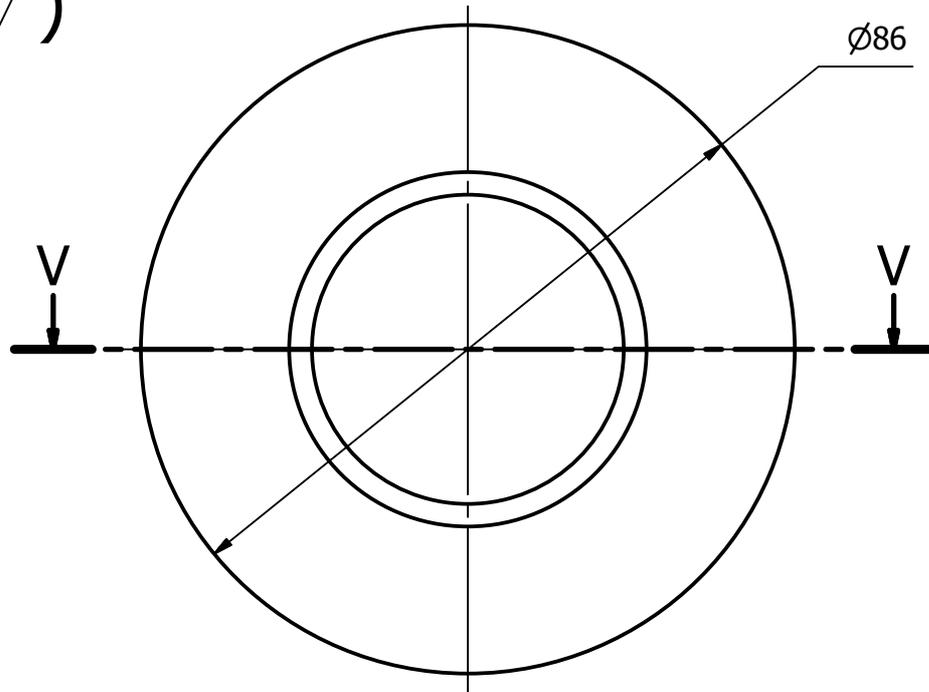
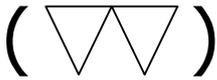
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|--|----------|-----------------------|---|------|----------|---------|----|------|--|------|----|------------|----|-------|--|-------|----|-------------|
| Material de partida [mm]: | Dibujó: | Nombre | Fecha | Proyecto Final | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Observaciones: | Orengia Nicolás | 23/04/16 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº revisión: - | | CONJUNTO: ENDEREZADO ISOMETRIA EXPLOTRADA - RODILLOS HORIZONTALES | | | Cantidad: - | | | | | | | | | | | | | | | |
| Escala: 1:4 | | | | | Material: | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>Tol.</td> <td>Ejes</td> <td>Agujeros</td> </tr> <tr> <td>Decimal</td> <td>+0</td> <td>+0,2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-0,2</td> <td>-0</td> </tr> <tr> <td>Centesimal</td> <td>+0</td> <td>+0,03</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-0,03</td> <td>-0</td> </tr> </table> | | | | | Tol. | Ejes | Agujeros | Decimal | +0 | +0,2 | | -0,2 | -0 | Centesimal | +0 | +0,03 | | -0,03 | -0 | Hoja: 2 /12 |
| Tol. | Ejes | | | | Agujeros | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,2 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tol. gral: | | Código: - | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



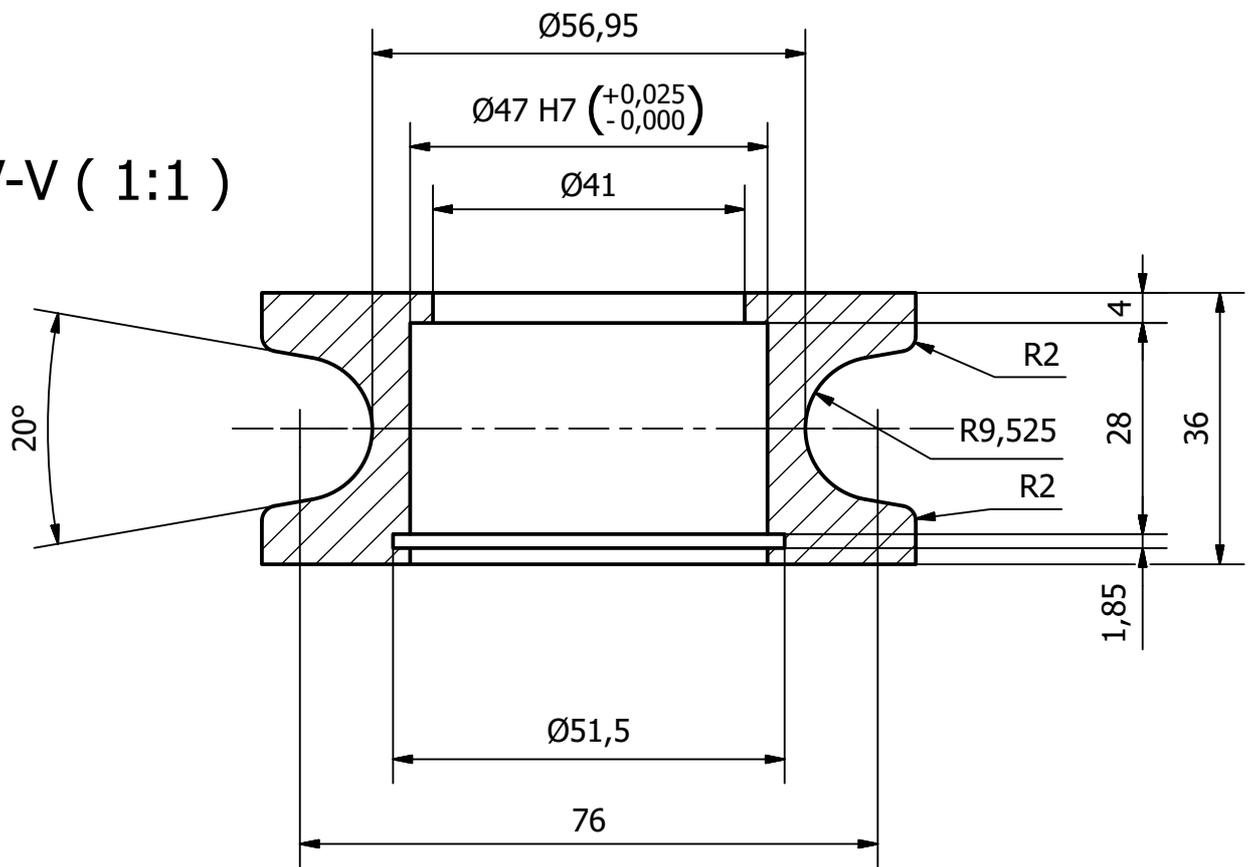
| | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|----------------------------|--|----------|--|---|--|---|--|
| Material de partida [mm]: | | Nombre | | Fecha | | Proyecto Final | | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | |
| Observaciones: | | Dibujó: Orengia Nicolás | | 23/04/16 | | | | Cantidad: - | |
| | | Nº revisión: - | | | | CONJUNTO: ENDEREZADO ISOMETRIA EXPLOTADA - RODILLOS VERTICALES | | Material: | |
| | | Escala: 1:3 | | | | | | Hoja: 3 / 12 | |
| | | Tol. gral: | | | | | | Código: - | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | | |
| | -0,2 | -0 | | | | | | | |
| Centesima | +0 | +0,03 | | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | | |



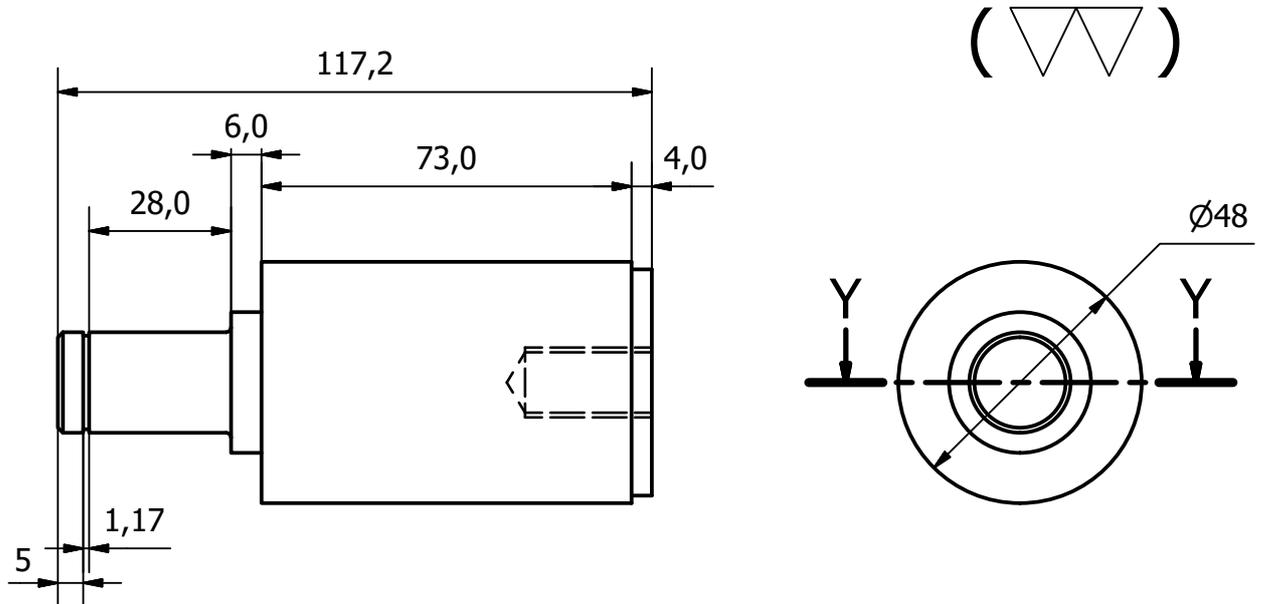
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|----------|--|--|----------|------|---|--|---|--|----|------|---------|------|----|--|----|-------|-----------|-------|----|--|--|------------|--|-----------|--|
| Material de partida [mm]: | | | Nombre | | Fecha | | <i>Proyecto Final</i> | | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones: | | | Dibujó: Orengia Nicolás | | 23/04/16 | | | | Cantidad: - | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Nº revisión: - | | | | CONJUNTO: ENDEREZADO ISOMETRIA EXPLOTADA | | Material: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Escala: 1:3 | | | | | | Hoja: 4 / 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <table border="1"> <tr> <td>Tol.</td> <td>Ejes</td> <td>Agujeros</td> </tr> <tr> <td></td> <td>+0</td> <td>+0,2</td> </tr> <tr> <td>Decimal</td> <td>-0,2</td> <td>-0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>+0</td> <td>+0,03</td> </tr> <tr> <td>Centesima</td> <td>-0,03</td> <td>-0</td> </tr> </table> | | Tol. | Ejes | | | Agujeros | | +0 | +0,2 | Decimal | -0,2 | -0 | | +0 | +0,03 | Centesima | -0,03 | -0 | | | Tol. gral: | | Código: - | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | +0 | +0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decimal | -0,2 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | +0 | +0,03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centesima | -0,03 | -0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



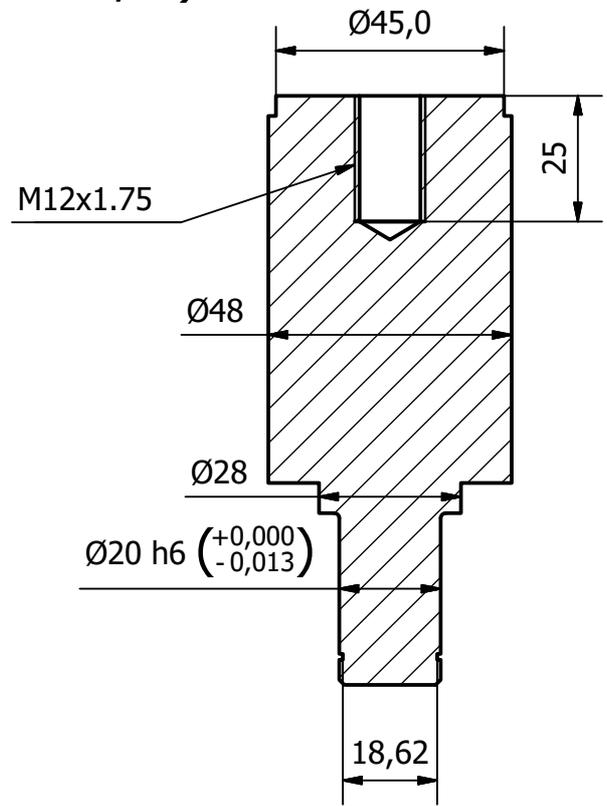
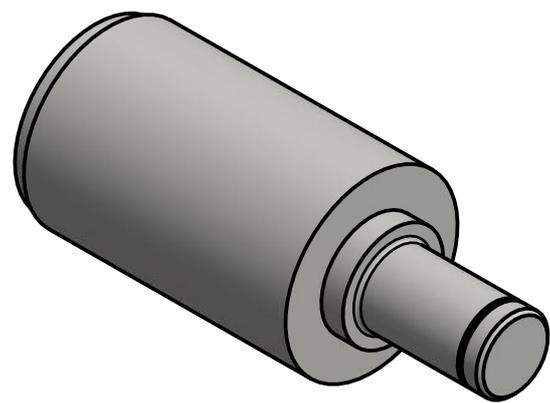
V-V (1:1)



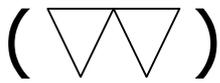
| | | | | | | | |
|--|-------|----------|----------------|--|---------------------------------------|----------------|--|
| Material de partida [mm]: Ø88,9*504 | | | Nombre | | Fecha | Proyecto Final | Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños |
| | | | Dibujó: | | | | |
| Observaciones: | | | Nº revisión: 1 | | Cantidad: 12 | | |
| | | | Escala: 1:1 | | | | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | TREN DE RODILLOS - RODILLO FLECTOR | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | |
| | -0,2 | -0 | +0,1 | | Hoja: 5 / 12 | | |
| | +0 | +0,03 | -0,1 | | Código: 03-01 | | |
| Centesimal | -0,03 | -0 | | | | | |



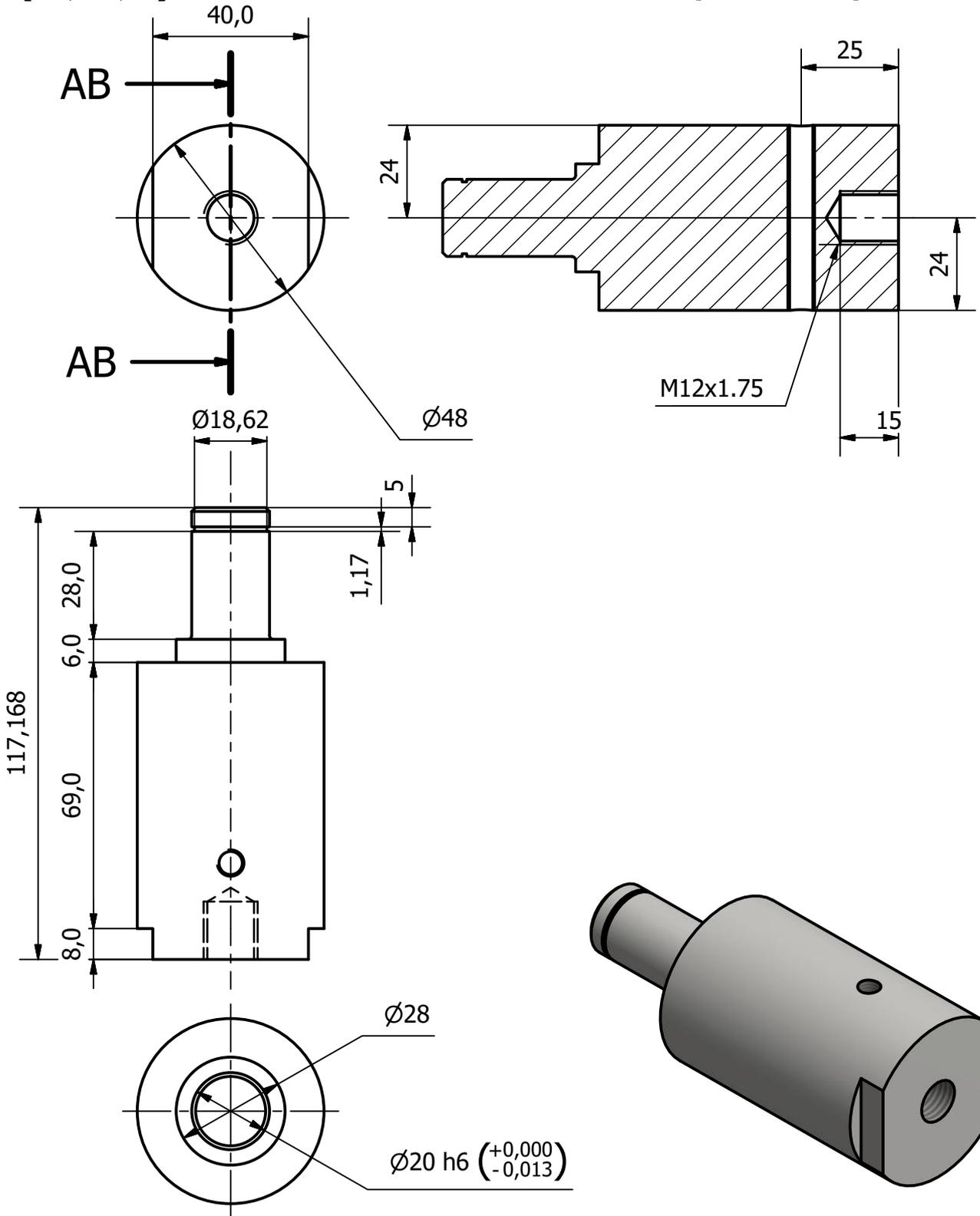
Y-Y (1 : 1,5)



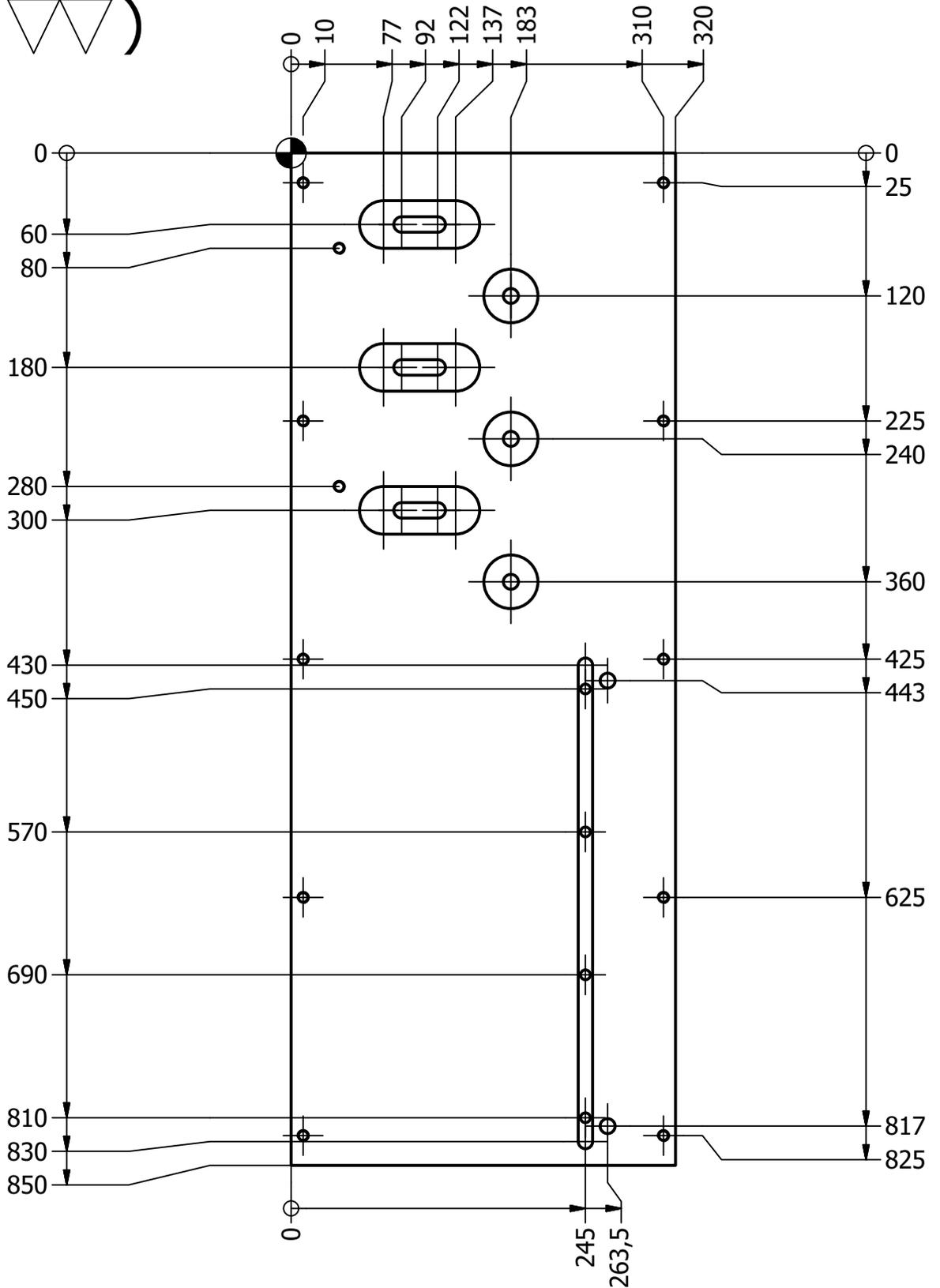
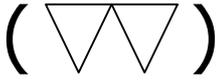
| | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------|----------|---|--|---|--|-----------------------|---|---------------|--|
| Material de partida [mm]: Ø50,8*744 | | | Nombre | | Fecha | | Proyecto Final | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | | |
| Observaciones: | | | Dibujó: | | 14/12/15 | | | | | |
| | | | Orengia Nicolás | | | | | | | |
| | | | Nº revisión: 1 | | | | Cantidad: 6 | | | |
| | | | Escala: 1:1,5 | | | | Material: SAE 1045 | | | |
| Tol. | Ejes | Agujeros |  | | TREN DE RODILLOS - EJE RODILLOS FIJO | | Hoja: 6 / 12 | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | Tol. gral: | | Código: 03-02 | |
| | -0,2 | -0 | | | | | +0,1 | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | -0,1 | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | | | | | |



AB-AB (1 : 1,5)

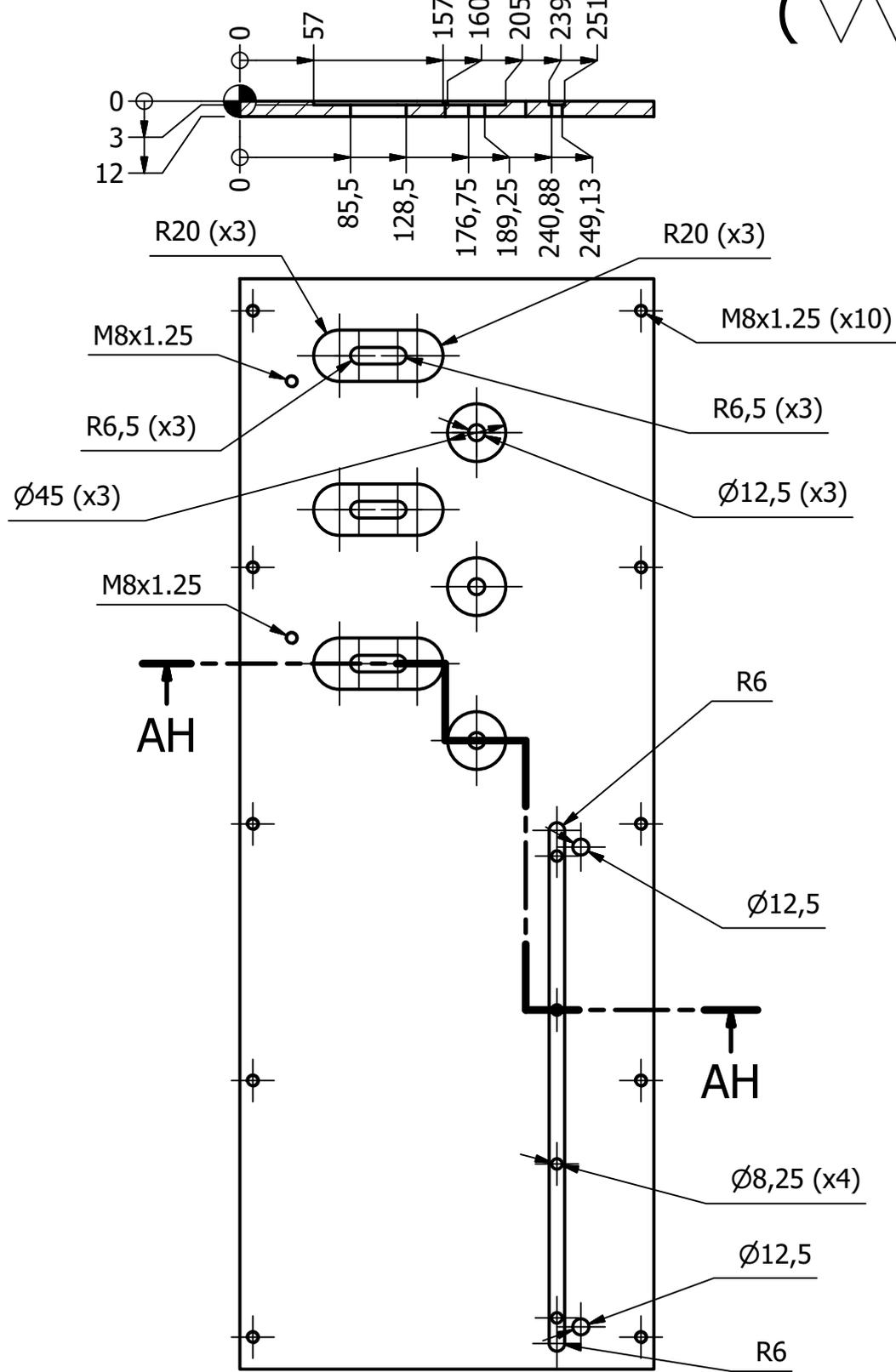
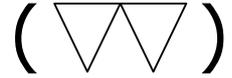


| | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--------------------|--|-----------------|--|-----------------------|---|---------------|--|
| Material de partida [mm]: Ø50,8*744 | | | Dibujó: | | Nombre | | Fecha | | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | | |
| | | | Observaciones: | | Orengia Nicolás | | 14/12/15 | | | Cantidad: 6 | | |
| Nº revisión: 1 | | | TREN DE RODILLOS - EJE RODILLOS MÓVIL | | | | | | Material: SAE 1045 | | | |
| Escala: 1:1,5 | | | | | | | | | Material: SAE 1045 | | | |
| Tol. Ejes | | | | | | | | | Tol. gral: | | Hoja: 7 / 12 | |
| Tol. Agujeros | | | | | | | | | Tol. gral: | | Código: 03-03 | |
| Tol. Decimal | | | Tol. Centesimal | | Tol. Decimal | | Tol. Centesimal | | | | | |
| +0 | | | +0,03 | | +0 | | +0,03 | | | | | |
| +0,2 | | | -0,1 | | -0,2 | | -0,03 | | | | | |
| +0,2 | | | -0,1 | | -0,2 | | -0,03 | | | | | |

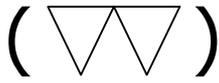


| | | | | | | | |
|---|-------|----------|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------------------|---|
| Material de partida [mm]: Observaciones: | | | Dibujó: | Nombre | Fecha | Proyecto Final | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> |
| | | | | Orengia Nicolás | 14/12/15 | | |
| Nº revisión: 1 | | | TREN DE RODILLOS - PLACA BASE GENERAL | | | | Cantidad: 1 |
| Escala: 1:5 | | | | | | | Cantidad: 1 |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | Material: SAE 1010 |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | Cantidad: 1 |
| | -0,2 | -0 | | | | | Material: SAE 1010 |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | Hoja: 8 / 12 |
| | -0,03 | -0 | Tol. gral: +0,1 -0,1 | Código: 03-04 | | | |

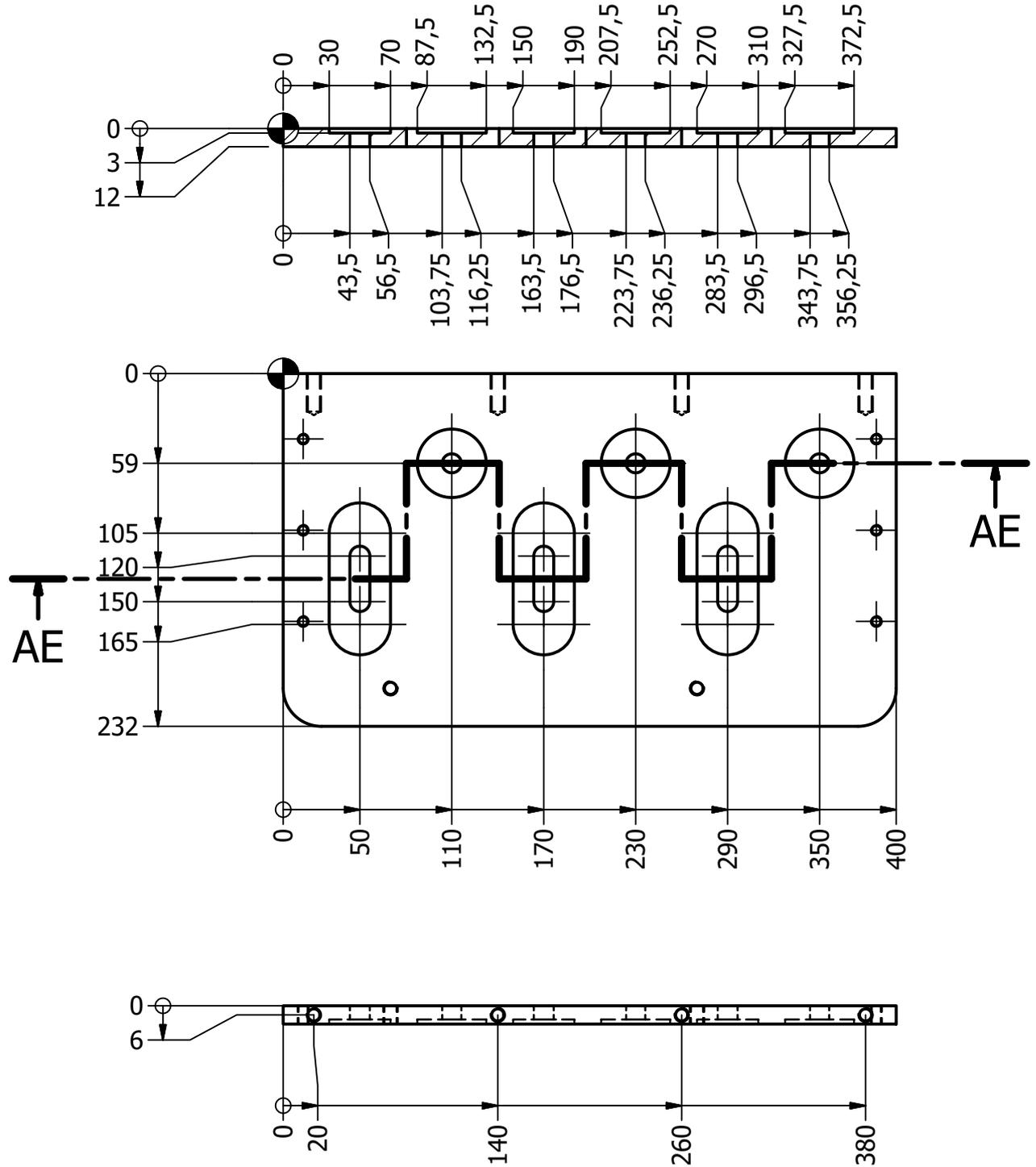
AH-AH (1 : 5)



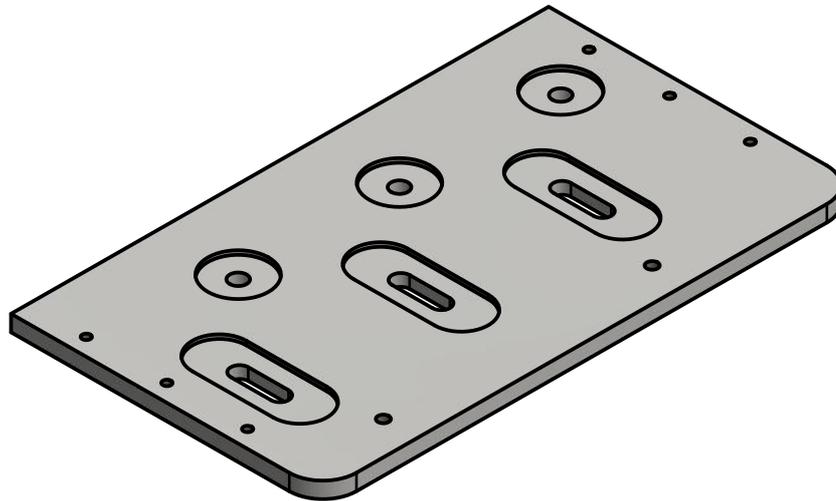
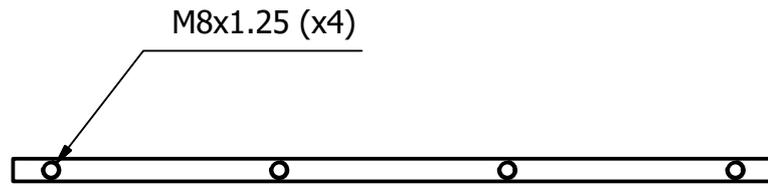
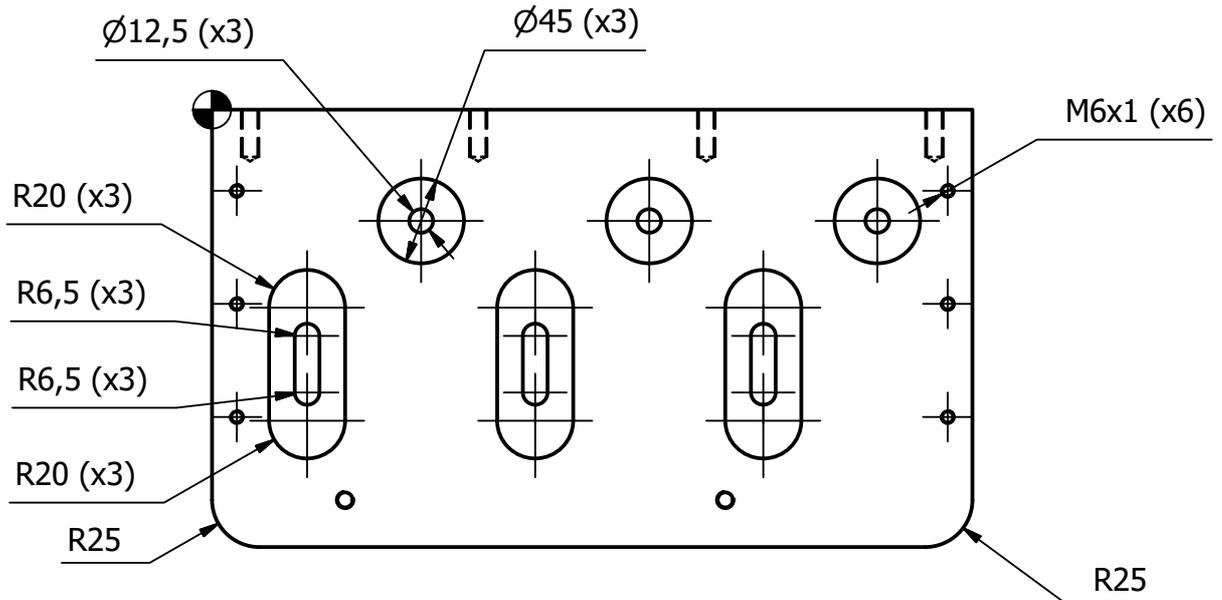
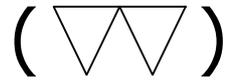
| | | | | | | |
|---------------------------|----------------|--|----------|-----------------------|---|---------------|
| Material de partida [mm]: | Dibujó: | Nombre | Fecha | Proyecto Final | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | |
| | Observaciones: | Orengia Nicolás | 14/12/15 | | | |
| Nº revisión: 1 | | TREN DE RODILLOS - PLACA BASE GENERAL | | | Cantidad: 1 | |
| Escala: 1:5 | | | | | Material: SAE 1010 | |
| Tol. | Ejes | | | | Agujeros | Hoja: 9 / 12 |
| Decimal | +0 | | | | +0,2 | Código: 03-04 |
| | -0,2 | -0 | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | |
| | -0,03 | -0 | | | | |



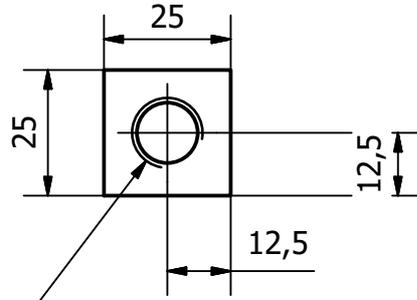
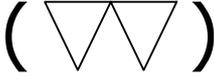
AE-AE (1 : 4)



| | | | | | | | | | | |
|---|-------|----------|--|-----------------|----------|-----------------------|---|--|--|--|
| Material de partida [mm]: Observaciones: | | | Dibujó: | Nombre | Fecha | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | | | |
| | | | | Orengia Nicolás | 14/12/15 | | | | | |
| Nº revisión: 1 | | | TREN DE RODILLOS - PLACA TREN DE RODILLOS HORIZONTALES | | | | Cantidad: 1 | | | |
| Escala: 1:4 | | | | | | | Código: 03-05 A | | | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | Material: SAE 1010 | | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | | | |
| | -0,2 | -0 | Hoja: 10 /12 | | | | | | | |
| Centesimal | +0 | +0,03 | | | | | | | | |
| | -0,03 | -0 | Tol. gral: +0,1 -0,1 | | | | | | | |

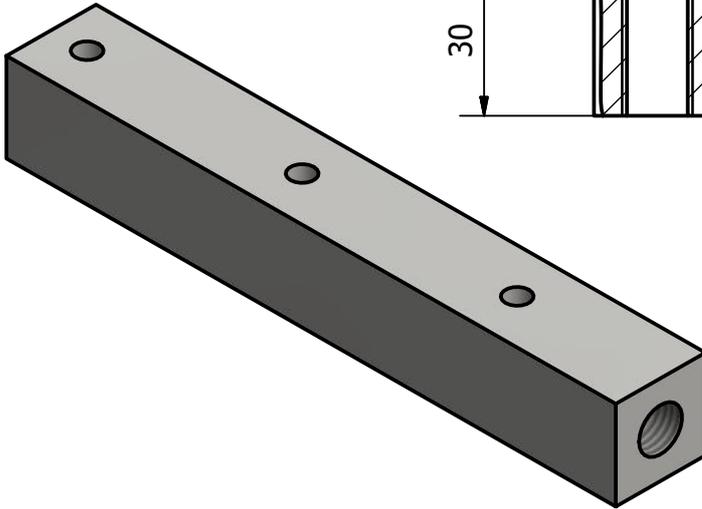
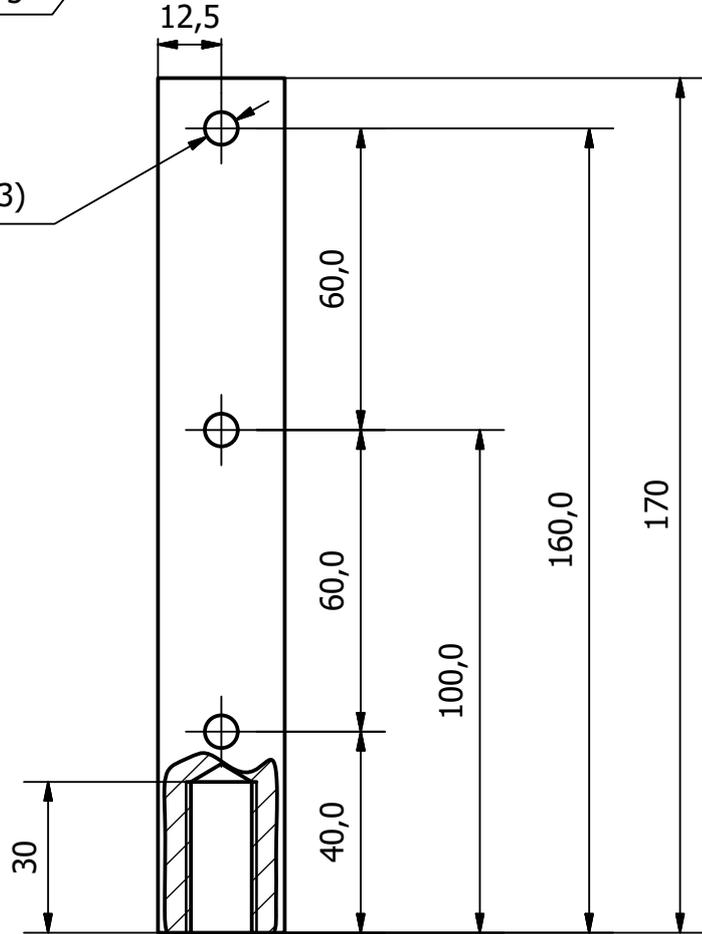


| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|----------|----------------|--|--------------------|-----------------------|---|--------------------|----------|--|
| Material de partida [mm]: | | | Nombre | | Fecha | <i>Proyecto Final</i> | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | | | |
| | | | Dibujó: | | | | | Orengia Nicolás | 14/12/15 | |
| Observaciones: | | | Nº revisión: 1 | | TERN DE RODILLOS - | | | | | |
| | | | Escala: 1:4 | | | | | | | |
| Tol. | Ejes | Agujeros | | | | | | Cantidad: 1 | | |
| Decimal | +0 | +0,2 | | | | | | Material: SAE 1010 | | |
| | -0,2 | -0 | Tol. gral: | | Hoja: 11 /12 | | | | | |
| | +0 | +0,03 | +0,1 | | Código: 03-05 B | | | | | |
| | -0,03 | -0 | -0,1 | | | | | | | |



M12x1.75

Ø6,5 (x3)



| | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--------------------|--|--|--|---|--|
| Material de partida [mm]: 30*30 | | Nombre | | <i>Proyecto Final</i> | | <i>Máquina desbobinadora, enderezadora y cortadora de caños</i> | |
| | | Fecha | | | | | |
| Observaciones: | | Dibujó: | | 14/12/15 | | Cantidad: 2 | |
| | | Orengia Nicolás | | | | | |
| Tol. | | Nº revisión: 1 | | TREN DE RODILLOS - SOPORTE INFERIOR PLACA | | Material: SAE 1010 | |
| | | Escala: 1:1,5 | | | | | |
| Ejes | | Agujeros | | Tol. gral: +1 -1 | | Hoja: 12 /12 | |
| +0 | | +0,2 | | | | | |
| -0,2 | | -0 | | Código: 03-06 | | | |
| +0 | | +0,03 | | | | | |
| -0,03 | | -0 | | | | | |