



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA HILADORA PARA QUESO DE PASTA HILADA TIPO MOZZARELLA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO REQUISITO
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

SANTIAGO RAUL ORTEGA PORTILLA
santiago.ortega@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. GUACHAMÍN ACERO WILSON IVÁN, PhD.
wilson.guachamin@epn.edu.ec

DMQ, FEBRERO 2023

CERTIFICACIÓN

Yo, **SANTIAGO RAUL ORTEGA PORTILLA** declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Santiago Raul Ortega Portilla

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por **SANTIAGO RAUL ORTEGA PORTILLA** bajo mi supervisión.



Ing. Wilson Guachamin, PhD
DIRECTOR

DECLARACIÓN

Yo, **Santiago Raul Ortega Portilla**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Santiago Raul Ortega Portilla

DEDICATORIA

Dedico este proyecto primero a mis padres Raúl Ortega y Elena Portilla por ser mi apoyo a lo largo de todos mis estudios, por ser ejemplos de lucha día tras día. Me demostraron que a pesar de las adversidades hemos siempre estado apoyándonos.

A mis hermanos Alexander Ortega y Sebastián Vilema para que sirva de ejemplo que se puede llegar a obtener lo que uno se propone echándole ganas y aprovechando las oportunidades que la vida nos presenta.

Santiago Raúl Ortega Portilla

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi tutor, el ingeniero Wilson Guachamin Acero por el apoyo prestado en la elaboración del trabajo, que pudo compartir sus conocimientos dándome así una guía para terminar este trabajo.

A mi camarada y compañero de titulación Alvaro Espinoza, quien junto a él sobrellevamos este trabajo con dedicación y esmero. Al ingeniero Wilson Espinoza por la colaboración de sus instalaciones y equipos para la fabricación del prototipo.

A mis compañeros de carrera con quienes pasamos grandes momentos durante nuestra vida universitaria en especial a las personas que conforman el grupo del Tigre López.

Santiago Raul Ortega Portilla

ÍNDICE DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo General.....	2
Objetivo Específicos	2
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1. Requerimientos y especificaciones técnicas.....	3
1.2. Selección del material.....	4
1.3. Soldadura y juntas soldadas.....	5
1.3.1. Proceso de soldadura TIG	5
1.3.2. Juntas soldadas	6
1.4. Proceso de rolado	7
1.4.1. Rolado de lámina	7
1.5. Proceso de corte	8
1.5.1. Corte y pulido por disco.....	8
1.6. Proceso de troquelado.....	9
2. METODOLOGÍA	10
2.1. Planos de taller.....	12
2.2. Parámetros de diseño.....	12
2.2.1. Estructura metálica y tina	12
2.2.2. Eje principal	13
2.2.3. Tren de potencia	14
2.3. Procesos de fabricación	16
2.3.1. Partes del prototipo	16
2.4. Análisis de costos.....	25
2.4.1. Elementos normalizados	25
2.4.2. Mano de obra.....	25
2.4.3. Costo de materiales	26
2.4.4. Costos Indirectos	27
2.4.5. Costo de la máquina	28

2.5. Protocolo de pruebas.....	28
2.5.1. Protocolo de uso	28
2.5.2. Protocolo de funcionamiento	29
2.6. Plan de mantenimiento	30
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
3.1. Resultados	32
3.2. Discusión.....	33
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
4.1. Conclusiones	34
4.2. Recomendaciones.....	35
5. Bibliografía.....	36
ANEXOS.....	38

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Resumen de los parámetros de diseño para la tina y estructura metálica.	13
Tabla 2.2. Resumen de los parámetros de diseño para el eje principal.....	14
Tabla 2.3. Resumen de los parámetros de diseño para el mecanismo de potencia	15
Tabla 2.4. Costos de elementos normalizados para la hiladora de queso	25
Tabla 2.5. Costos de mano de obra de la hiladora de queso.....	26
Tabla 2.6. Costos de materiales de la maquina hiladora de queso.....	27
Tabla 2.7. Costos indirectos de la maquina hiladora de queso.....	27
Tabla 2.8. Costo final de la máquina	28
Tabla 2.9. Mantenimiento de la máquina de acuerdo al período establecido	30
Tabla 2.10. Detalle del presupuesto del prototipo e información de otras máquinas en el mercado.....	33

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.1. Diseño conceptual de la máquina hiladora.....	3
Figura 1.2. Acero inoxidable AISI 304.....	5
Figura 1.3. Elementos del proceso de soldadura TIG.....	6
Figura 1.4. Diferentes tipos de juntas soldadas.....	7
Figura 1.5. Proceso de rolado de láminas.....	7
Figura 1.6. Discos de corte y pulido.....	8
Figura 1.7. Herramientas utilizadas para el proceso de corte.....	9
Figura 1.8. Elementos de un proceso de troquelado simple.....	9
Figura 2.1. Diagrama de flujo para la construcción del prototipo hiladora de queso.....	10
Figura 2.2. Representación gráfica de la tina y estructura metálica.....	13
Figura 2.3. Representación gráfica del eje principal.....	14
Figura 2.4. Representación gráfica del tren de potencia.....	15
Figura 2.5. Elementos que conforman el mecanismo de potencia.....	15
Figura 2.6. Moldes previos antes de la fabricación de las tapas de la tina.....	17
Figura 2.7. Dobleces para las planchas trasera y delantera.....	17
Figura 2.8. Perforaciones en tapa trasera para colocación de bujes.....	18
Figura 2.9. Colocación de buje para eje agitador.....	18
Figura 2.10. Unión permanente por medio de soldadura entre los elementos de la tina.....	18
Figura 2.11. Chaqueta de vapor finalizada.....	19
Figura 2.12. (a) Manómetro de presión soldada en la entrada del vapor. (b) Chaqueta de vapor soldada en la tina.....	19
Figura 2.13. Estructura metálica soldada conjuntamente a la tina.....	20
Figura 2.14. Pasador entre eje motriz y eje agitador.....	21
Figura 2.15. Forma geométrica de la hélice para el eje agitador.....	21
Figura 2.16. Ejes agitadores (tornillo sin fin con hélices tipo laso) montados en la tina.....	21
Figura 2.17. Boceto del diseño conceptual para el tren de potencia.....	22
Figura 2.18. (a) Chumaceras de pared y piso (b) Eje motriz anclado al motorreductor.....	23

Figura 2.19. Tren de potencia (piñones, soportes, cadena, motorreductor y chumaceras)..	23
Figura 2.20. Compuerta de salida para el material	24
Figura 2.21. Caucho pegado en la tapa de la compuerta.	24

RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular tiene como objetivo construir un prototipo de máquina hiladora de queso mozzarella para la empresa industrias WEB. Para esto se recopila información tanto del diseño conceptual, requerimientos y especificaciones técnicas mostrados en el documento “Diseño de máquina hiladora de queso para pasta hilada tipo mozzarella”, ver Espinoza A. (2023). Posterior, se realiza una investigación sobre las conceptualizaciones básicas que servirán para la selección del material adecuado en la construcción de este tipo de máquina para el tratamiento del queso al ser un producto alimenticio. Después, se analiza los procesos de manufactura y bases teóricas que permitirán entender las funciones y el funcionamiento de los elementos constitutivos del prototipo. Además, en búsqueda de constituir una alternativa metodológica se da a conocer cuáles serán los pasos por seguir para la construcción de esta máquina a partir de un diagrama de flujo el cual da inicio por las especificaciones técnicas, estado del arte, planos subconjunto y taller. Mediante un análisis de costos en el cual se estima un valor aproximado de la construcción de la máquina hiladora que incluye materiales utilizados, elementos normalizados y la mano de obra. Se establece el protocolo de pruebas en el cual se detalla una guía de uso y mantenimiento de la máquina. Finalmente se describen los resultados que fueron percibidos durante la fabricación y montaje de cada uno de los elementos constitutivos de la máquina. Los resultados de este trabajo son un aporte para el desarrollo tecnológico del sector alimenticio y contribuye en el progreso de nuestro país.

Palabras clave: Prototipo, Máquina hiladora de queso, Diseño de máquinas, Construcción.

ABSTRACT

This work deals with the construction of a mozzarella cheese threading machine. This machine is designed and built for the company "Industrias WEB", based on a preliminary design project from Espinoza A. (2023), entitled as "Design of a mozzarella cheese threading machine". First, an investigation is carried out on basic conceptualizations that serve as basic for the selection of the adequate material for the construction of this type of machine, which serve as basis for design of manufacturing processes of various mechanical components. Second, the manufacturing processes and theoretical bases are introduced. These allow us to understand the functions and operation of the constituent elements of the prototype. For the construction, the technical specification, state of the art manufacturing processes is applied, and workshop drawings are generated. A cost analysis is conducted, and a test protocol allows for tuning the machine. The test protocol is established to detail a guide for the use and maintenance of the machine. Finally, the results that were perceived during the manufacture and assembly of each of the constituent elements of the machine are described. The results of this work are a contribution to the technological development of the food sector and contribute to the progress of our country.

Keywords: Prototype, Cheese threading machine, Machine design, Construction

CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA HILADORA PARA QUESO DE PASTA HILADA TIPO MOZZARELLA

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos, donde el ser humano aprendió a domesticar animales cerca de los años 3000 AC. Desde estos tiempos, los derivados de los lácteos en especial el queso ha sido un alimento importante para el consumo diario. Posteriormente para el siglo XX con importantes avances tecnológicos que modernizaron la industria alimenticia, la demanda de quesos en la población ecuatoriana ha desarrollado el surgimiento de nuevas empresas. (Bustamante M., 2012).

En el Ecuador las perspectivas de mejorar tanto el procesamiento como la calidad del queso mozzarella, con la maquinaria industrial busca tener un impacto positivo sobre todo en los costos de operaciones. (Oleas, Semper, Almeida, Vaca, & Bastidas, 2019, pág. 797).

Hilar queso es un proceso mecánico y térmico que requiere de un gran esfuerzo humano, especialmente cuando es producido artesanalmente. Además, el proceso de hilado permite la producción de varios tipos de quesos entre los más conocidos el queso mozzarella y provolone. (Vargas E., 2021).

El presente trabajo parte de la necesidad de construir un prototipo de hiladora de queso para la empresa "Industrias WEB" a partir del trabajo de Espinoza A. (2023), del cual se recopila toda la información de diseño mecánico, requerimientos técnicos y características constructivas de acuerdo con las solicitadas por el cliente. Después, en base a esta información se construirá una máquina funcional de hilado de queso.

Se presenta una propuesta metodológica basada en la recopilación de información del diseño mecánico y requerimientos técnicos. Para luego determinar los distintos procesos de manufactura empleados para la construcción del prototipo de la máquina. Además, la selección del material adecuado en función del cumplimiento de la norma [INEN 82 [INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN] (INEN, 2022) para el tratamiento, procesamiento y estándares de calidad al manipular el queso.

La construcción y puesta en marcha de este prototipo de máquina hiladora hará posible reducir costos de producción, disminuir tiempos producción en masa y dar seguridad. Además, al industrializar el proceso se busca perfeccionar el volumen de producción compensando la falta de personal de las pequeñas empresas que se dedican a la industria láctea y la producción de quesos tipo mozzarella.

Objetivo General

Construir un prototipo de máquina hiladora de pasta hilada de queso tipo mozzarella para la empresa Industrias WEB.

Objetivo Específicos

- Investigar los métodos y procesos constructivos en materiales especializados en la producción y tratamientos de alimentos lácteos.
- Desarrollar planos de conjuntos y subconjuntos del prototipo.
- Realizar un análisis de costos de la construcción del prototipo de máquina hiladora.
- Evaluar el rendimiento y funcionalidad de la máquina hiladora a través de pruebas en el prototipo construido.

Alcance

El presente proyecto, contempla la construcción de un prototipo de máquina hiladora de queso tipo mozzarella para la empresa “Industrias WEB”, dedicada a la fabricación de máquinas para la producción de leche y sus derivados. El diseño del prototipo de máquina corresponde a los requerimientos y especificaciones técnicas del cliente, según Espinoza A. (2023).

El prototipo de hiladora de queso debe tener una capacidad de 500kg de cuajada en pasta hilada al día, establecido en un tiempo de 4 horas/jornada. Además, tiene que mantener un precio de venta en el mercado el cual sea accesible para pequeños y medianos empresarios.

1. MARCO TEÓRICO

Esta sección parte de un resumen de los requerimientos técnicos solicitados por el cliente y una representación gráfica del diseño conceptual del prototipo de hiladora. Posteriormente se realiza una recopilación de información sobre diferentes temas que abarcan la selección del material adecuado y los procesos de manufactura para la fabricación del prototipo.

1.1. Requerimientos y especificaciones técnicas

La figura 1.1. muestra el diseño conceptual de la máquina hiladora de queso de pasta hilada tipo mozzarella (ver Espinoza A. 2023), donde se puede observar los diferentes elementos principales que la conforman como son: la tina, 2 ejes principales con forma de tornillo sin fin con hélices, la compuerta de salida, la estructura metálica y el motorreductor.

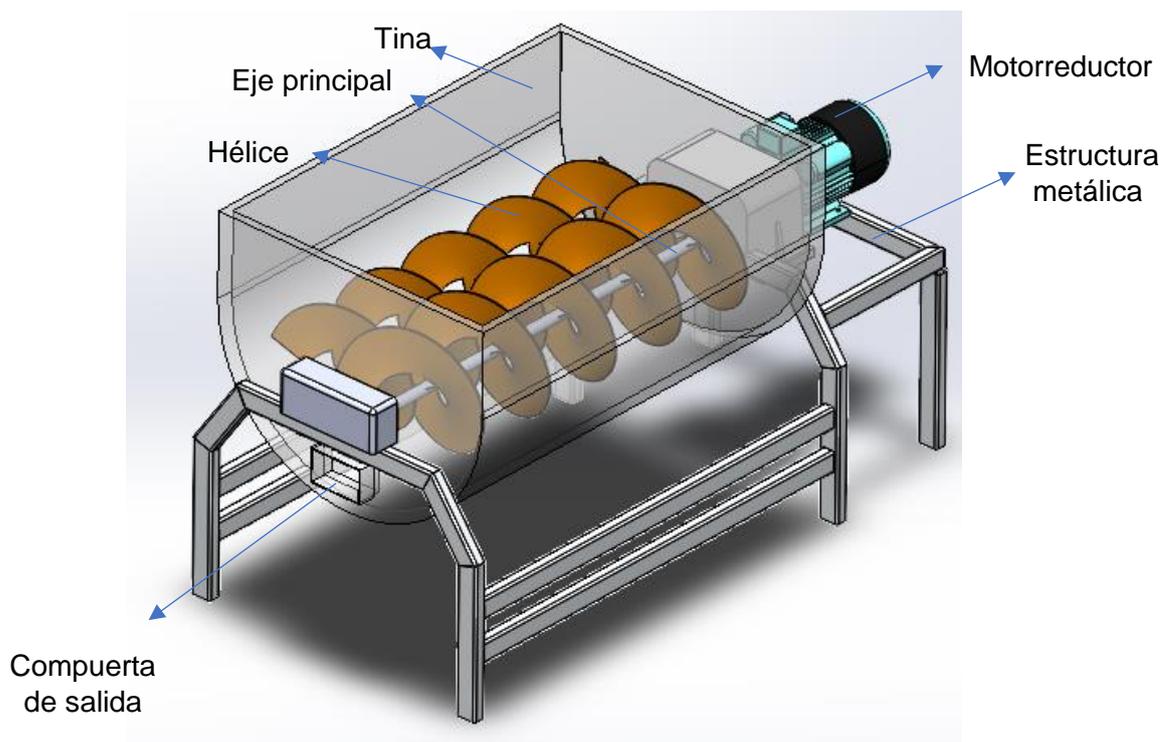


Figura 1.1. Diseño conceptual de la máquina hiladora
Fuente: Espinoza A. (2023).

La función principal de este prototipo es hilar queso mediante el uso de aspas tipo listón. Las cuales están conformadas por un eje principal y una hélice dando una forma de tornillo sin fin. Esta geometría evita que en el proceso de hilado el queso se adhiera en las paredes del eje y la tina. La tina es el recipiente donde se colocará la materia prima (cuajada de queso) y la cual se calentará por medio de una chaqueta de vapor colocada internamente. A través del

motorreductor las aspas tendrán un movimiento giratorio el cual cambiara de sentido (horario y antihorario) en un predeterminado tiempo. Después, mediante la compuerta de salida se extraerá toda la pasta hilada ya procesada, la cual saldrá de la tina por medio del giro en un sentido de las aspas.

Tabla 1.1. Especificaciones técnicas para la construcción del prototipo

Empresa: Industrias WEB		Producto: Máquina hiladora para queso de pasta hilada tipo mozzarella		Fecha inicial: 07/11/2022 Última revisión: 27/11/2022
Diseñadores: Espinoza Alvaro, Ortega Santiago		Página 1		
Especificaciones				
Concepto	Fecha	Propone	R/D	Descripción
Función	20/11/2022	C	R	Máquina hiladora de queso de pasta hilada tipo Mozzarella
		C	R	Capacidad: 70 Kg Cuajada, 600 lts
Energía	20/11/2022	C+I	D	Alimentación eléctrica trifásica, motorreductor de potencia no mayor a 3 HP
Dimensiones del producto	20/11/2022	C	R	Queso: 250, 400 y 500 gramos
			D	Área de ocupación de la máquina no superior a 5 m ²
Señales y control	20/11/2022	I	D	Sistema de control del proceso completo de hilado
Vida útil y Mantenimiento	20/11/2022	C+I	D	Fácil montaje y desmontaje para mantenimientos de carácter preventivo y correctivo.
Materiales	20/11/2022	C+I	R	Elaborado en acero inoxidable apto para el procesamiento de alimentos.
Costo	20/11/2022	C	D	Costo inferior a los \$5000

Nota: Propone: C: Cliente; I: Ingeniería. R/D: R: Requerimiento; D: Deseo

Fuente: Espinoza A. (2023).

En la tabla 1.1 se detallan las especificaciones técnicas, así como los requerimientos y deseos del cliente para la construcción del prototipo. La capacidad de trabajo y la elaboración en material de acero inoxidable son requerimientos, la facilidad de armar y desarmar favorece a los mantenimientos de la máquina, y el costo de inversión representa un deseo.

1.2. Selección del material

Para la fabricación de los diversos elementos que conforman el prototipo de hiladora es primordial tener en cuenta su funcionamiento. Para esto es necesario considerar que al manipular un alimento (queso) se debe utilizar un material adecuado, en este caso el acero

inoxidable AISI 304, ver figura 1.2. Actualmente en el mercado se lo conoce también como acero inoxidable opaco o mate, en contexto los aceros inoxidables 304 son muy dúctiles y presentan excelente soldabilidad. Además, este material es el más popular por la amplia aplicación en las industrias químicas, farmacéuticas, para el tratamiento de alcohol, aeronáutica, naval, arquitectura, alimenticia, y de transporte. Otras aplicaciones se realizan en cubiertos, vajillas, piletas, revestimientos de ascensores, y un sin número de aplicaciones. (Importaceros, 2022). A continuación, se detallan algunos acabados de planchas de acero inoxidable que son ofertados en el mercado nacional tales como son:

- Acabado 2B: Planchas laminadas en frío, acabado mate, con protección PVC.
- Acabado N4: Planchas pulida a una cara, con protección de PVC.
- Acabado N1: Planchas laminadas en caliente, tratadas térmicamente, decapadas química y mecánicamente.

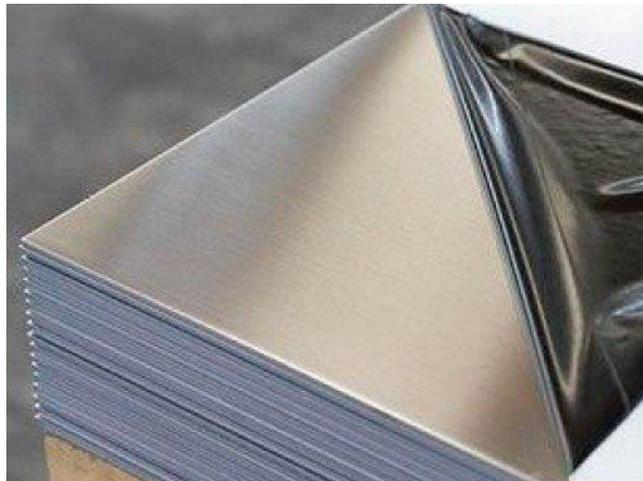


Figura 1.2. Acero inoxidable AISI 304
Fuente: (Importaceros, 2022)

1.3. Soldadura y juntas soldadas

El prototipo por construirse tiene componentes mecánicos que deben ser soldados mediante un proceso de soldadura. La soldadura es un proceso de ensamblaje continuo donde las superficies de contacto entre piezas se funden mediante la aplicación de calor y/o presión. (P.T. Houldorft, 2000). El material seleccionado en la sección anterior será soldado mediante el proceso de gas inerte con electrodo de tungsteno (TIG).

1.3.1. Proceso de soldadura TIG

La soldadura TIG (Gas Inerte con electrodo de Tungsteno), es la más utilizada en el campo industrial para procesos de unión permanente en aceros inoxidables. Este proceso de

soldadura es empleado especialmente para aceros de baja aleación, aceros al níquel, entre otros (Rodríguez H., 2022). La figura 1.3 muestra los elementos que conforman dicho proceso de soldadura; la antorcha, la cual contiene el electrodo de tungsteno, las entradas para el gas inerte y la conexión eléctrica (corriente), que genera el arco eléctrico al entrar en contacto con el material base. En este proceso se genera una atmosfera protectora en el cordón de soldadura para evitar defectos de este.

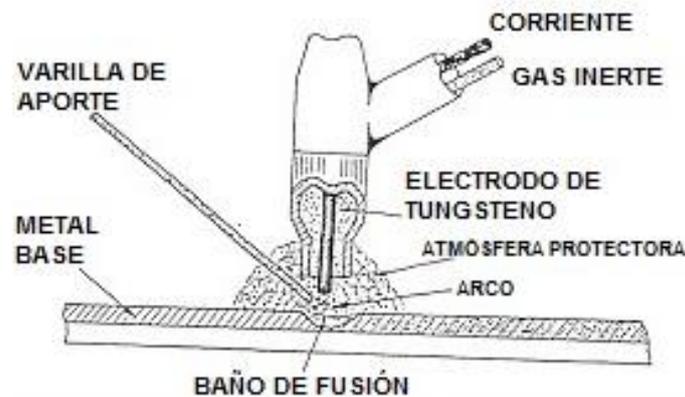


Figura 1.3. Elementos del proceso de soldadura TIG

Fuente: (Rodríguez H., 2022)

1.3.2. Juntas soldadas

El propósito de una junta soldada es unir piezas y que los esfuerzos se transmitan. Estas fuerzas en general son: tensión, compresión, torsión y de cizalla. Por consiguiente, la capacidad de una junta soldada para soportar estas fuerzas depende tanto del diseño de la junta como de la integridad de la soldadura. (J. Larry, 2009).

Las juntas soldadas son variaciones en configuraciones de posición y orientación para las partes a ser soldadas. Algunos tipos de juntas (ver figura 1.4) más comunes son:

- Juntas a tope (a)
- Traslape o solapada (b)
- Juntas en T (c)
- De esquina exteriores (b)

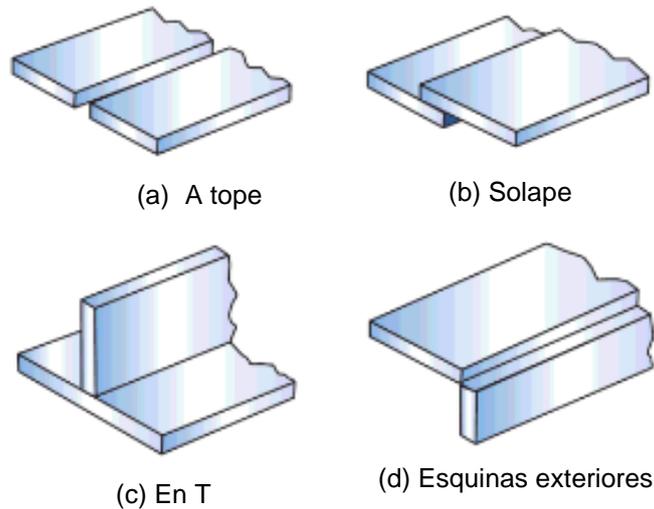


Figura 1.4. Diferentes tipos de juntas soldadas

Fuente: (J. Larry, 2009)

1.4. Proceso de rolado

El rolado es un proceso de conformado en el cual un material (tubo, perfil, ángulo, lámina metálica) pasa por diferentes rodillos que giran continuamente, dándole una forma curva. (Iza A, 2007)

1.4.1. Rolado de lámina

El rolado de lámina, ver figura 1.5, es un método de transformación de hojas de metal planas a curvadas ya sea un curvado abierto (a) o un curvado cerrado (b). Se pueden rolar láminas en diferentes radios de curvatura, parámetro que se debe tener en cuenta para calcular la longitud de la lámina a cortar. (Tigasi L, 2020).

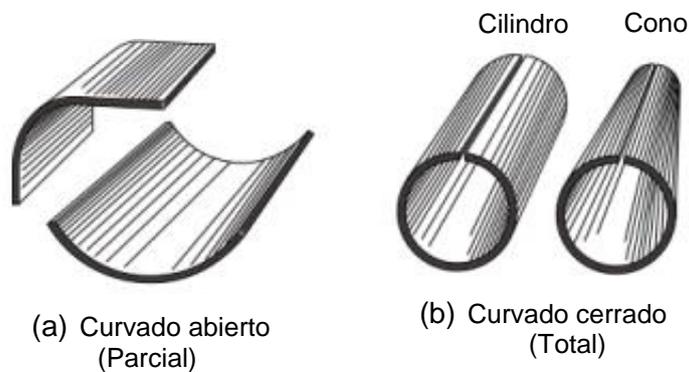


Figura 1.5. Proceso de rolado de láminas.

Fuente: (Tigasi L, 2020)

1.5. Proceso de corte

La interacción mecánica de una herramienta de corte con una pieza provoca la separación del material en las partes de contacto, eliminando material a modo de viruta. Las tecnologías de corte deben asegurar que la herramienta sea más dura que la pieza y que no se sobrecaliente. (Ginjaume A., Torres F., 2005)

1.5.1. Corte y pulido por disco

El corte y pulido por medio de discos abrasivos es el proceso más comúnmente utilizado de manera artesanal e industrial. Actualmente existen diversos tipos de discos de corte abrasivos, que son fabricados a partir de sustancias con alta dureza. La rigidez de estos permite cortar el material o mejorar el acabado superficial de un producto. Cada uno de estos discos tendrán diferentes formas y diseños esto dependerá del material para el cual está destinado a trabajar el elemento (Tecnol B., 2022).

En la figura 1.6 se muestra discos de corte y pulido que son utilizados en procesos de corte de materiales metálicos. Estos discos se utilizan en herramientas de corte móviles o fijos, ver figura 1.7. Ejemplos de estas herramientas son: la moladora (a) (herramienta móvil) y tronzadora (b) (herramienta fija).



Figura 1.6. Discos de corte y pulido.

Fuente: (Norton, 2022)



Figura 1.7. Herramientas utilizadas para el proceso de corte.
Fuente: (Catalogo de Herramientas DeWALT, 2022)

1.6. Proceso de troquelado

El prototipo por construirse requiere de un elemento fabricado por medio de un proceso de troquelado. Este proceso industrial es mecánico y trabaja en frío las láminas metálicas por medio del troquel, conformada por un punzón y una matriz. El troquelado es utilizado en una gran variedad de sectores tales como: la línea blanca (electrodomésticos), automotriz, aeronáutico, naval, entre otros. (Marin Villar C., 2009).

En la figura 1.8 se muestra los elementos que forman parte de este proceso en un troquel simple. Para obtener la geometría deseada en la lámina se realiza una matriz (hembra), que se encuentra ubicada en la porta matriz y el punzón (macho) ubicado en la porta punzón. Mediante una prensa se aplica una fuerza sobre el vástago, el cual empuja el punzón sobre la lámina, obteniéndose así la geometría de la matriz.

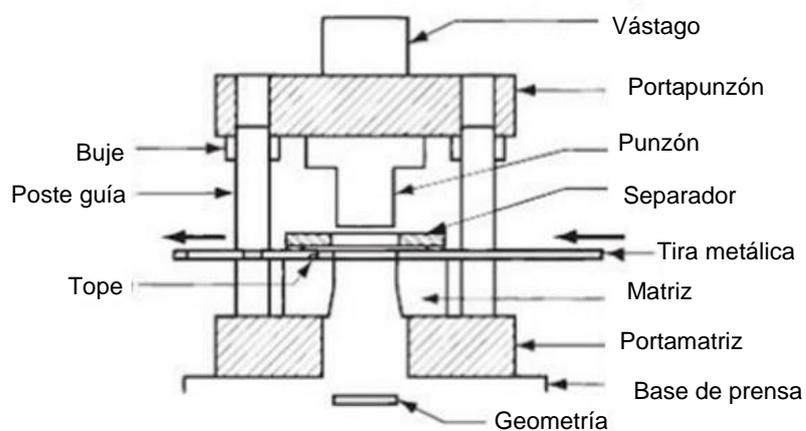


Figura 1.8. Elementos de un proceso de troquelado simple.
Fuente: (Groover M., 2010)

2. METODOLOGÍA

El presente proyecto parte del problema definido en la introducción y se centra en resolver las necesidades planteadas por el cliente Ingeniero Wilson Espinoza, Gerente General de la Empresa "Industrias WEB". Esta empresa trabaja con pequeñas y medianas empresas en el procesamiento de productos derivados de la leche, entre ellas el procesamiento del queso mozzarella y termina en la construcción de un prototipo de máquina hiladora de queso

La figura 2.1 muestra la metodología a seguir para la fabricación del prototipo de la máquina hiladora de queso propuesta para este proyecto. En la ilustración se observa que está separada por etapas numeradas de forma secuencial para cumplir con el objetivo planteado.

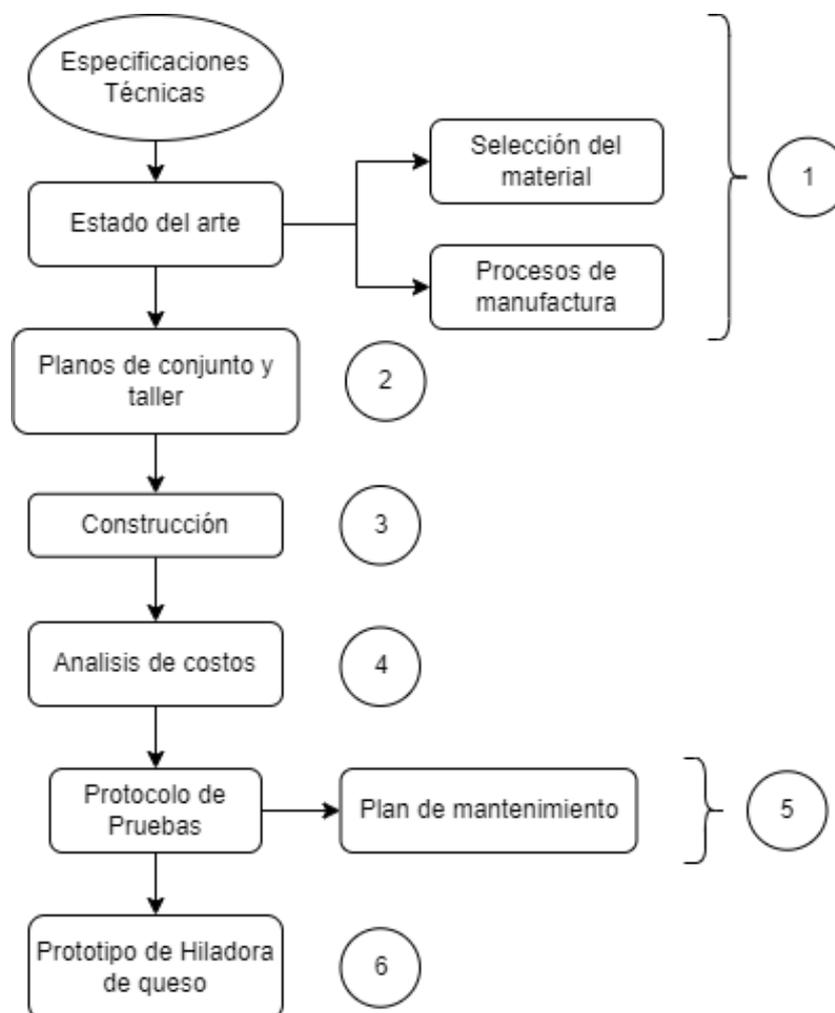


Figura 2.1. Diagrama de flujo para la construcción del prototipo hiladora de queso.

Fuente: Propia.

Se tiene 6 etapas claramente identificadas en esta metodología, las cuales se detallan a continuación:

- **Etapa 1: Definición de parámetros**

Inicialmente el presente proyecto parte de la recopilación de información sobre los requerimientos y especificaciones técnicas solicitados por el cliente a partir del trabajo desarrollado por Espinoza A. (2023), resumidos en la tabla 1.1. Además, se obtiene una representación gráfica del diseño conceptual del prototipo donde se muestra las principales partes que conforman la máquina (ver figura 1.1). Posteriormente se realiza una investigación sobre diferentes temas como son: la selección de materiales en la sección 1.2, procesos de manufactura especialmente el proceso de soldadura en la sección 1.3, proceso de rolado en la sección 1.4, proceso de corte en la sección 1.5 y el proceso de troquelado en la sección 1.6.

- **Etapa 2: Plano de conjunto y taller**

Con la información obtenida sobre el diseño del prototipo de hiladora se procede a realizar planos de taller y conjuntos (sección 2.1) de los todos los elementos que forman parte de la máquina. Además, mediante el uso de software CAD, se obtiene dichos planos que servirán como guía para empezar la fabricación del prototipo. Después, se detallan los parámetros de construcción (sección 2.1.1) con respecto a tolerancias, geometrías, tipo de materiales, la calidad superficial, el proceso de soldadura, entre otros.

- **Etapa 3: Construcción**

En esta etapa se realiza la construcción en base a los planos de taller previamente obtenidos. El ensamblaje dependerá de un criterio de construcción y recomendaciones de diseño de las partes involucradas en la sección 2.2.

- **Etapa 4: Análisis de costos**

El análisis de costos (sección 2.3) parte desde la etapa 3 que destaca; la construcción que es en donde se analiza los diferentes valores en el mercado de los materiales a utilizarse. La selección del valor más adecuado entre los proveedores nacionales favorecerá la adquisición de los materiales. Además, se realiza un análisis de costos sobre la mano de obra (sección 2.3.2), donde se toma en consideración las Hora Hombre Máquina (HHM) para la fabricación de cada uno de los elementos del prototipo. Finalmente, se obtendrá un costo total de la máquina, ver sección 2.3.5.

- **Etapa 5: Protocolo de pruebas**

La fabricación del prototipo de la etapa 3, da lugar a realizar protocolos de uso (sección 2.4.1) y funcionamiento (sección 2.4.2). Las pruebas ayudan a verificar el correcto funcionamiento y uso por el operario en condiciones de trabajo real con la materia prima.

Adicionalmente, permitirá realizar un plan de mantenimiento (sección 2.5), con el fin de mantener la vida útil del prototipo y establecer guía de uso y funcionamiento.

- **Etapas 6: Producto final**

Finalmente, el presente proyecto culmina con la obtención de un prototipo funcional y puesta a punto de una máquina hiladora de queso de pasta hilada tipo mozzarella. Cuenta con la producción estimada al día, un precio en el mercado accesible para la venta al público y con una guía tanto de uso y funcionamiento.

2.1. Planos de taller

Los planos de taller contienen los resultados de diseño e información necesaria para la construcción de las partes del prototipo. (ver **Anexo II**).

2.2. Parámetros de diseño

En esta sección se proporciona un resumen de información sobre las condiciones de diseño para los diferentes elementos mecánicos y partes que forman el prototipo según Espinoza A. (2023).

2.2.1. Estructura metálica y tina

En la figura 2.2 se muestra una representación gráfica de la estructura metálica juntamente con la tina del prototipo. En la tabla 2.1 se establece variables referenciales de longitudes tanto del largo, alto y ancho para cada uno de estos dos elementos mencionados. A petición del cliente se soldará estos dos elementos, teniendo una altura final aproximada de $Al_{TOTAL} \approx 1150[mm]$ para su operación y manipulación durante el funcionamiento del prototipo.

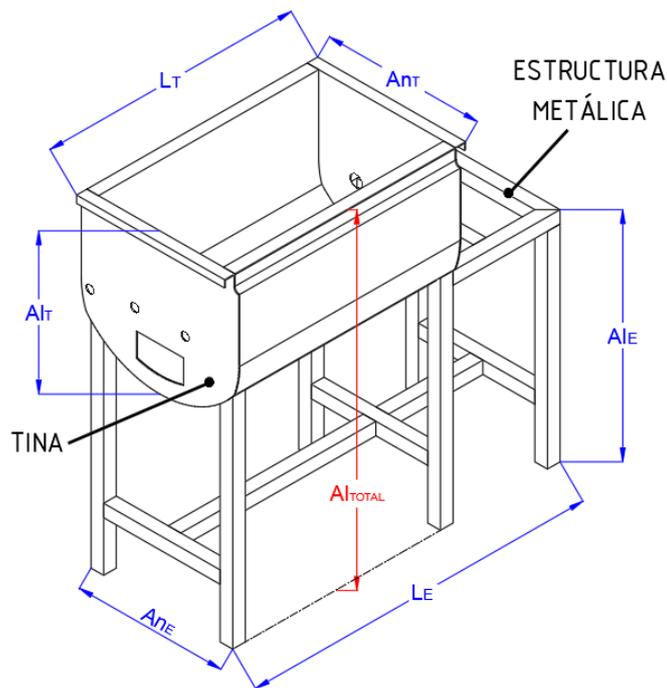


Figura 2.2. Representación gráfica de la tina y estructura metálica.

Fuente: Propia.

Tabla 2.1. Resumen de los parámetros de diseño para la tina y estructura metálica.

Elemento	Descripción		Material
Tina	$L_T = 700 [mm]$ $An_T = 400 [mm]$ $Al_T = 450 [mm]$	L_T : Longitud de la tina An_T : Ancho de la tina Al_T : Altura de la tina	Plancha Acero Inoxidable AISI 304 3mm de espesor
Estructura metálica	$L_E = 1040 [mm]$ $An_E = 450 [mm]$ $Al_E = 700 [mm]$	L_E : Largo de la estructura An_E : Ancho de la estructura Al_E : Altura de la estructura	Tubo Cuadrado 40x40x1.5 mm Acero Inoxidable

Fuente: Propia.

2.2.2. Eje principal

Como se observa en la figura 1.1 este prototipo de hiladora tiene 2 ejes principales. El eje principal consta de dos elementos: el eje agitador y el eje motriz juntamente unidos por un pasador. En el eje agitador se tiene tres elementos entre ellos: la hélice, el eje y el soporte.

En la figura 2.3 se muestra la geometría del eje principal, identificando cada uno de los elementos mencionados. Además, se establece variables referenciales de longitudes, diámetros, entre otros, que se detallan en la tabla 2.2.

Un eje en dos secciones, eje motriz y eje agitador facilitará el montaje y desmontaje al momento de realizar mantenimiento al prototipo. Esto se consigue por medio del pasador, el cual transmite el movimiento rotacional manteniendo la velocidad de trabajo establecido en un rango de entre 36-40 (RPM), ver Espinoza A. (2023).

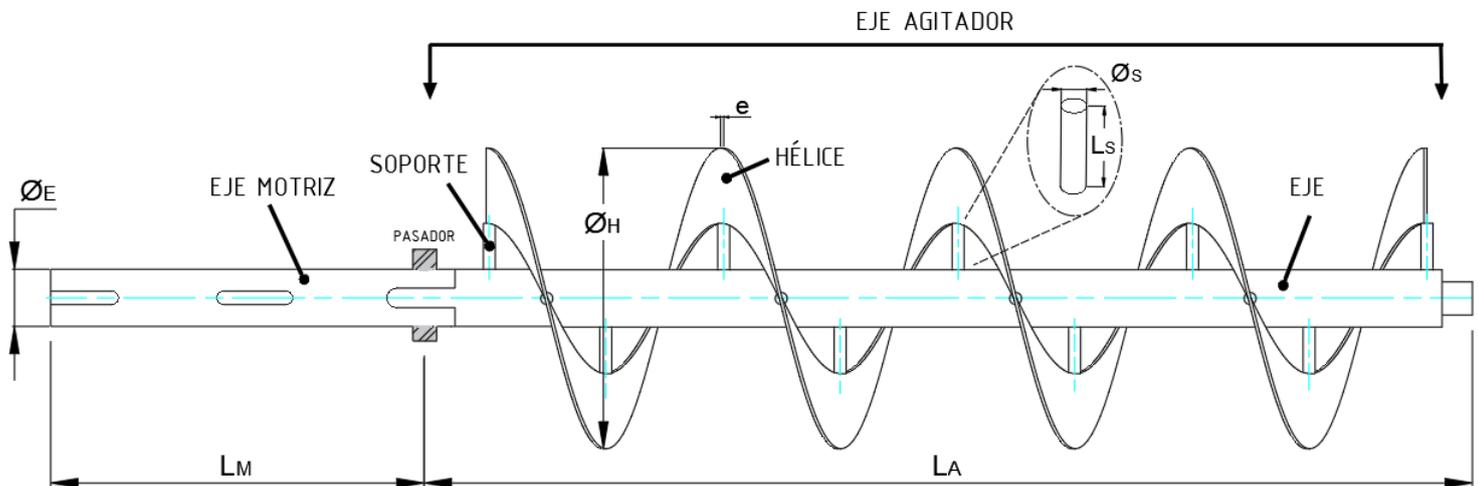


Figura 2.3. Representación gráfica del eje principal.

Fuente: Propia.

Tabla 2.2. Resumen de los parámetros de diseño para el eje principal

Elementos del eje principal		Descripción		Material
Eje agitador	Hélice	$e = 3 [mm]$ $\varnothing_H = 200 [mm]$ $paso = 155 [mm]$	e : Espesor de la hélice \varnothing_H : Diámetro de la hélice $paso$: separación entre hélices	Plancha Acero Inoxidable AISI 304
	Eje	$\varnothing_E = 1,5 [in]$ $L_A = 700 [mm]$	\varnothing_E : Diámetro del eje L_A : Longitud del eje	Eje AISI 304 (Inoxidable)
	Soporte para la hélice	$\varnothing_S = 5/16 [in]$ $L_S = 31 [mm]$	\varnothing_S : Diámetro del soporte L_S : Longitud del soporte	
Eje motriz		$\varnothing_E = 1,5 [in]$ $L_M = 280 [mm]$	\varnothing_E : Diámetro del eje motriz L_M : Longitud del eje motriz	

Fuente: Propia

2.2.3. Tren de potencia

La figura 2.4 muestra 2 piñones: un conductor y un conducido, con el mismo número de dientes ($Z = 18$) los cuales corresponden a los 2 ejes principales del prototipo. Otros piñones, auxiliar y tensor, que tienen un número de dientes ($Z = 11$), estos piñones ayudan al mecanismo a tener un sentido de giro para cada eje y tensar la cadena durante los

mantenimientos. Además, en la tabla 2.3 se detalla los siguientes parámetros de diseño como la potencia del motorreductor y longitud de la cadena.

En la figura 2.5 se muestra una representación gráfica del diseño del tren de potencia juntamente con los elementos que intervienen para dicho mecanismo. Como son la tina, la estructura metálica, el eje principal (parte del eje motriz), las chumaceras de pared y de piso.

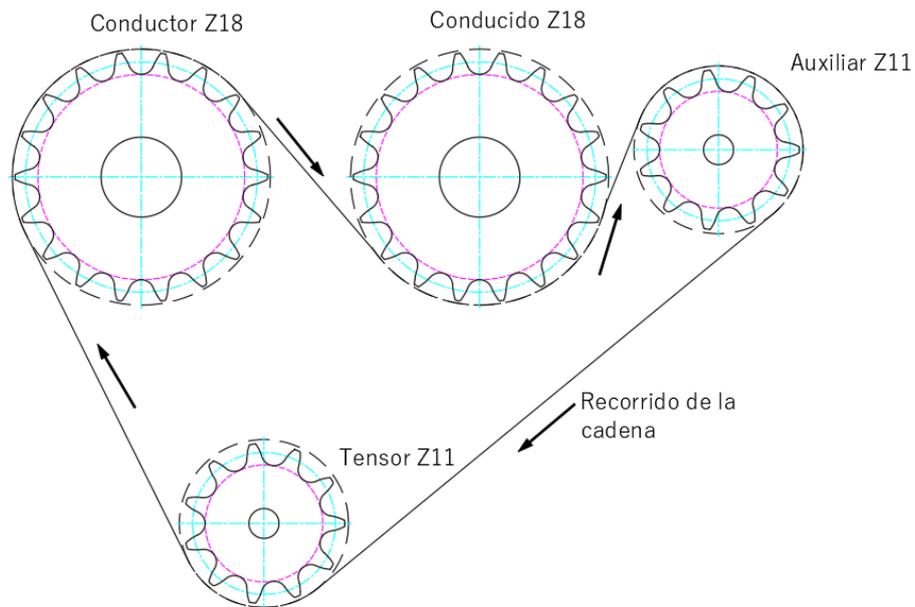


Figura 2.4. Representación gráfica del tren de potencia.

Fuente: Propia.

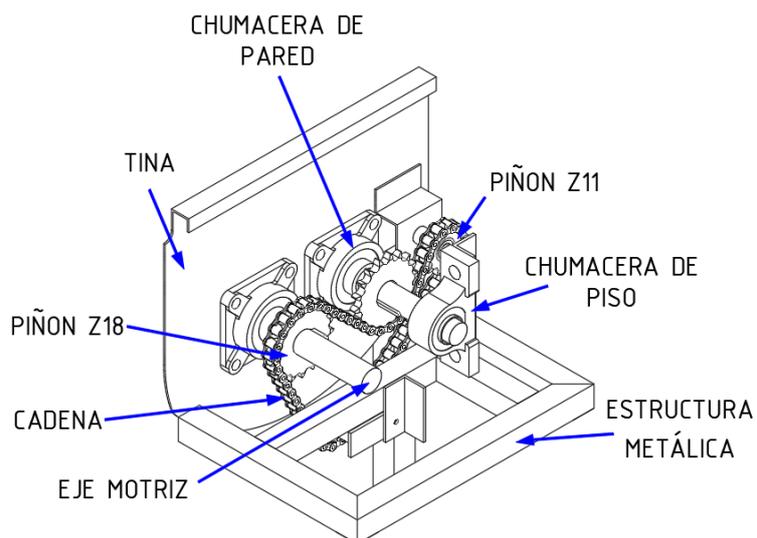


Figura 2.5. Elementos que conforman el mecanismo de potencia.

Fuente: Propia.

Tabla 2.3. Resumen de los parámetros de diseño para el mecanismo de potencia

Elemento	Descripción	Especificaciones
Motorreductor	Potencia de trabajo $W = 1,5 \text{ HP}$ Revoluciones de trabajo $36 - 40 \text{ [RPM]}$	BKB Caja reductora ortogonal Motor Trifásico 2HP V220
Piñones	$2 \text{ piñones de } Z_1 = 11 \text{ dientes}$ $2 \text{ piñones de } Z_2 = 18 \text{ dientes}$	ANSI NK 60B 11T ANSI NK 60B 18T Paso $\frac{3}{4}$
Cadena	$\text{longitud estimada} = 1050 \text{ [mm]}$	Paso $\frac{3}{4}$ ANSI RS 60-1

Fuente: Propia.

2.3. Procesos de fabricación

Para la construcción de los elementos del prototipo de hiladora se estableció parámetros y detalles de diseño mencionados en la sección 2.1.1. Por consiguiente, se procede a fabricar y ensamblar cada uno de los elementos que forman parte del prototipo, detallando cada uno de los procesos realizados en cada pieza.

2.3.1. Partes del prototipo

En esta sección se procede a en listar los principales elementos que forman parte de la máquina hiladora como se muestra en la figura 1.1 tales como son:

- Tina
- Chaqueta de vapor
- Estructura metálica
- Eje principal (motriz y agitador)
- Tren de potencia (motorreductor, piñones, chumaceras y cadena)
- Compuerta de salida

La mayoría de estos elementos enlistados, a excepción del tren de potencia, serán fabricados en acero inoxidable AISI 304.

2.3.1.1. Fabricación de la tina

La tina es una de las partes principales de la máquina, ya que contendrá la materia prima (cuajada de queso) para realizar el proceso de hilado de queso por medio de los ejes principales. De acuerdo con el plano FIM-MHQ-214 (**Anexo II**), la tina está conformado por 4 elementos: plancha externa, plancha interna, tapa trasera y tapa delantera. Para la

construcción de dichos elementos se tiene planchas de 3 mm de espesor. Inicialmente como se muestra en la figura 2.6 se realiza un molde, que servirá como guía, en otro material para asegurarnos la correcta geometría establecida en las tapas trasera y delantera. Esta operación se realiza previo a trabajar con el acero AISI 304. Con esta acción se previene errores en dimensiones establecidas para el proceso de doblado de la ceja, ver figura 2.7. Además, se realiza las perforaciones correspondientes con un diámetro de 38.1 mm (1.5 in) para que ingresen los ejes principales como se muestra en la figura 2.8. Esto servirá para colocar los soportes de los ejes tanto como la chumacera en la tapa delantera y unos bujes en la tapa trasera (ver figura 2.9).

En las planchas interna y externa se realiza un proceso de rolado para obtener el radio de curvatura establecido en el diseño, ver planos de taller FIM-MHQ-213 y FIM-MHQ-211 (**Anexo II**). Conjuntamente se sueldan dichos elementos para formar un solo cuerpo (tina), por medio del proceso de soldadura TIG. En la figura 2.10 se muestra una vista preliminar de la estructura de la tina y el cordón de la soldadura entre las planchas ya mencionadas. Posteriormente, se procede a pulir las superficies comprometidas, obteniéndose así una calidad superficial adecuada para el proceso de hilado.



Figura 2.6. Moldes previos antes de la fabricación de las tapas de la tina.
Fuente: Propia.

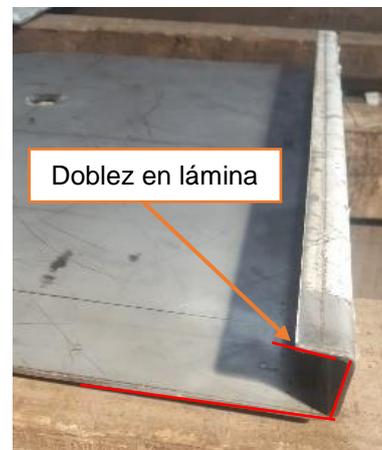


Figura 2.7. Dobleces para las planchas trasera y delantera.
Fuente: Propia.



Figura 2.8. Perforaciones en tapa trasera para colocación de bujes.
Fuente: Propia.



Figura 2.9. Colocación de buje para eje agitador.
Fuente: Propia.



Figura 2.10. Unión permanente por medio de soldadura entre los elementos de la tina.
Fuente: Propia.

2.3.1.2. Chaqueta de vapor

La chaqueta es la encargada de distribuir el flujo de vapor internamente que entra en la tina para calentar la cuajada y realizar el proceso de hilado. Mediante el proceso de rolado de láminas se obtiene una curvatura acorde a las planchas interna y externa de la tina (sección 2.3.1.1). En la figura 2.11 se observa dicha curvatura en la lámina de la chaqueta de vapor después de haber realizado el proceso de troquelado. Para garantizar una hermeticidad

completa entre las planchas interna, externa y la chaqueta de vapor, se suelda según se muestra en la figura 2.12 (b). En la figura 2.12 (a) se observa la entrada y salida del flujo del vapor, donde en la entrada se suelda un manómetro, el cual ayudara a controlar la presión de ingreso del vapor al momento del funcionamiento de la máquina.

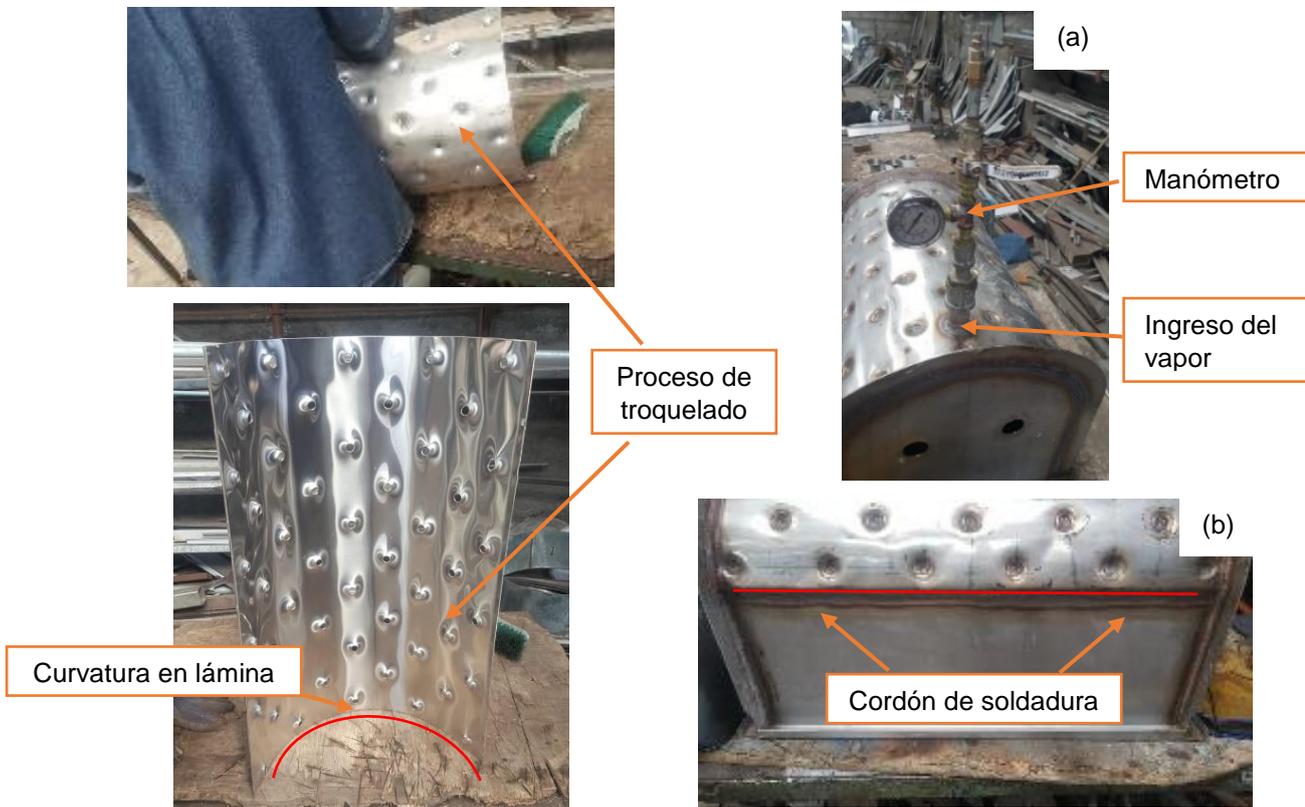


Figura 2.11. Chaqueta de vapor finalizada.
Fuente: Propia.

Figura 2.12. (a) Manómetro de presión soldada en la entrada del vapor. (b) Chaqueta de vapor soldada en la tina.
Fuente: Propia.

2.3.1.3. Estructura metálica

La estructura metálica es la base fundamental del prototipo como se muestra en la figura 1.1. Esta soportara el peso de los elementos mecánicos y también el peso de la cuajada, establecido inicialmente en 70kg para el proceso de hilado, ver tabla 1.1.

Los parámetros de diseño para la estructura se detallan en la tabla 2.1, donde se establece una altura de 700 mm, ancho de 450 mm y largo de 1040 mm (para más detalles de construcción ver plano FIM-MHQ-215, **Anexo II**). Con la geometría de la estructura metálica se procede a cortar los tubos acordes a estas dimensiones para posteriormente unirlos mediante soldadura. Además, para lograr mayor rigidez, se procede a soldar la estructura metálica junto a la tina. La figura 2.2 muestra una representación gráfica de la tina y la estructura metálica, y la figura 2.13 la construcción de esta. Posteriormente, a cada proceso

de soldadura realizado se realiza un pulido del cordón de soldadura en todas las superficies comprometidas.

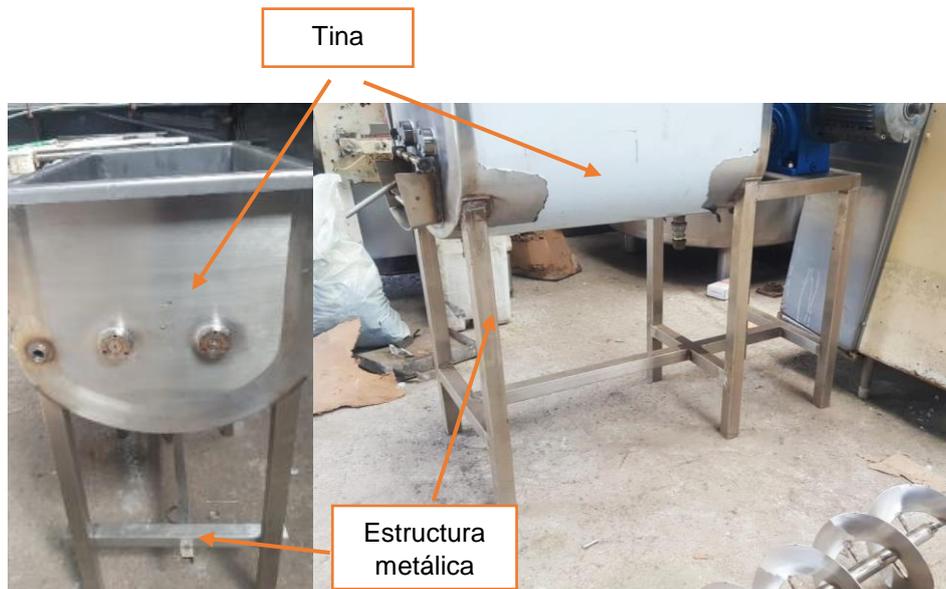


Figura 2.13. Estructura metálica soldada conjuntamente a la tina.
Fuente: Propia.

2.3.1.4. Eje principal

En la tabla 2.2 de la sección 2.1.1.2 se estableció varios parámetros de diseño para el eje principal, uno de ellos es el diámetro de 38.1 mm (1.5 in) para el eje principal (motriz y agitador). Inicialmente, para la construcción se realiza los cortes de los dos elementos, el eje motriz y el eje agitador (ver planos de taller FIM-MHQ-207 y FIM-MHQ-206, **Anexo II**), acorde a las longitudes establecidas, para posteriormente realizar un proceso de torneado para ambas piezas. De acuerdo con el diseño, se colocan varios elementos en el eje principal tales como son: las chumaceras, el piñón Z18 y la unión al motorreductor (revisar figura 2.5). Para unir ambas piezas se realiza una configuración de macho-hembra y por medio de una perforación, se coloca un pasador (elemento normalizado) el cual sujetara ambas piezas. Este elemento mantendrá la velocidad y el sentido de giro para todo el eje principal. En la figura 2.14 se muestra dicha configuración macho-hembra, la cual permite un fácil montaje y desmontaje del eje agitador para realizar trabajos de mantenimiento.

El eje agitador tiene tres elementos: hélice, eje y soporte para la hélice, (revisar tabla 2.2), ver planos de taller FIM-MHQ-101, FIM-MHQ-102 y FIM-MHQ-304 (**Anexo II**), este último sobre el eje soporte. Para el ensamblaje de cada uno de los ejes principales se necesitarán 17 piezas del eje soporte. Cabe mencionar que para cada uno de los dos ejes principales se tiene diferentes orientaciones al momento del ensamblaje, revisar nota en los planos de taller

para estos elementos. Esto con el fin de evitar colisiones entre ejes al estar colocados en la tina, (ver figura 2.16) y garantizar su correcto funcionamiento en el proceso de hilado.

En la figura 2.3 se muestra la geometría de la hélice, de acuerdo con los requerimientos de diseño, (ver tabla 2.2), se tiene una plancha de 3 mm de espesor, un diámetro de 200 mm y un paso de 155 mm, el paso es la distancia entre hélices, (ver plano de taller FIM-MHQ-101, **Anexo II**). Se establece una distancia de 620 mm, por lo que se considera cuatro hélices en el transportador para su funcionamiento durante el proceso de hilado. Se debe cortar cuatro piezas circulares para cada eje con estas características (8 piezas en total) y luego soldarlas para tener así un eje transportador sin fin tipo aspa como se muestra en la figura 2.15. Finalmente, se procede a soldar los 3 elementos involucrados (eje, hélice, soporte) para garantizar una rigidez en todo el eje agitador al momento del funcionamiento.

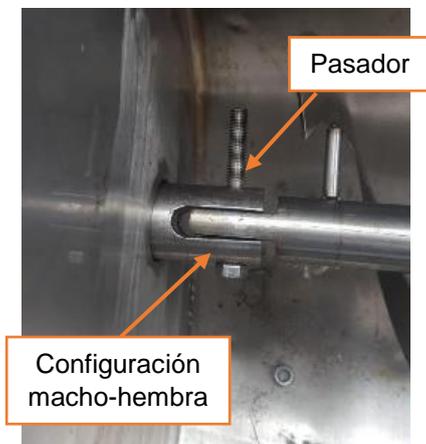


Figura 2.14. Pasador entre eje motriz y eje agitador.
Fuente: Propia.



Figura 2.15. Forma geométrica de la hélice para el eje agitador.
Fuente: Propia.

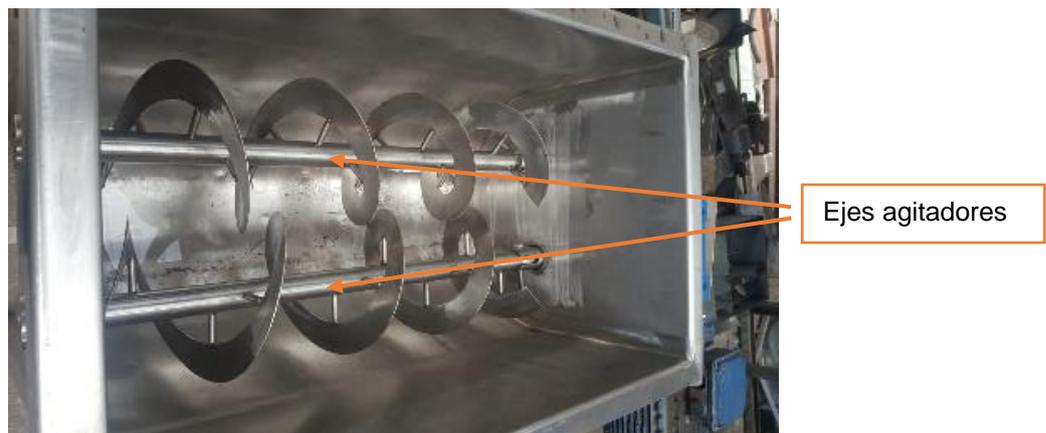


Figura 2.16. Ejes agitadores (tornillo sin fin con hélices tipo laso) montados en la tina.
Fuente: Propia.

2.3.1.5. Tren de potencia

Inicialmente se considera características y especificaciones de la tabla 2.3 para realizar la construcción. De acuerdo con la figura 2.4 la geometría del diseño del tren de potencia, se realiza un boceto en un material diferente al utilizado como guía, ver figura 2.17. Esto permitirá tener una referencia de las perforaciones para los ejes principales realizados en la sección 2.3.1.1 y colocar los soportes de los piñones auxiliar y tensor. Posteriormente se coloca el eje principal en la tina de tal forma el eje motriz salga de la tina para poder realizar el acoplamiento con el motorreductor, ver figura 2.18(b).

Se deben introducir las chumaceras de pared hasta que estén en contacto con la superficie de la tina, ver figura 2.18(a), para luego colocar los piñones de los ejes principales. Se procede a soldar los soportes de los piñones tensor y auxiliar en la superficie de la tina, revisar planos de taller FIM-MHQ-209 y FIM-MHQ-301 (**Anexo II**). Además, se suelda el soporte de la chumacera de piso en la estructura metálica como se muestra, revisar plano de taller FIM-MHQ-310 (**Anexo II**). En la figura 2.19 se muestra el mecanismo de potencia finalizado, representado con todos los elementos involucrados (piñones, soportes, chumaceras, cadena), para más detalle de los elementos revisar la figura 2.5.



Figura 2.17. Boceto del diseño conceptual para el tren de potencia.
Fuente: Propia.

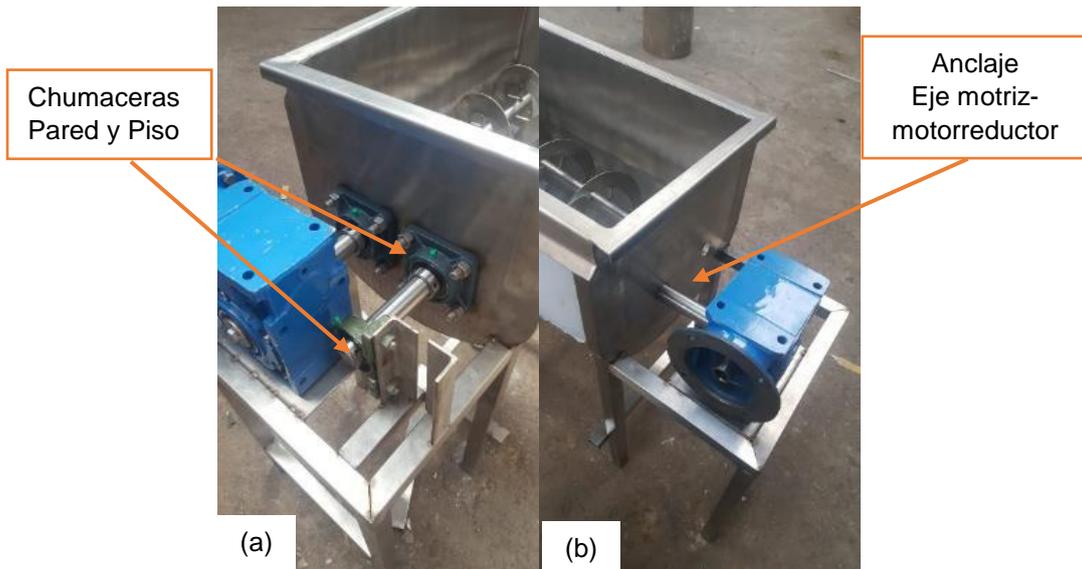


Figura 2.18. (a) Chumaceras de pared y piso (b) Eje motriz anclado al motorreductor.
Fuente: Propia.

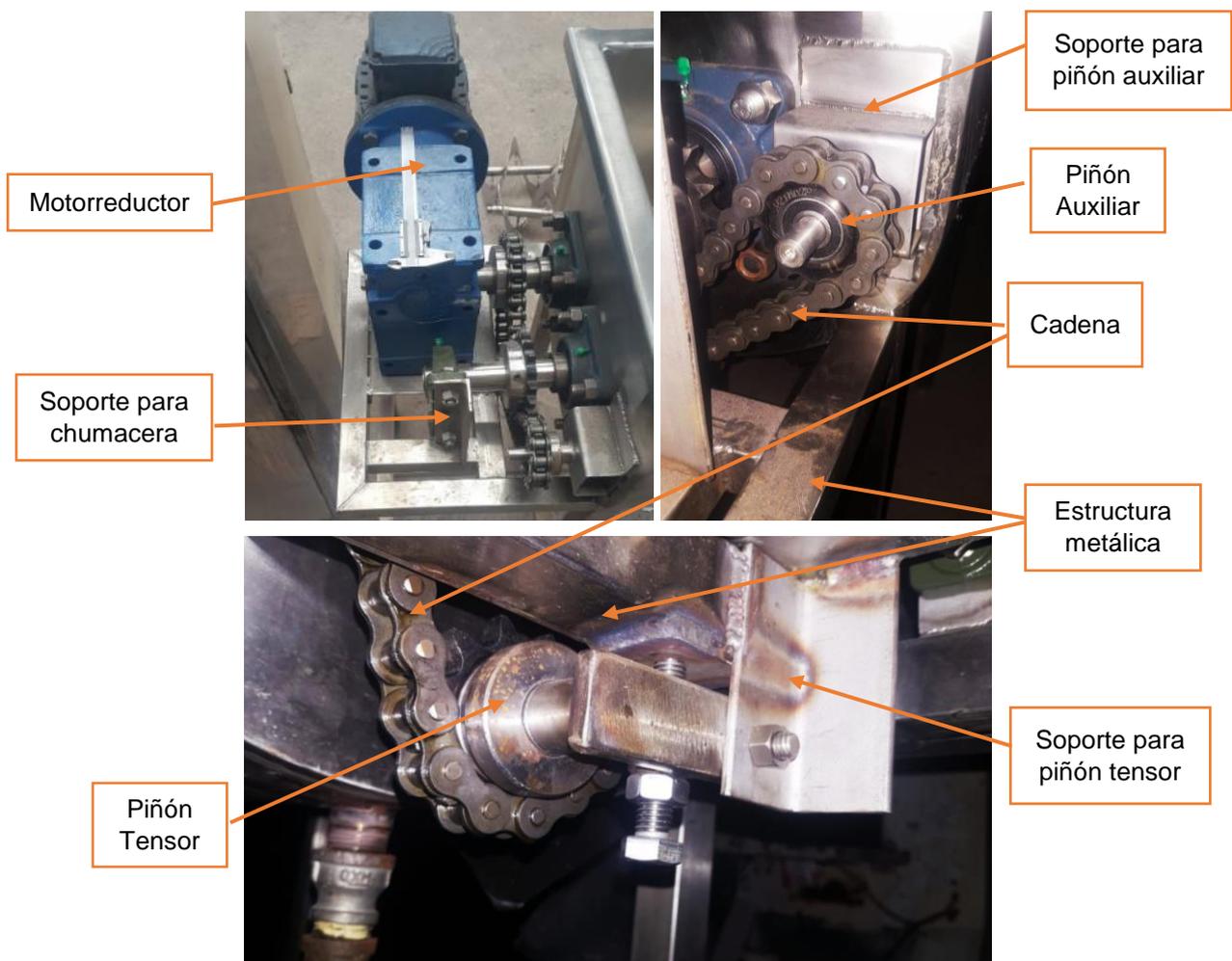


Figura 2.19. Tren de potencia (piñones, soportes, cadena, motorreductor y chumaceras).
Fuente: Propia.

2.3.1.6. Compuerta de salida

La compuerta de salida consta de tres partes: la base, la tapa y el pasador, ver figura 2.21. El material de la tapa y la base es una plancha de 3 mm de espesor y el eje del pasador tiene un diámetro de 12.7 mm (0.5 in), se utiliza acero AISI 304 para los tres elementos. Los planos de taller FIM-MHQ-204 (**Anexo II**) para la tapa y FIM-MHQ-205 (**Anexo II**) para la palanca, muestran detalles de los procesos de corte y ensambles. Para garantizar un sello hermético al momento de su funcionamiento se coloca un caucho, según muestra la figura 2.21.

La base tiene una salida con una caída para facilitar la evacuación de la pasta hilada una vez finalizado el proceso de hilado. Además, para tener una mayor rigidez de la compuerta de salida del material, la base se suelda directamente a la tina en la plancha trasera, ver plano de taller FIM-MHQ-212 (**Anexo II**).

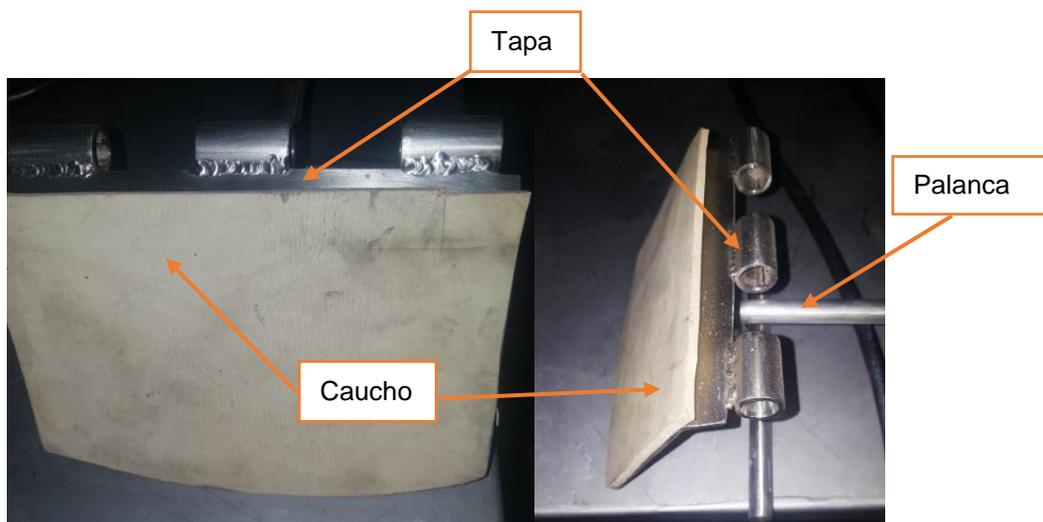
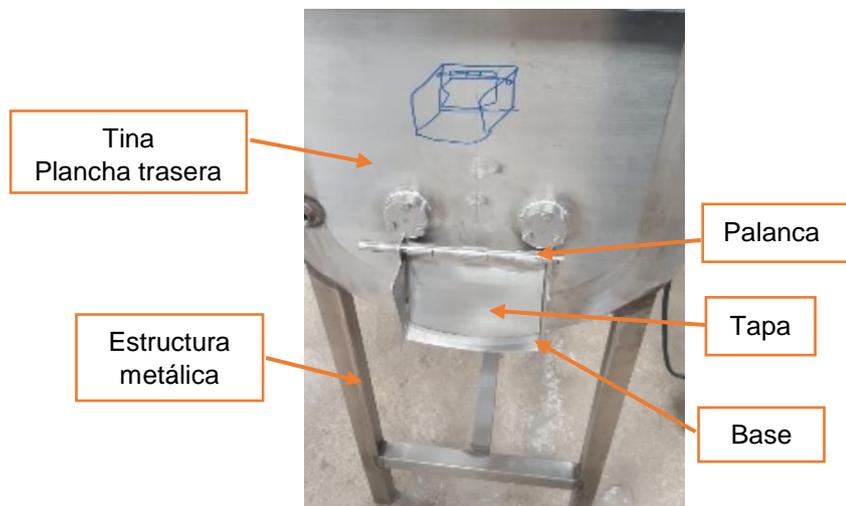


Figura 2.21. Caucho pegado en la tapa de la compuerta. Fuente: Propia.

2.4. Análisis de costos

En esta sección se realiza un análisis de los precios incluyendo elementos normalizados, mano de obra, materiales para la construcción, costos indirectos, y finalmente se obtiene un costo total del prototipo.

2.4.1. Elementos normalizados

Para la obtención de los elementos normalizados se realizó una cotización en diferentes casas comerciales y distribuidoras, evaluando su variedad en precio y calidad. En la tabla 2.4 se detalla la cantidad y el precio de los elementos normalizados que forman parte del prototipo.

Tabla 2.4. Costos de elementos normalizados para la hiladora de queso.

Hiladora de queso				
ELEMENTO	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$/U)	PRECIO TOTAL \$
Motorreductor	BKB Caja reductora ortogonal Motor Trifásico 2HP V220/380/440	1	758,56	758,56
Piñón potencia	ANSI NK 60B 11T	2	6,93	13,86
	ANSI NK 60B 18T	2	16,01	32,02
Cadena (paso 3/4)	ANSI RS-60-1	0,25	100,00	25,00
Rodamiento	KDF 604	2	7,00	14,00
Chumacera piso	UCP 208-24	1	36,78	36,78
Chumacera pared	UCF 208-24	2	24,08	48,16
Perno	M6 x 12	6	0,50	3,00
	M14 x 15	4	1,50	6,00
Pasador	9/16" x 40	2	3,50	7,00
Panel de control	FARR 220V	1	350,00	350,00
			TOTAL	1294,38

Fuente: Propia

2.4.2. Mano de obra

Para los costos por mano de obra se lo realiza en base al HHM (Hora Hombre Maquina) donde se relaciona el tiempo en función del operario y la maquina a utilizarse en los diferentes procesos de manufactura. Para más información revisar el **Anexo I**, donde se detalla cada

proceso utilizado para la obtención de cada uno de los elementos del prototipo. La tabla 2.5 resume dicha información.

Tabla 2.5. Costos de mano de obra de la hiladora de queso.

Hiladora de queso			
ELEMENTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$/U)	PRECIO TOTAL \$
Tina hiladora	1	226,50	226,50
Eje agitador	2	82,87	165,75
Eje motriz	2	43,29	86,58
Eje piñón 2a	1	12,00	12,00
Eje piñón 2b	1	12,00	12,00
Estructura hiladora	1	87,25	87,25
Compuerta de salida	1	57,50	57,50
Base de motor	1	19,25	19,25
Recubrimiento motor	1	29,25	29,25
Soporte chumacera	1	10,25	10,25
Soporte piñón 2B	1	10,25	10,25
Soporte piñón 2A	1	10,25	10,25
Bocín eje principal	2	10,25	20,50
Chaqueta de vapor	1	64,00	64,00
TOTAL		674,91	811,33

Fuente: Propia

2.4.3. Costo de materiales

Para la obtención de los materiales a utilizarse en este prototipo, se averiguo en diferentes casas comerciales y proveedores; ejes de transmisión, planchas de acero, tubo estructural cuadrado, varillas de aporte de soldadura (TIG) y discos de corte. Obteniendo así información sobre calidad de los productos, disponibilidad del material y comparación de precios para la adquisición. La tabla 2.6 resume los materiales utilizados, sus especificaciones e información del proveedor.

Tabla 2.6. Costos de materiales de la maquina hiladora de queso.

Hiladora de queso					
MATERIALES	ESPECIFICACIONES	PROVEEDOR	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$/U)	PRECIO TOTAL \$
Plancha	Inoxidable Mate 304-2B 2 mm	Dipac	1	201,78	201,78
	Inoxidable Mate 304-2B 3 mm	Dipac	2	259,23	518,46
	Inoxidable Pulida 304-N4 1,5 mm	Dipac	1	143,10	143,10
Tubo estructural	Cuad 304-N4 1 1/2 x 1,5	Metalmet	2	63,10	126,20
Eje	Inoxidable 304 Ø1 1/2" 6 m	Iván Bohman C.A	1	464,10	464,10
	Inoxidable 304 Ø1" 6 m	Dipac	1	324,43	324,43
	Inoxidable 304 Ø1/2" 6 m	Dipac	1	120,55	120,55
	Inoxidable 304 Ø3/8" 6 m	Dipac	1	5,07	5,07
Tubería	Inoxidable 304 Ø1/2" 6 m	METALMET	1	43,20	43,20
Electrodo	Tungsteno 3/32 2%	Seincar	1	2,78	2,78
Varilla aporte	TIG 308L x 3/32	Seincar	0.5	6,71	3,36
Angulo estructural	Inoxidable AC 40 x 4	Dipac	1	20,16	20,16
	Inoxidable AC 20 x 3	Dipac	1	40,92	40,92
Disco	Corte Inoxidable	Acaza S.A	7	1,05	7,35
	Flap	Acaza S.A	3	2,50	7,50
				TOTAL	2028,96

Fuente: Propia

2.4.4. Costos Indirectos

En este proyecto los costos especificados en la tabla 2.7 representan un gasto indirecto al proceso de fabricación del prototipo de hiladora. Se toma en consideración estos elementos para el respectivo análisis.

Tabla 2.7. Costos indirectos de la maquina hiladora de queso.

Máquina Hiladora			
ESPECIFICACIONES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL \$
Gas Inerte AGA Argón (m3)	15	13,50	202,50
Transporte de Materia Prima	1	20,00	20,00
Energía Eléctrica			60,00
Depreciación Equipos	1	30,00	30,00
		TOTAL	312,50

Fuente: Propia

2.4.5. Costo de la máquina

Una vez realizado el análisis de costos de cada apartado mencionados anteriormente se procede a determinar un subtotal de la máquina. Adicionalmente, se debe considerar otros montos tales como: costo de montaje, costo de diseño y una utilidad, estos dos primeros del 10% y el tercero de 15% (estos valores pueden variar). La información se detalla en la tabla 2.8.

Tabla 2.8. Costo final de la máquina.

Costo Hiladora de queso (\$)	4891,88
SUBTOTAL (\$)	4891,88
Costo de montaje (10%)	489,19
Costo de diseño (10%)	489,19
Utilidad (15%)	733,78
COSTO TOTAL DE LA MAQUINA (\$)	6604,04

Fuente: Propia

2.5. Protocolo de pruebas

Esta sección consiste en desarrollar un protocolo de uso y funcionamiento para el prototipo de máquina hiladora. De esta manera se proporciona una guía y se garantiza el correcto uso y funcionamiento durante su operación.

2.5.1. Protocolo de uso

Objetivo: Realizar un adecuado procedimiento de uso del prototipo mediante un listado de actividades para garantizar el correcto funcionamiento al manipular el equipo.

Responsable: Operario 1, operario 2

Actividades:

- Comprobar que los elementos de sujeción se encuentren correctamente ajustados.
- Inspeccionar visualmente el estado de los elementos mecánicos previo al arranque de la máquina.
- Verificar el cierre correcto de la compuerta de salida antes de colocar la cuajada de queso.
- Encender la máquina hiladora a través del panel de control.

- Ajustar manualmente la velocidad de giro a la cual se requiere procesar la pasta hilada.
- Abrir la válvula de ingreso de vapor para el calentado de la cuajada.
- Cambiar la velocidad de giro gradualmente conforme avanza el proceso de hilado (malaxado).
- Abrir manualmente la compuerta de salida una vez finalizado el proceso de malaxado para la salida de la pasta hilada.
- Apagar la máquina una vez acabado el proceso completo de hilado y extracción de la pasta hilada.

Entradas: Cuajada de queso, vapor de agua, energía eléctrica

Salida: Verificación de calidad de la pasta hilada ya procesada.

2.5.2. Protocolo de funcionamiento

Objetivo: Obtener pasta hilada mediante el proceso de malaxado del prototipo verificando así su correcto funcionamiento.

Responsable: Operario 1, Operario 2

Actividades:

- Verificar el cierre hermético de la compuerta de salida y verter la cuajada en la tina.
- Abrir la válvula de paso del vapor para el calentamiento de la cuajada.
- Encender la máquina hiladora a través del panel de control.
- Ajustar manualmente la velocidad de giro a la cual se requiere procesar la pasta hilada.
- Iniciar el proceso de malaxado y controlar el tiempo.
- Reducir la velocidad de procesamiento al mínimo o apagar la máquina momentáneamente para verificar el estado de la pasta hilada.
- Comprobar la consistencia de la pasta hilada antes del vaciado de la tina.
- Abrir manualmente la compuerta de salida una vez finalizado el proceso de malaxado.
- Ajustar el sentido de giro para las hélices mediante el panel de control, permitiendo así la extracción de la pasta hilada.
- Apagar la máquina completamente una vez acabado el proceso de extracción de la pasta hilada.

Entradas. - Máquina hiladora, cronómetro, cuajada.

Salidas. - Pasta hilada procesada.

2.6. Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento es un conjunto de actividades planteadas a ejecutarse periódicamente para garantizar la funcionalidad de la máquina y alargar la vida útil de la misma. El tiempo promedio de funcionamiento establecido para el proceso de hilado es de 4 h/día (jornada). En la tabla 2.9 se establece y se detalla varias actividades para el plan de mantenimiento acorde a su funcionamiento en cada jornada.

Tabla 2.9. Mantenimiento de la máquina de acuerdo con el período establecido

Mantenimiento máquina hiladora	
Diario	<p>Comprobar conexiones eléctricas para el motor y tablero de control (fuente de energía a 220V).</p> <p>Revisar el estado del manómetro, cañería de flujo de vapor, sellos y demás accesorios del mecanismo de calentamiento.</p> <p>Previo al inicio del funcionamiento verificar el sello hermético (sin fugas) generado por el caucho en la compuerta de salida.</p> <p>Limpieza de la máquina:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las operaciones de lavado manual requieren la desconexión de la máquina de la fuente de alimentación. • Vaciar la pasta hilada residual de la tina por la compuerta de salida o por la tina, si este fuera el caso. • Para el lavado de los componentes externos y móviles se recomienda un lavado a presión con agua caliente (<i>aprox 60 °C</i>). Utilizar detergentes recomendados para el tratamiento de alimentos (lácteos y sus derivados). • Efectuar las actividades de saneamiento correspondientes para todos los elementos del prototipo que entran en contacto con el alimento. <p>Comprobar el correcto funcionamiento y eficacia de los dispositivos de seguridad.</p>
Mensual	<p>Lubricar por medio de una brocha toda la longitud de la cadena de transmisión.</p> <p>Lubricar las chumaceras de pared y piso con un grasero.</p> <p>Verificar que la cadena se encuentre correctamente templada o tensada, de ser necesario realizar ajustes correspondientes.</p>

	<p>Verificar el estado superficial de las partes del equipo tales como: estructura metálica, cubierta del motorreductor, tina, compuerta de salida y ejes principales.</p> <p>Ajustar los prisioneros de las chumaceras y las juntas empernadas.</p> <p>Comprobar que los pernos de sujeción entre ejes se encuentren debidamente ajustados antes de la puesta en marcha.</p> <p>Realizar una limpieza de la cañería de vapor para evitar que se acumulen polvos y residuos que impidan la correcta circulación del fluido.</p> <p>Revisar las conexiones eléctricas del tablero de control y elementos eléctricos.</p>
<p>Anual</p>	<p>Desmontajes de los ejes agitadores para la limpieza de estos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aflojar el pasador y retirarlo. • Desplazar manualmente el eje agitador a través del canal (configuración macho-hembra) fabricado para la unión de ejes. • Limpiar tanto el orificio del pasador y los soportes en la pared de la tina delantera. <p>Revisar el variador de frecuencias con personal calificado.</p> <p>Realizar pruebas completas del funcionamiento del motor.</p> <p>Revisar estado de cadena, piñones, chavetas (tren de potencia).</p> <p>Verificar la hermeticidad de la compuerta de salida, de ser necesario cambiar el sello (caucho).</p> <p>Reajustar prisioneros en chumaceras, poleas y piñones para un correcto funcionamiento.</p>
<p>Especial (Entre los 3 – 5 años)</p>	<p>Cambiar cadena de ser necesario, previo revisión visual y mecánica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retirar la cubierta del motorreductor. • Aflojar el seguro de la cadena. • Desmontar la cadena de los piñones de los ejes motrices. • Limpiar los dientes de los piñones y comprobar el estado de estos. • Colocar la nueva cadena tensándola de manera correcta y verificando que los piñones se encuentren alineados. <p>Cambiar piñones de ser necesario, previa comprobación de funcionamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aflojar los prisioneros de sujeción en los piñones.

	<ul style="list-style-type: none"> • Retirar cualquiera obstrucción para la extracción (soporte de chumacera, conexión al motorreductor) • Limpieza de la superficie del piñón, retirar elementos alojados en los agujeros del piñón. <p>Revisar alineación del motorreductor con el eje motriz y a su vez el eje agitador.</p> <p>Reemplazo de elementos auxiliares (válvulas, codos, tubería).</p>
--	--

Fuente: Propia

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se procede a detallar los resultados presentados durante la fabricación y montaje de los elementos del prototipo tomando en cuenta todas las consideraciones y requerimientos.

3.1. Resultados

Se logro construir el prototipo de hiladora de queso basándose en las características técnicas y requerimientos del cliente a partir del trabajo de Espinoza A. (2023). Este prototipo funciona para una capacidad de 70 kg de materia prima mediante un mecanismo de doble eje con aspas (transportador sin fin tipo listón), con velocidades rotacionales bajas gracias al motorreductor, el cual es controlado por un panel de control que permite cambiar el sentido del giro (horario, antihorario) cuando sea necesario. La tina en pleno funcionamiento alcanza un rango de temperatura entre los 60 - 80°C durante todo el proceso de hilado.

El prototipo diseñado consta de un tren de potencia adaptado al espacio físico de la tina, ver figura 2.5, con respecto al ancho que tiene la tina. Para este diseño del tren de potencia se estableció longitudes de separación entre piñones para evitar colisiones entre los ejes agitadores garantizando así un correcto funcionamiento del mecanismo.

Para garantizar la hermeticidad de la máquina en el momento del malaxado (hilado) y descarga de la pasta hilada de manera rápida y óptima, se optó por la tapa hermética con una base de caucho como se muestra en la figura 2.21. El mecanismo de compuerta de salida del material fue una idea planteada por el cliente, ya que había realizado trabajos similares anteriormente en otras máquinas.

En la etapa de salida para la pasta hilada de la tina las aspas giran en un solo sentido a bajas revoluciones por medio del panel de control, permitiendo así la evacuación del material. Esto

se realiza para no sobrecargar la compuerta de salida y que no exista derramamientos al alcanzar la altura establecida de la tina y se desborde el material por las paredes exteriores.

Mediante el análisis de costo realizado en la sección 2.4, el rubro total del prototipo de la máquina es de USD 4891,88. El costo de mano de obra influye bastante en el precio final del prototipo ya que de esto depende muchas veces la producción de los elementos y pueden variar los precios de acuerdo con el mercado nacional. El costo final se puede reducir al realizar una producción en serie.

En la tabla 2.10. se muestra el rubro total del prototipo, el cual está en un rango competitivo en el país ya que la mayoría de este tipo de máquinas son importadas al país y comercializadas a precios mayores al determinado. Partiendo de un presupuesto inicial para el prototipo de USD 5000, se tiene un sobrante de dinero como se muestra a continuación.

Tabla 2.10. Detalle del presupuesto del prototipo e información de otras máquinas en el mercado

Detalle	Cantidad	Porcentaje [%]	Información de otros equipos	
Presupuesto	\$ 5000,00	100,00	Malaxadora MLE-SG (SOGEN)	\$ 8000
Prototipo	\$ 4891,88	97,84	MF10AV (COMAT)	\$10000
Excedente	\$ 108,12	2,16	Malaxadora HMT (MHT)	\$ 12000

Fuente: Propia.

Fuente: Espinoza A. (2023).

Dentro de las pruebas de funcionamiento se ha obtenido un tiempo promedio de hilado de 25 minutos para que toda la cuajada se encuentre procesada en la consistencia adecuada para los estándares de calidad del producto. El tiempo de vaciado de la pasta hilada para los 70kg de cuajada establecidos como capacidad máxima es 10 minutos.

3.2. Discusión

El prototipo construido permite hilar el queso mediante el uso de dos aspas (tornillo sin fin tipo listón) con un movimiento sincronizado basándose en los requerimientos del usuario para obtener un producto de calidad finalizado el proceso.

El tiempo establecido para cada procesamiento de malaxado en 70kg de pasta hilada, se estima entre 30 – 35 min. Este tiempo se considera elevado, pero se deben considerar varios factores en el funcionamiento del prototipo de máquina. Como el tiempo de vaciado, ya que se puede saturar la compuerta de salida por un exceso de velocidad en el eje agitador, generándose así bloqueos u obstrucciones por la pasta hilada. Otro factor que afecta este tiempo de vaciado es la geometría de la compuerta de salida al considerarse pequeña, esto se debe en si a toda la geometría de la tina y la estructura metálica. Con un rediseño de la

compuerta de salida se puede disminuir este tiempo de vaciado para la pasta hilada y aumentar así su productividad en cada jornada.

La cantidad de pasta hilada procesada en una jornada de 4h/día se estima en 560 kg. Esta cantidad de procesamiento de pasta hilada es considerada baja en una planta de procesamiento industrializada para quesos. Además, al aumentar el tiempo de procesamiento por jornada diaria se aumentaría la cantidad de pasta hilada obtenido por medio del malaxado.

Esto mejoraría su productividad consiguiendo rangos de cantidad de pasta hilada entre los 800 – 900 kg diarios. Posteriormente, al aumentar el tiempo de jornada se debe tener en cuenta el tiempo de limpieza una vez terminada el proceso de hilado, se tiene un tiempo de 30 – 45 min de acuerdo con las pruebas realizadas en planta.

Al trabajar con altas revoluciones en los ejes para la etapa de salida del material, se tiene el riesgo de saturar la compuerta de salida y provocar un desbordamiento de la pasta hilada fuera de la tina. Esto genera un desperdicio de materia prima y reduce la producción diaria, disminuyendo su productividad.

De acuerdo con los requisitos establecidos por el cliente, el tamaño de la máquina no debe sobrepasar un área de trabajo de $5m^2$. Al realizar las pruebas de campo en una planta industrial se observa que el prototipo es compacta y permite que los operarios se desenvuelvan sin dificultad al operar la máquina hiladora.

En base a lo obtenido en el análisis de costos existe un excedente del 2,16%, el cual representa un porcentaje muy bajo de margen para la inversión inicial. El margen de inversión se ve afectado por los materiales y la mano de obra utilizado para la fabricación del prototipo.

Con un estudio de mercado es factible reducir costos de elementos normalizados y materiales más baratos en el mercado, manteniendo así la misma calidad para la fabricación y optimizando tiempo de fabricación para la mano de obra.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se logro construir un prototipo de máquina hiladora de queso mozzarella funcional acorde a los requerimientos del cliente y parámetros de diseño. Los componentes principales son: la tina, la estructura metálica, los ejes principales, el tren de potencia y la compuerta de salida.

- Con la ayuda de software CAD se obtuvo planos de taller detallados de los diferentes elementos que forman parte de la máquina, las cuales permiten la fabricación del prototipo.
- De acuerdo con la investigación de la selección del material se obtuvo que el acero inoxidable AISI 304 es el más adecuado para el procesamiento de alimento. Con esto se garantiza la calidad del producto final y su consumo en la población sin daños perjudiciales para la salud.
- Por medio del análisis de costos se logró determinar que el precio final del prototipo asciende a \$4891.88, el cual está dentro del presupuesto mencionado inicialmente. Además, el precio de venta al comercializar este prototipo está dentro de los rangos competitivos del mercado. Esto hace posible su fabricación en masa para la venta a pequeñas o medianas empresas dedicadas al procesamiento del queso.
- Se concluye que en base a las condiciones de trabajo para 70kg de cuajada, se requieren 35 min para realizar todo el proceso de hilado y evacuación del producto final de la pasta hilada.
- El tiempo establecido en cada proceso genera una cantidad de producto hilado de 560kg al día en cada jornada de trabajo, que en base al conocimiento del cliente es una cantidad adecuada para este tipo de máquinas.
- El protocolo de uso permitió evidenciar la fácil operación de la máquina y su manipulación por parte del operario.

4.2. Recomendaciones

- Al momento de la evacuación de la pasta hilada es recomendable ayudarse de algún equipo adicional, como palas u otros utensilios para facilitar la salida de la pasta. Adicionalmente, tener un recipiente grande colocado correctamente en la salida evitando así pérdida del material.
- Para futuros trabajos se recomienda analizar mejores métodos y formas constructivas del proceso de hilado por medio de tornillo sin fin con otras geometrías, ya que al considerar otra forma y geometría de las hélices se podría disminuir el tiempo de procesado del queso y mejorar el rendimiento de la máquina.
- Se recomienda realizar una automatización del panel de control ya que durante el proceso de hilado los ejes en cada cierto tiempo deben cambiar de sentido (horario y antihorario). Esto con el fin de mejorar el tiempo de procesado y la operación del prototipo.

- Es recomendable realizar un análisis de mercado para estimar la factibilidad respecto a la fabricación del prototipo ya que permitirá usar de mejor manera los recursos económicos en base a la inversión inicial.
- Para posteriores trabajos relacionadas con la ampliación o modificación de las partes del prototipo se recomienda la fabricación de un módulo de dosificación para el queso una vez hilado.

5. Bibliografía

- Archundia M. (Abril de 2015). *Diseño y manufactura de un troquel de corte con fines didácticos*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/7658/1/Tesis.pdf>
- Bustamante M. (Enero de 2012). *Efecto de la utilización de culantro, oregano, y aji en la elaboración de queso mozzarella*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2182/1/27T0188.pdf>
- Contreras L., Vargas L., Rios R. (2018). *Procesos de fabricación en metales*. Bogota, Colombia: Ediciones de la U. Recuperado el Noviembre de 2022
- Espinoza A. (Febrero de 2023). *Diseño de una maquina hiladora para queso de pasta hilada tipo mozzarella*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Ginjaume A., Torres F. (2005). *Ejecución de procesos de mecanizado, conformado y montaje*. Madrid, España: Parainfo S.A. Recuperado el Noviembre de 2022
- Groover M. (2010). *Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes and systems*. New Jersey. EEUU.
- Importaceros. (Octubre de 2022). *Acero Inoxidable 304*. Obtenido de <https://www.importaceros.com/ecuador-quito/acero-inoxidable-304/>
- INEN. (2022). *INEN 82 - Queso Mozzarella*. Quito, Ecuador.
- Iza A. (2007). En *Dimensionamiento y construcción de una roladora manual para laboratorio* (pág. 10). Quito, Ecuador: Laboratorio de procesos de producción mecánica. Escuela Politécnica Nacional.
- J. Larry. (2009). *Soldadura. Principios y aplicaciones*. Madrid. España: Parainfo, S.A.
- Marin Villar C. (2009). *Troqueles y troquelado para la producción de grandes series de piezas*. Metal actual.

- Norton. (10 de 2022). *Discos de corte*. Obtenido de <https://www.nortonabrasives.com/es-es/discos-de-corte-portatiles>
- P.T. Houldorft. (2000). *Tecnología de los procesos de soldadura*. Madrid. España: Editorial CEAC. Obtenido de <https://www.ipn.mx/assets/files/cecyt4/docs/estudiantes/aulas/guias/cuarto/vesperino/procesos/procesos-de-soldadura.pdf>
- Rodriguez H. (Noviembre de 2022). *Técnica y Fundamentos de la soldadura TIG*. Obtenido de Ingeniería Mecánica: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn52.html>
- Tecnol B. (07 de Febrero de 2022). *Discos de corte*. Obtenido de <https://tecnol.es/shop/tecnol-basics/es/blog/post/todo-necesitas-saber-discos-corte-tipos-usos-consejos.html>
- Tigasi L. (2020). *Diseño y construcción de una máquina baroladora de laminas y perfiles metálicos*. Quito, Ecuador: Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva.
- Vargas E. (2021). *Diseño de equipo hiladora del queso para la producción de productos queseros a escala industrial*. Obtenido de Universidad de Antioquia, Colombia: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/23102/11/DeVargasEsteban_2021_EquipoHiladoraQueso.pdf

ANEXOS

ANEXO I

Análisis de costos por mano de obra detallado para cada elemento y parte del prototipo.

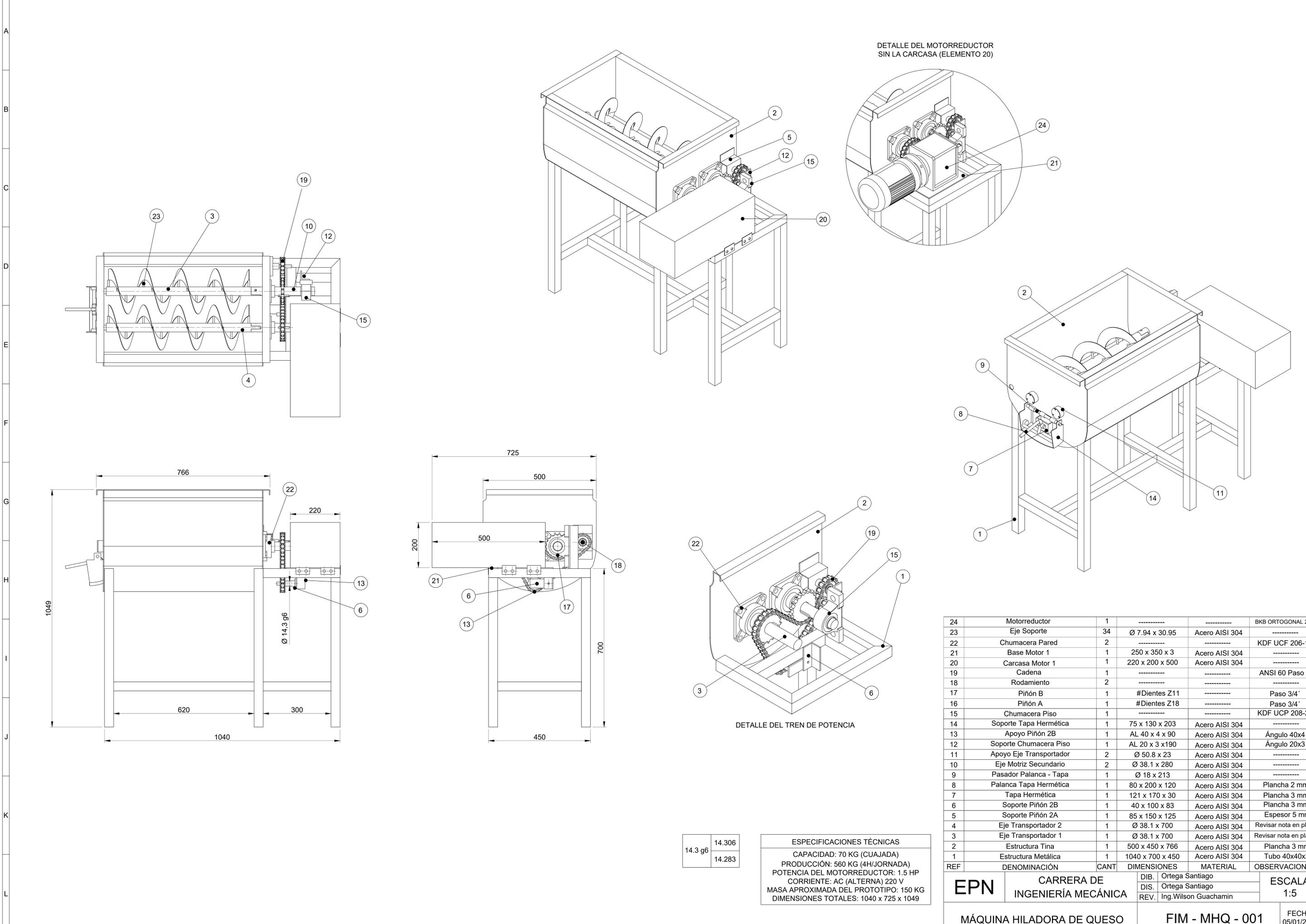
ANEXO II

Planos de taller del prototipo.

ANEXO I – Análisis de costos por mano de obra detallado para cada elemento y parte del prototipo

Hiladora de Queso														
Maquinaria	Cantidad	Taladro		Cortadora		Dobladora		Torno		Soldadura TIG		Operario General		TOTAL
COSTOS HHM		5		12		12		12		20		4		
PIEZA		Cant	USD	Cant	USD	Cant	USD	Cant	USD	Cant	USD	Cant	USD	USD
Tina Hiladora	1	0.50	2.50	2.00	24.00	2.00	24.00	0.00	0.00	8.00	160.00	4.00	16.00	226.50
Eje Agitador	2	0.17	0.83	0.17	2.04	0.00	0.00	2.00	24.00	2.00	40.00	4.00	16.00	165.75
Eje Motriz	2	0.25	1.25	0.17	2.04	0.00	0.00	2.00	24.00	0.00	0.00	4.00	16.00	86.58
Eje Piñón 2B	1	0.00	0.00	0.08	1.00	0.00	0.00	0.25	3.00	0.00	0.00	2.00	8.00	12.00
Eje Piñón 2A	1	0.00	0.00	0.08	1.00	0.00	0.00	0.25	3.00	0.00	0.00	2.00	8.00	12.00
Estructura Hiladora	1	0.25	1.25	1.00	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	60.00	3.50	14.00	87.25
Compuerta de Salida	1	0.50	2.50	0.75	9.00	0.50	6.00	0.50	6.00	1.50	30.00	1.00	4.00	57.50
Base Motor 1	1	0.25	1.25	0.25	3.00	0.25	3.00	0.00	0.00	0.50	10.00	0.50	2.00	19.25
Recubrimiento Motor 1	1	0.25	1.25	0.50	6.00	0.50	6.00	0.00	0.00	0.50	10.00	1.50	6.00	29.25
Soporte Chumacera	1	0.25	1.25	0.25	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	5.00	0.25	1.00	10.25
Soporte Piñón 2B	1	0.25	1.25	0.25	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	5.00	0.25	1.00	10.25
Soporte Piñón 2A	1	0.25	1.25	0.25	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	5.00	0.25	1.00	10.25
Bocín Eje principal	2	0.25	1.25	0.25	3.00	0.00	0.00	0.50	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.50
Chaqueta de Vapor	1	2.00	10.00	0.33	4.00	0.50	6.00	0.00	0.00	2.00	40.00	1.00	4.00	64.00
TOTAL	17	5.17	25.83	6.34	76.08	3.75	45.00	5.50	66.00	18.25	365.00	24.25	97.00	811.33

ANEXO II – Planos de taller



DETALLE DEL MOTORREDUCTOR SIN LA CARCASA (ELEMENTO 20)

DETALLE DEL TREN DE POTENCIA

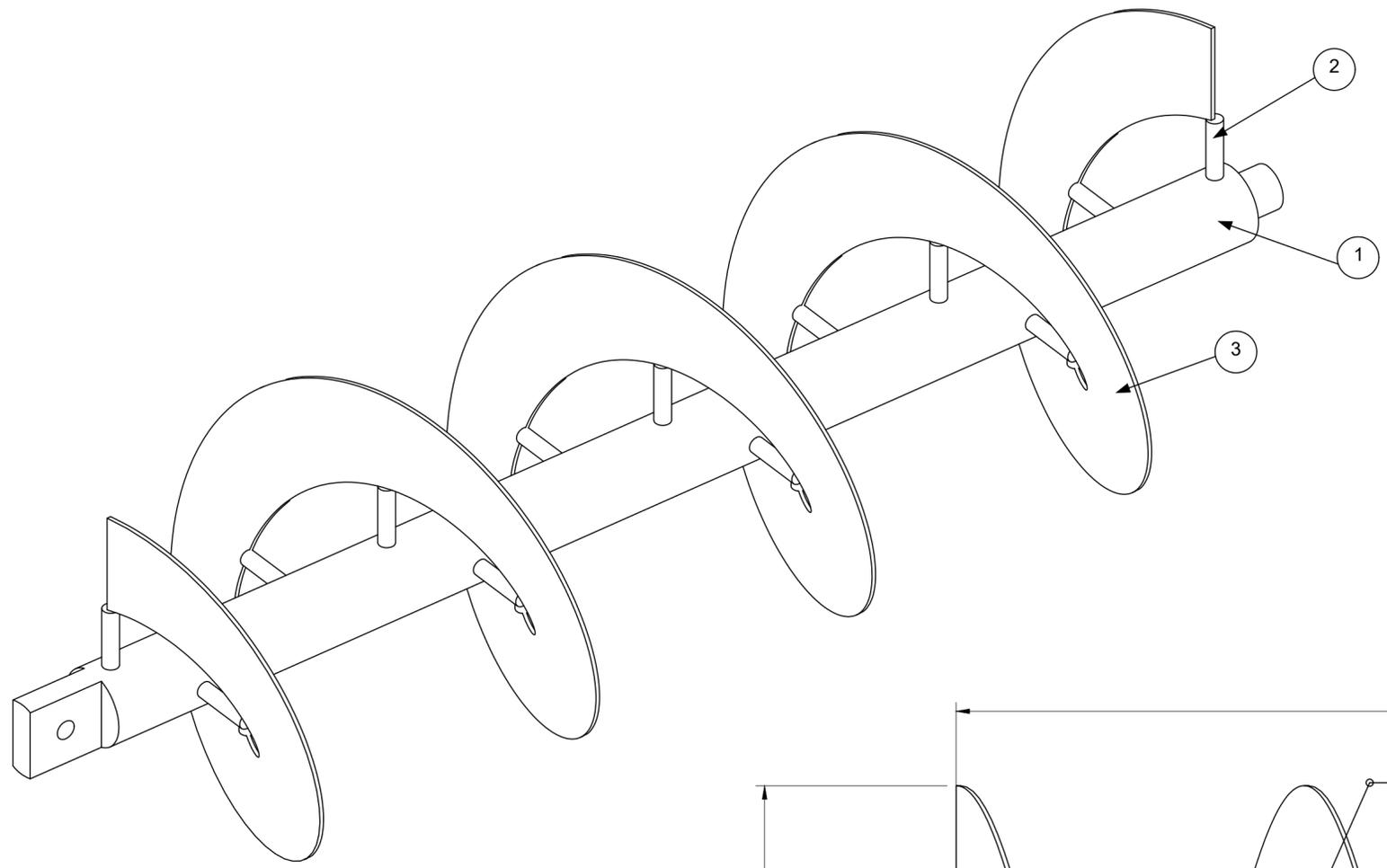
14.3 g6	14.306
	14.283

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
 CAPACIDAD: 70 KG (CUAJADA)
 PRODUCCIÓN: 560 KG (4H/JORNADA)
 POTENCIA DEL MOTORREDUCTOR: 1.5 HP
 CORRIENTE: AC (ALTERNA) 220 V
 MASA APROXIMADA DEL PROTOTIPO: 150 KG
 DIMENSIONES TOTALES: 1040 x 725 x 1049

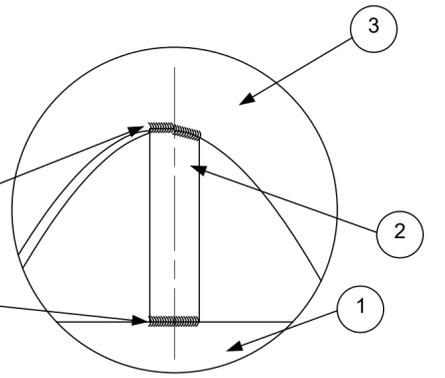
24	Motorreductor	1	-----	-----	BKB ORTOGONAL 2HP
23	Eje Soporte	34	Ø 7.94 x 30.95	Acero AISI 304	-----
22	Chumacera Pared	2	-----	-----	KDF UCF 206-14
21	Base Motor 1	1	250 x 350 x 3	Acero AISI 304	-----
20	Carcasa Motor 1	1	220 x 200 x 500	Acero AISI 304	-----
19	Cadena	1	-----	-----	ANSI 60 Paso 3/4"
18	Rodamiento	2	-----	-----	-----
17	Piñón B	1	#Dientes Z11	-----	Paso 3/4"
16	Piñón A	1	#Dientes Z18	-----	Paso 3/4"
15	Chumacera Piso	1	-----	-----	KDF UCP 208-24
14	Soporte Tapa Hermética	1	75 x 130 x 203	Acero AISI 304	-----
13	Apoyo Piñón 2B	1	AL 40 x 4 x 90	Acero AISI 304	Ángulo 40x4
12	Soporte Chumacera Piso	1	AL 20 x 3 x 190	Acero AISI 304	Ángulo 20x3
11	Apoyo Eje Transportador	2	Ø 50.8 x 23	Acero AISI 304	-----
10	Eje Motriz Secundario	2	Ø 38.1 x 280	Acero AISI 304	-----
9	Pasador Palanca - Tapa	1	Ø 18 x 213	Acero AISI 304	-----
8	Palanca Tapa Hermética	1	80 x 200 x 120	Acero AISI 304	Plancha 2 mm
7	Tapa Hermética	1	121 x 170 x 30	Acero AISI 304	Plancha 3 mm
6	Soporte Piñón 2B	1	40 x 100 x 83	Acero AISI 304	Plancha 3 mm
5	Soporte Piñón 2A	1	85 x 150 x 125	Acero AISI 304	Espesor 5 mm
4	Eje Transportador 2	1	Ø 38.1 x 700	Acero AISI 304	Revisar nota en plano
3	Eje Transportador 1	1	Ø 38.1 x 700	Acero AISI 304	Revisar nota en plano
2	Estructura Tina	1	500 x 450 x 766	Acero AISI 304	Plancha 3 mm
1	Estructura Metálica	1	1040 x 700 x 450	Acero AISI 304	Tubo 40x40x2
REF	DENOMINACIÓN	CANT	DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES

EPN	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	DIB. Ortega Santiago	ESCALA 1:5
		DIS. Ortega Santiago	
		REV. Ing. Wilson Guachamin	

MÁQUINA HILADORA DE QUESO	FIM - MHQ - 001	FECHA: 05/01/2023
---------------------------	-----------------	-------------------

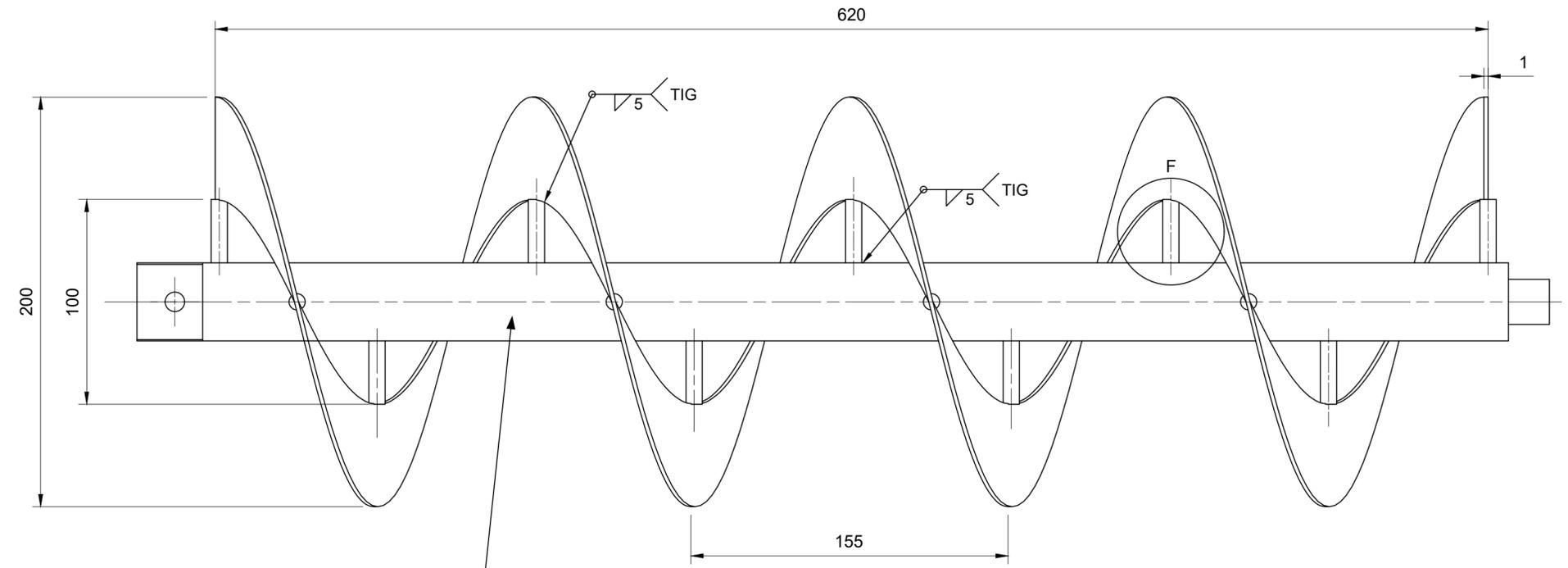
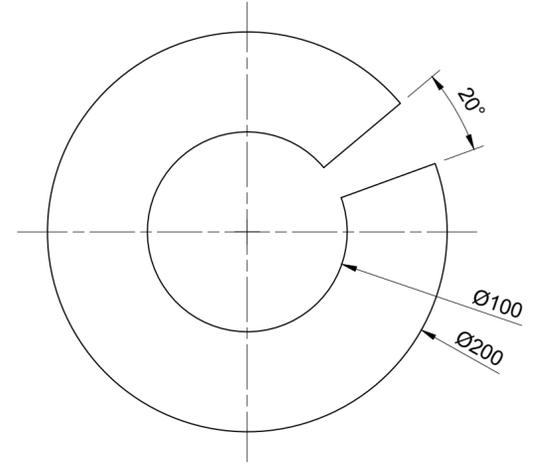


NOTA:
SE SUELDA EL EJE SOPORTE (2)
CONJUNTAMENTE CON EL EJE
(1) Y LA HELICE (3)



DETALLE F
ESCALA 2.5:1

DESAROLLO EN LÁMINA HÉLICE



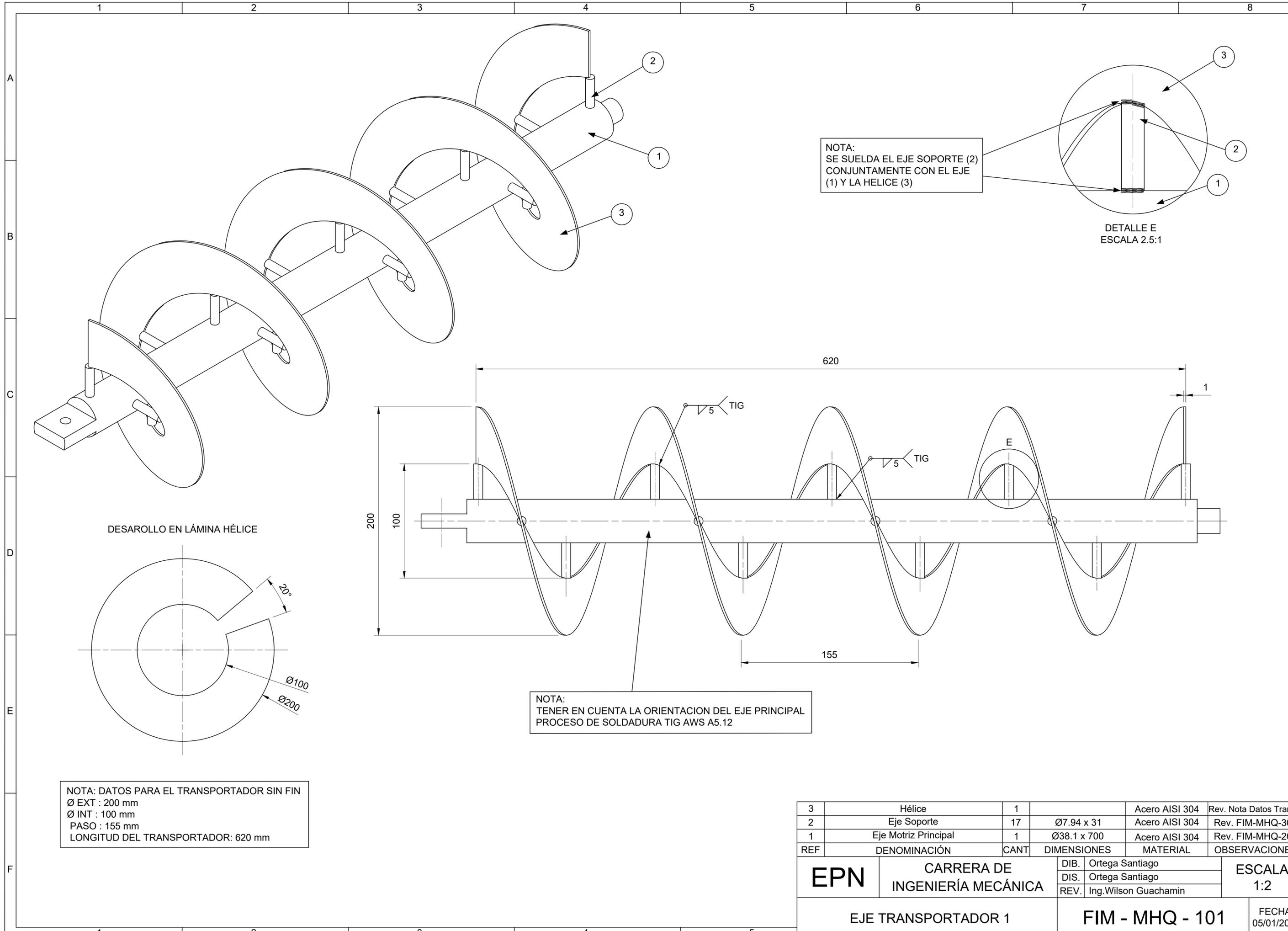
NOTA:
TENER EN CUENTA LA ORIENTACION DEL EJE PRINCIPAL
PROCESO DE SOLDADURA TIG AWS A5.12

NOTA: DATOS PARA EL TRANSPORTADOR SIN FIN
Ø EXT : 200 mm
Ø INT : 100 mm
PASO : 155 mm
LONGITUD DEL TRANSPORTADOR: 620 mm

3	Hélice	1	Ø20 x 3	Acero AISI 304	Rev. Nota Datos Transp.
2	Eje Soporte	17	Ø7.94 x 31	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-304
1	Eje Motriz Principal	1	Ø38.1 x 700	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-207
REF	DENOMINACIÓN	CANT	DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES

EPN	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	DIB.	Ortega Santiago	ESCALA 1:2
		DIS.	Ortega Santiago	
		REV.	Ing. Wilson Guachamin	

EJE TRANSPORTADOR 2		FIM - MHQ - 102		FECHA: 05/01/2023
---------------------	--	-----------------	--	----------------------



NOTA:
SE SUELDA EL EJE SOPORTE (2)
CONJUNTAMENTE CON EL EJE
(1) Y LA HELICE (3)

DETALLE E
ESCALA 2.5:1

DESAROLLO EN LÁMINA HÉLICE

NOTA:
TENER EN CUENTA LA ORIENTACION DEL EJE PRINCIPAL
PROCESO DE SOLDADURA TIG AWS A5.12

NOTA: DATOS PARA EL TRANSPORTADOR SIN FIN
Ø EXT : 200 mm
Ø INT : 100 mm
PASO : 155 mm
LONGITUD DEL TRANSPORTADOR: 620 mm

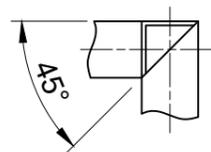
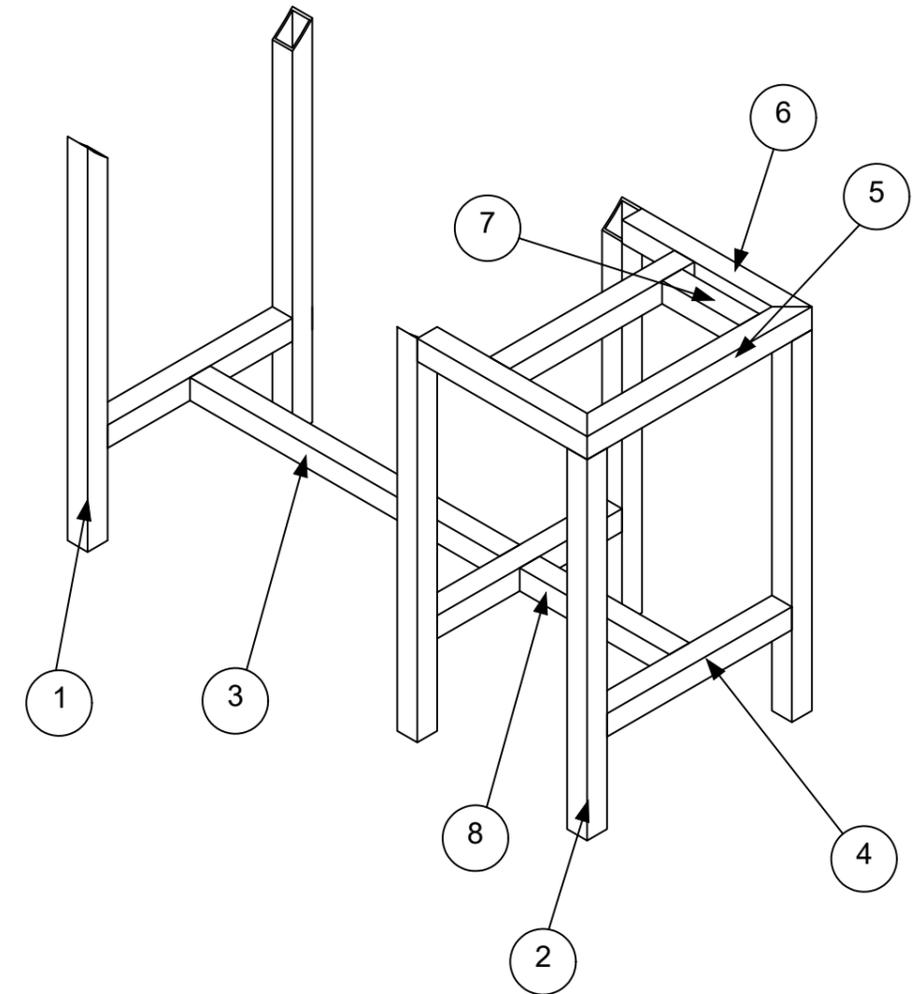
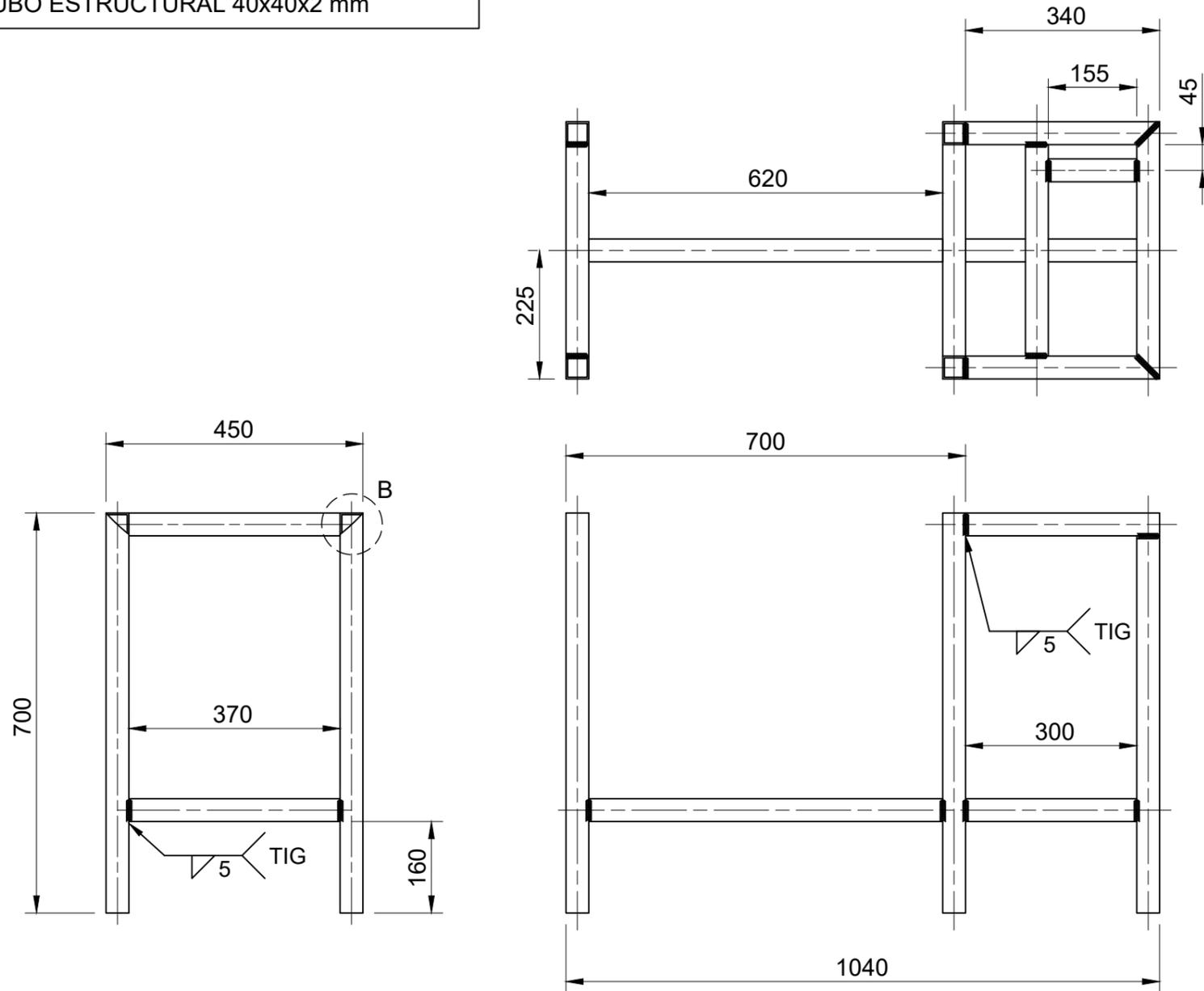
3	Hélice	1		Acero AISI 304	Rev. Nota Datos Transp.
2	Eje Soporte	17	Ø7.94 x 31	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-304
1	Eje Motriz Principal	1	Ø38.1 x 700	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-207
REF	DENOMINACIÓN	CANT	DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES

EPN	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	DIB. Ortega Santiago	ESCALA 1:2
		DIS. Ortega Santiago	
		REV. Ing. Wilson Guachamin	

EJE TRANSPORTADOR 1	FIM - MHQ - 101	FECHA: 05/01/2023
---------------------	-----------------	----------------------

N9
EN TODAS LAS SUPERFICIES

NOTA:
PROCESO DE SOLDADURA TIG AWS A5.12
TUBO ESTRUCTURAL 40x40x2 mm



DETALLE B
ESCALA 2:1

Nota:
Corte a 45° grados, para
proceso de soldadura junto a
la estructura de la tina

8	Tubo Estructural H	1	L = 300	Acero AISI 304	
7	Tubo Estructural G	1	L = 155	Acero AISI 304	
6	Tubo Estructural F	2	L = 340	Acero AISI 304	
5	Tubo Estructural E	1	L = 450	Acero AISI 304	
4	Tubo Estructural D	4	L = 370	Acero AISI 304	
3	Tubo Estructural C	1	L = 620	Acero AISI 304	
2	Tubo Estructural B	2	L = 660	Acero AISI 304	
1	Tubo Estructural A	4	L = 700	Acero AISI 304	
REF	DENOMINACIÓN	CANT	DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES

EPN

CARRERA DE
INGENIERÍA MECÁNICA

DIB. Ortega Santiago
DIS. Ortega Santiago
REV. Ing. Wilson Guachamin

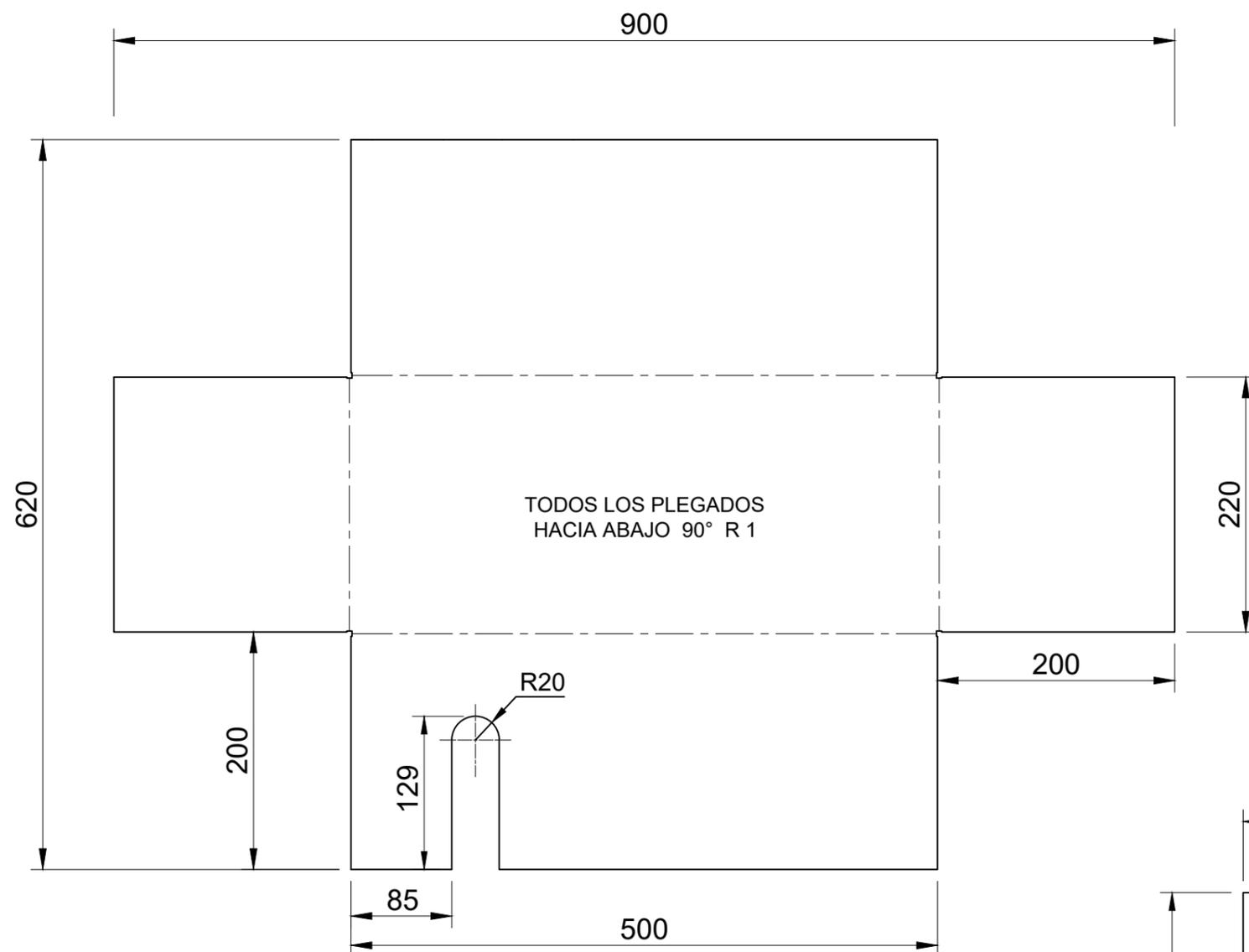
ESCALA
1:10

ESTRUCTURA METÁLICA

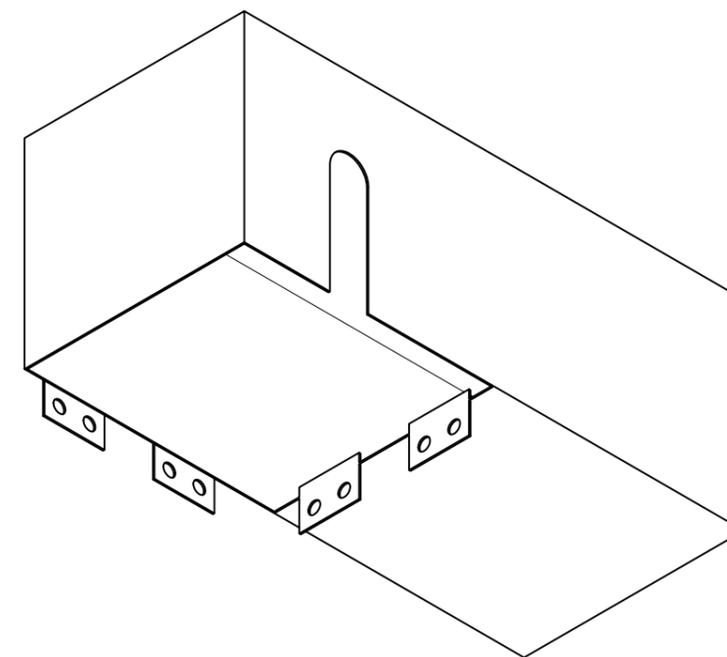
FIM - MHQ - 215

FECHA:
05/01/2023

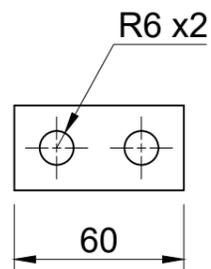
DESAROLLO DE PLANCHA



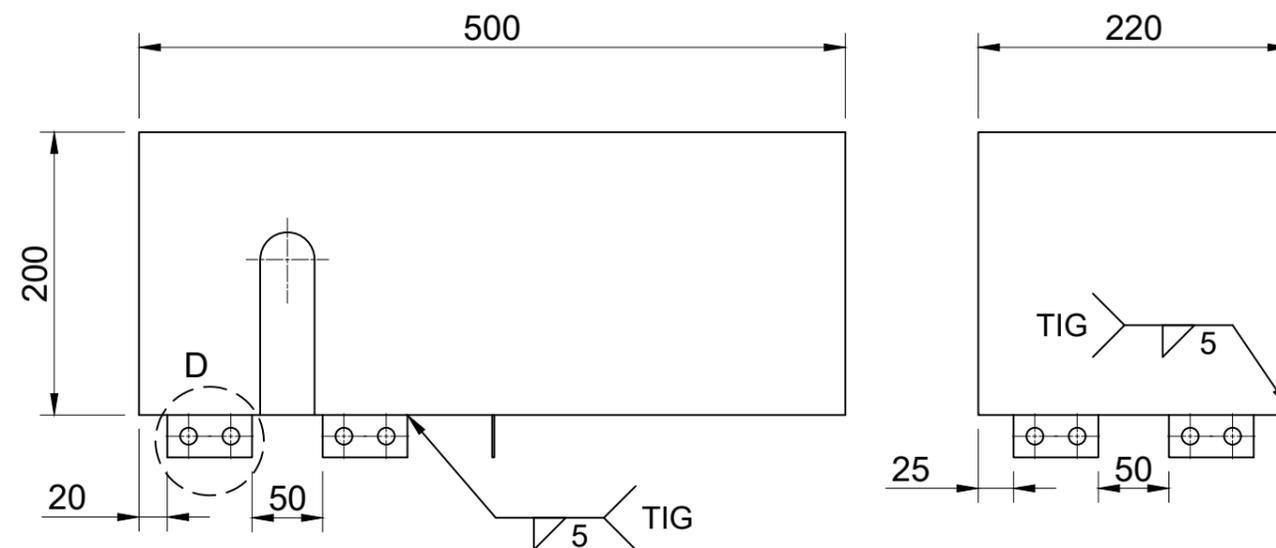
TODOS LOS PLEGADOS HACIA ABAJO 90° R 1



DETALLE D ESCALA 1:2

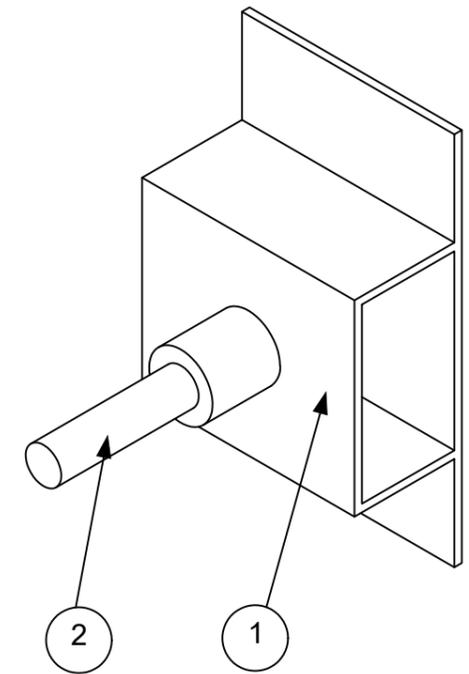
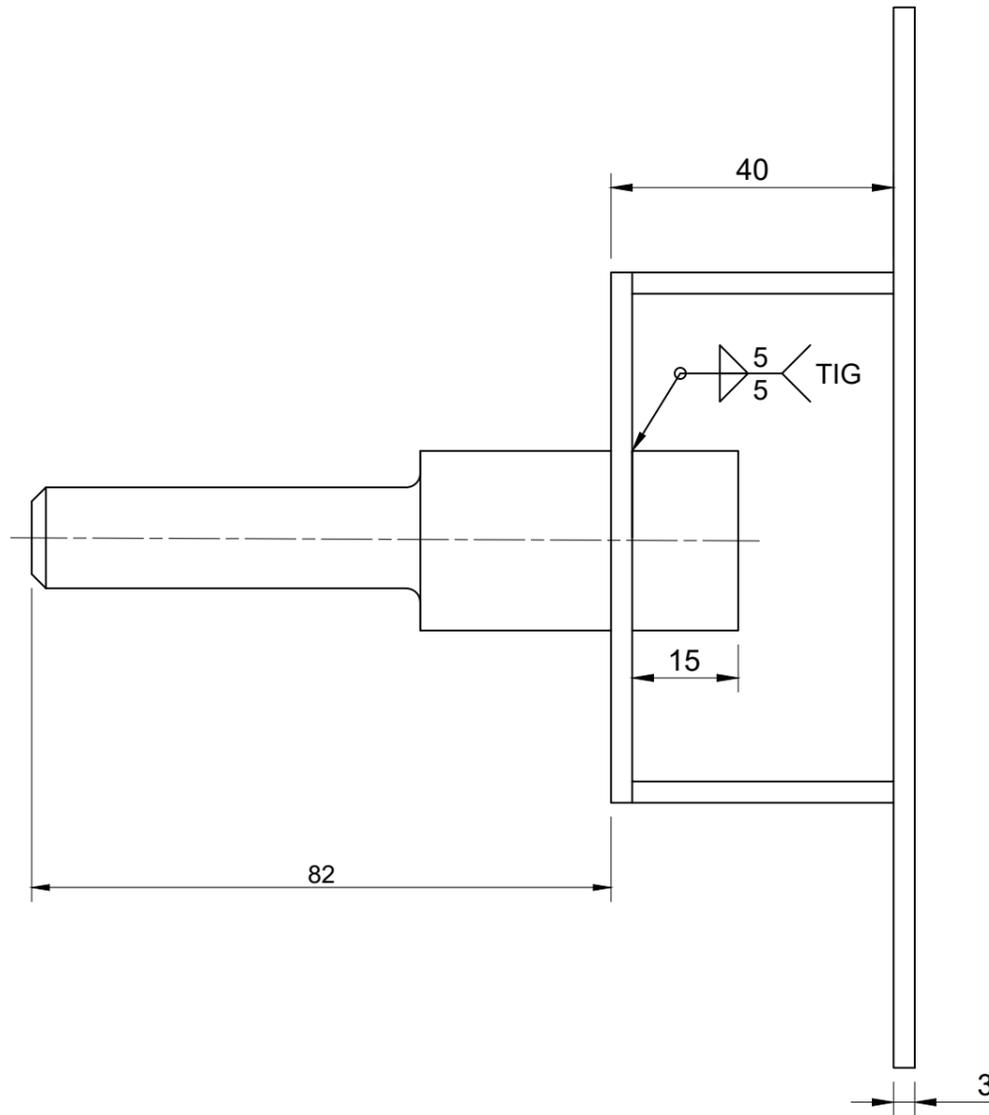
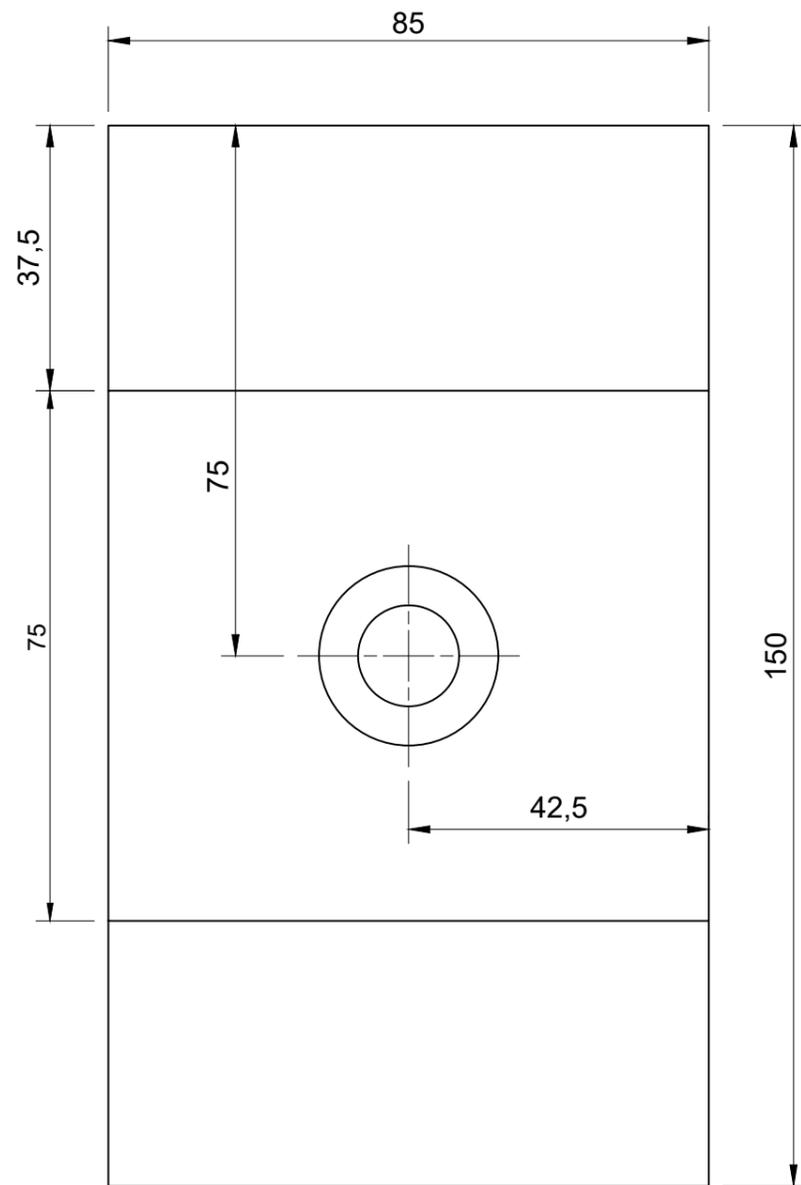


Nota: Platina Soporte (puede variar su espesor)



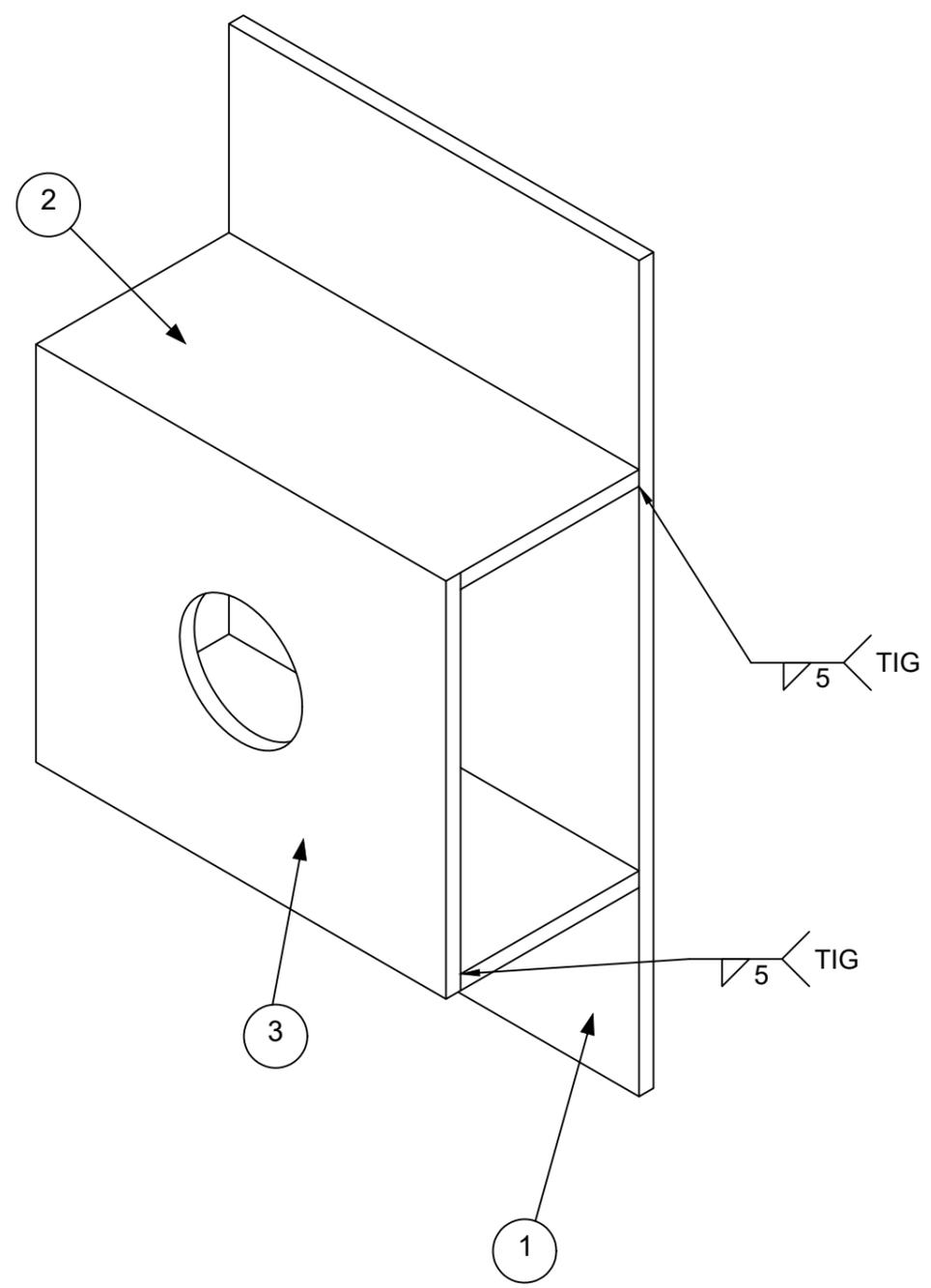
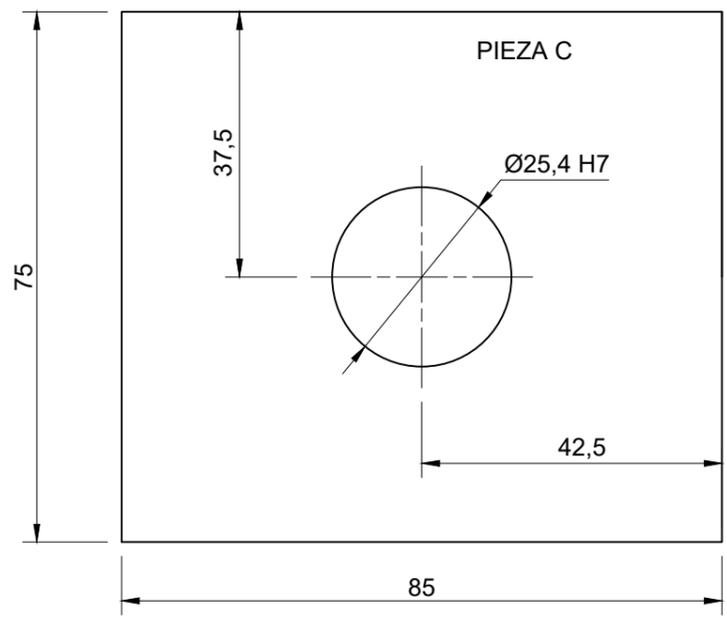
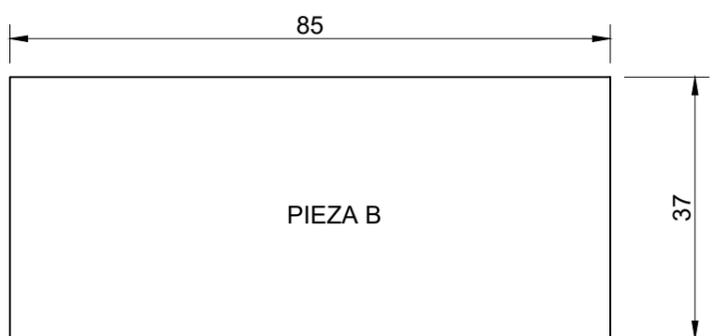
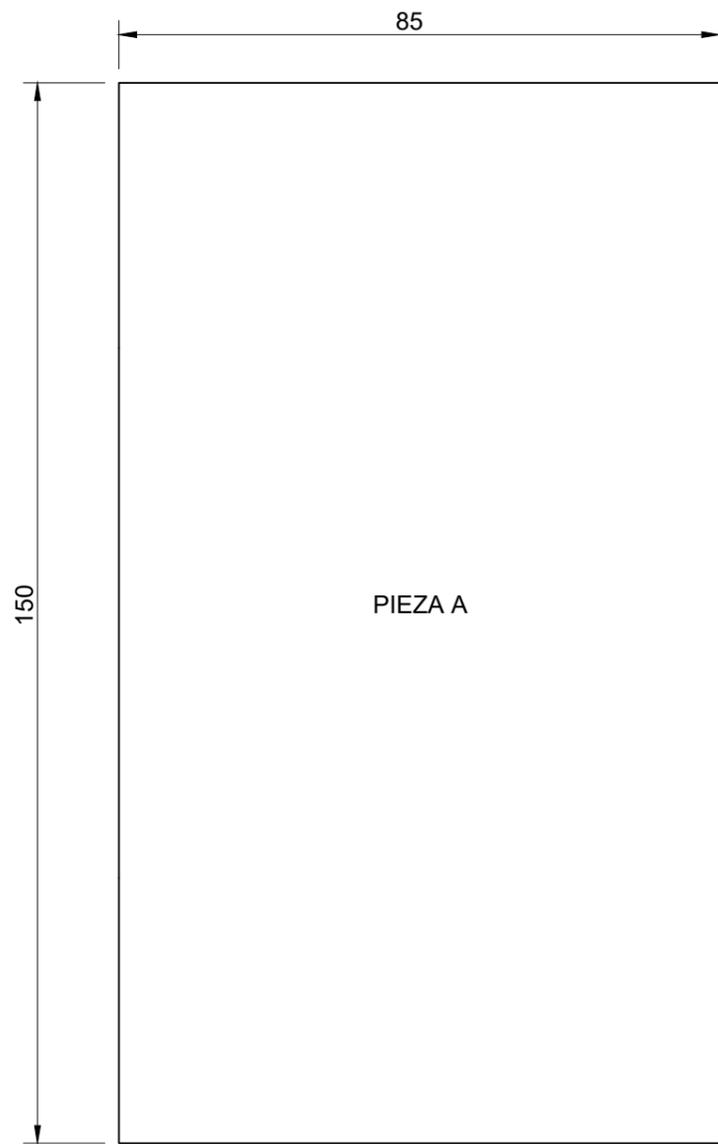
NOTA:
ELIMINAR ARISTAS VIVAS
LA PLATINA SOPORTE SE SUELDA A LA CUBIERTA
PROCESO DE SOLDADURA TIG AWS A5.12
ESPESOR DE PLANCHA 1.5 mm

TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA		
RECUBRIMIENTO	N/A		DIB.	Ortega Santiago	
CANTIDAD DE PIEZAS	1		DIS.	Ortega Santiago	
MATERIAL	ACERO AISI 1018	TOL. GRAL.	±0.05	REV.	Ing. Wilson Guachamin
		ESCALA	1:5		
Cubierta Motor			FIM - MHQ - 216		FECHA: 05/01/2023



NOTA:
 ELIMINAR ARISTAS VIVAS
 PLANCHA DE ESPESOR 3 mm
 PROCESO DE SOLDADURA TIG AWS A5.12

2	Eje Piñón 2A	1	Ø25.4 x 100	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-305
1	Platinas Piñón 2A	1	Varias	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-208
REF	DENOMINACIÓN	CANT	DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
EPN	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	DIB.	Ortega Santiago		ESCALA 1:1
		DIS.	Ortega Santiago		
		REV.	Ing. Wilson Guachamin		
SOPORTE PIÑÓN 2A			FIM - MHQ - 209		FECHA: 05/01/2023



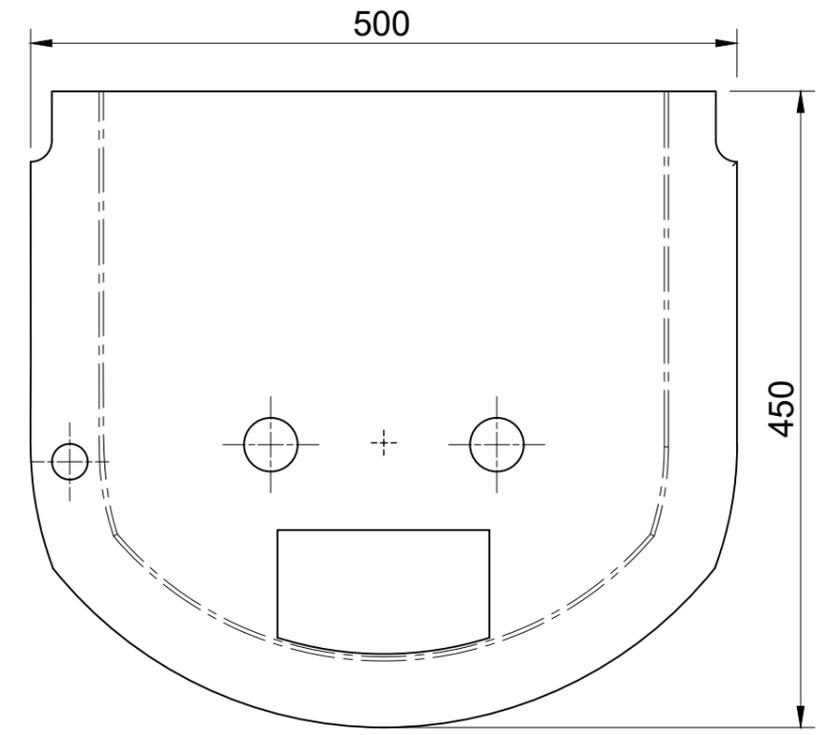
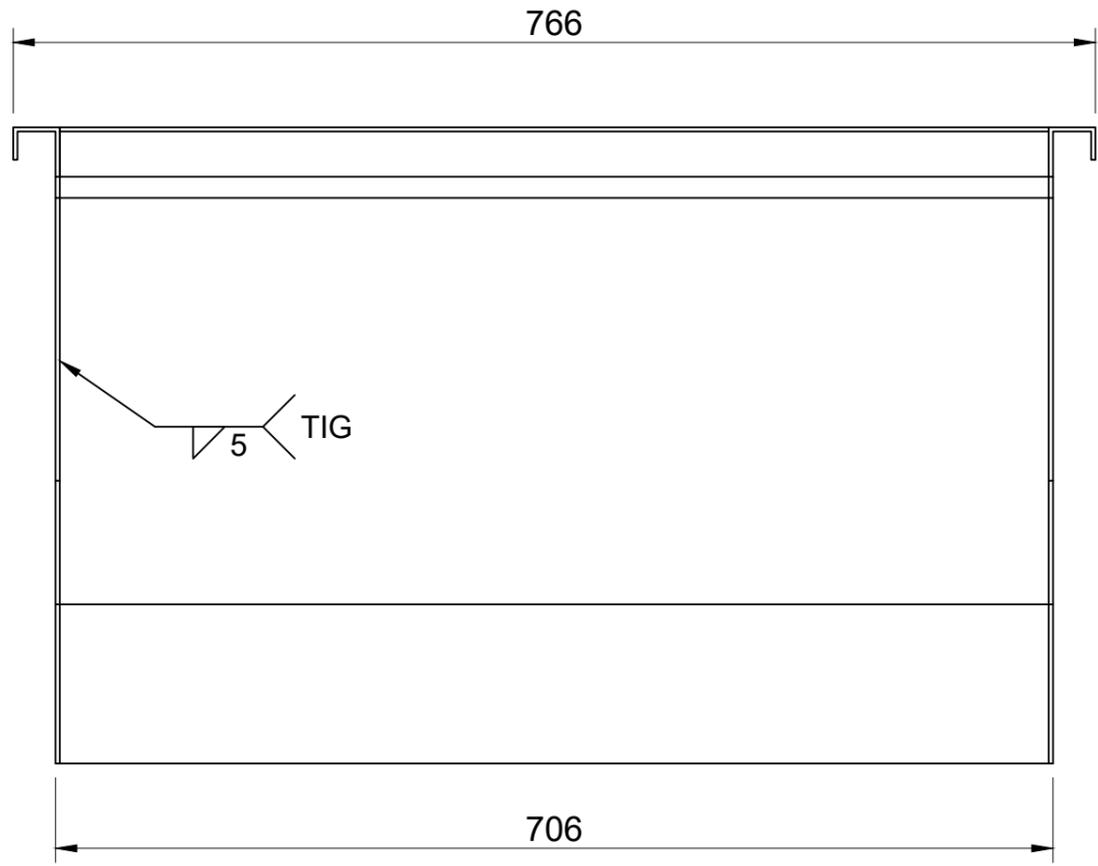
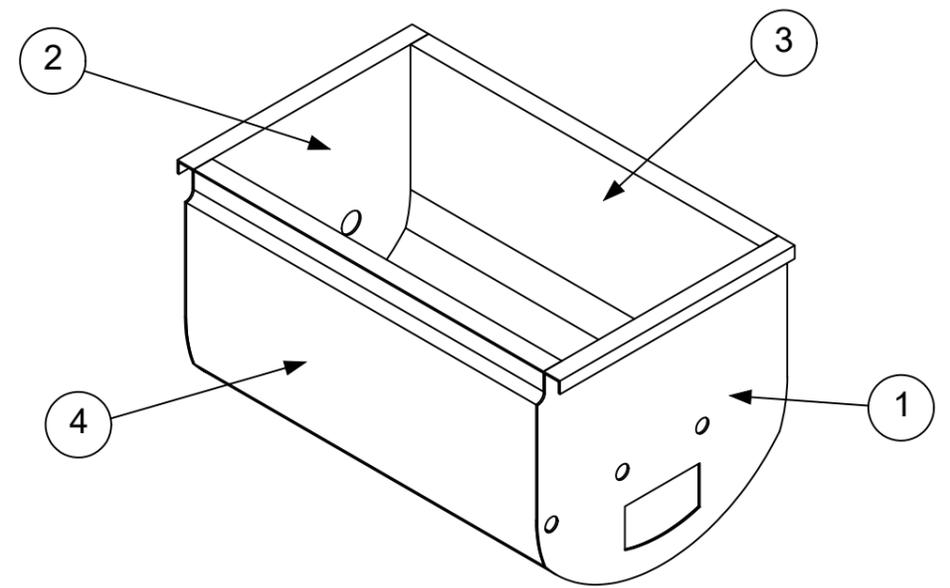
NOTA:
 ELIMINAR ARISTAS VIVAS
 PLANCHA DE ESPESOR 3 mm
 PROCESO DE SOLDADURA TIG AWS A5.12

Tolerancia	
25.4 H7	25.421
	25.400

3	Pieza C	1	85x75X3	Acero AISI 304	
2	Pieza B	2	85x37X3	Acero AISI 304	
1	Pieza A	1	85x150X3	Acero AISI 304	
REF	DENOMINACIÓN	CANT	DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
TRAT. TERMICO		N/A		EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
RECUBRIMIENTO		N/A			
CANTIDAD DE PIEZAS		1			
MATERIAL			TOL. GRAL.	ESCALA	DIB. Ortega Santiago
ACERO AISI 304			± 0.05	1:1	DIS. Ortega Santiago
					REV. Ing. Wilson Guachamin
Platinas Piñón 2A				FIM - MHQ - 208	FECHA: 05/01/2023

NOTA:
SOLDAR TODAS LAS SUPERFICIES EN CONTACTO
INVOLUCRADAS ENTRE LOS ELEMENTOS
PROCESO DE SOLDADURA TIG AWS A5.12

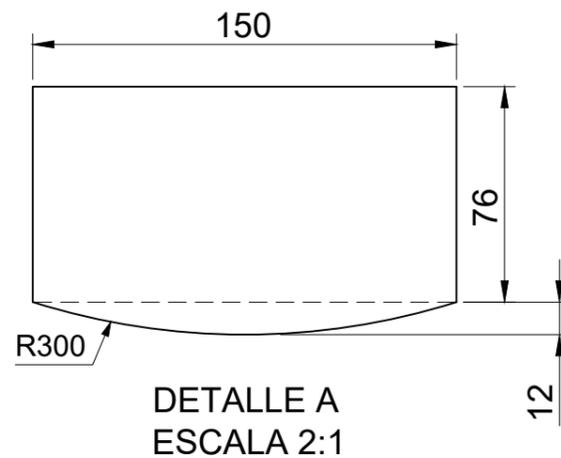
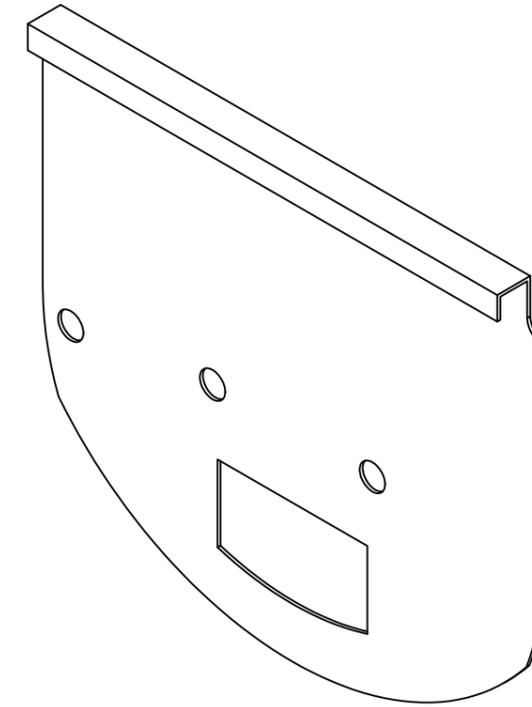
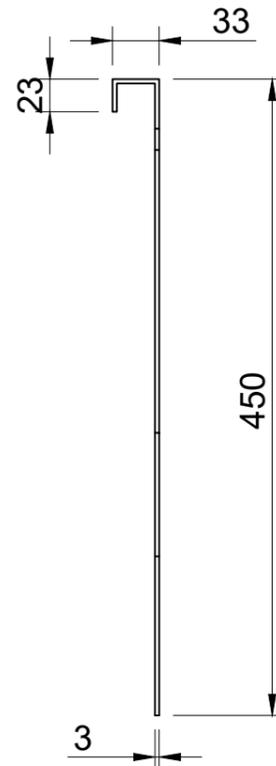
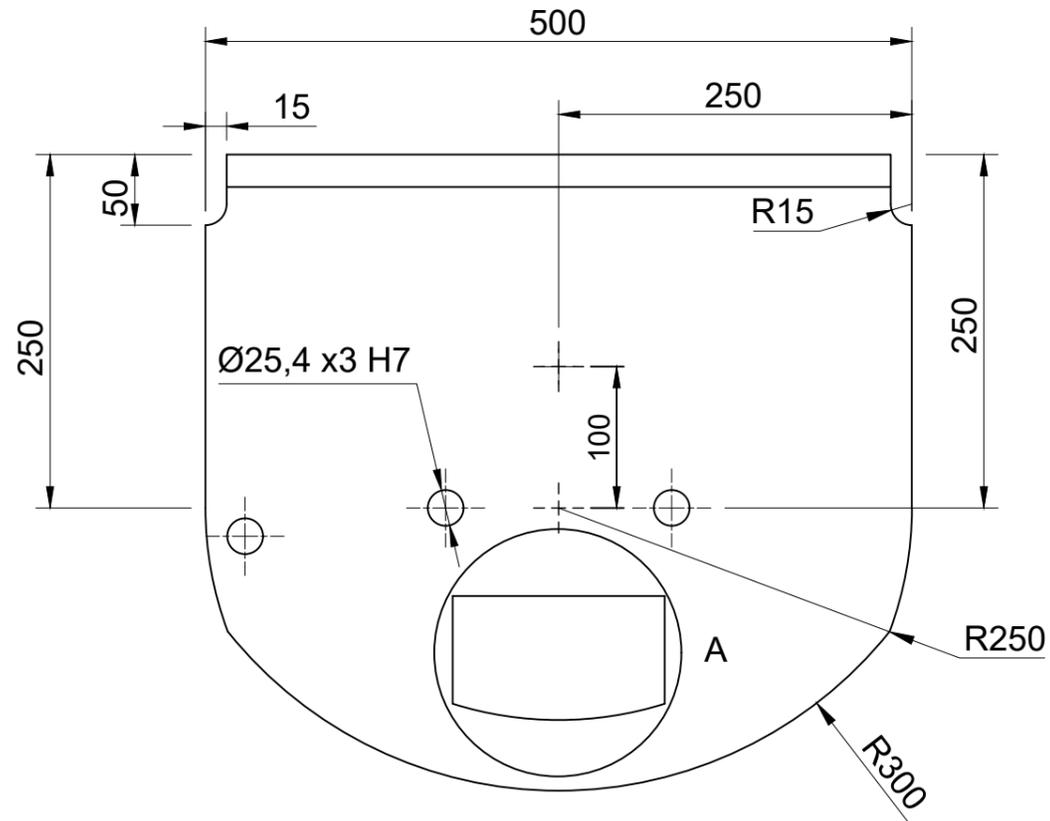
N9



4	Tina Plancha Externa	1	447 x 500 x 700	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-211
3	Tina Plancha Interna	1	403 x 400 x 700	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-213
2	Tina Tapa Trasera	1	450 x 500 x 3	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-210
1	Tina Tapa Delantera	1	450 x 500 x 3	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-212
REF	DENOMINACIÓN	CANT	DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES

EPN	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	DIB.	Ortega Santiago	ESCALA 1:5
		DIS.	Ortega Santiago	
		REV.	Ing. Wilson Guachamin	
ESTRUCTURA TINA			FIM-MHQ-214	FECHA: 05/01/2023

Tolerancia	
25.4 H7	25.421
	25.400

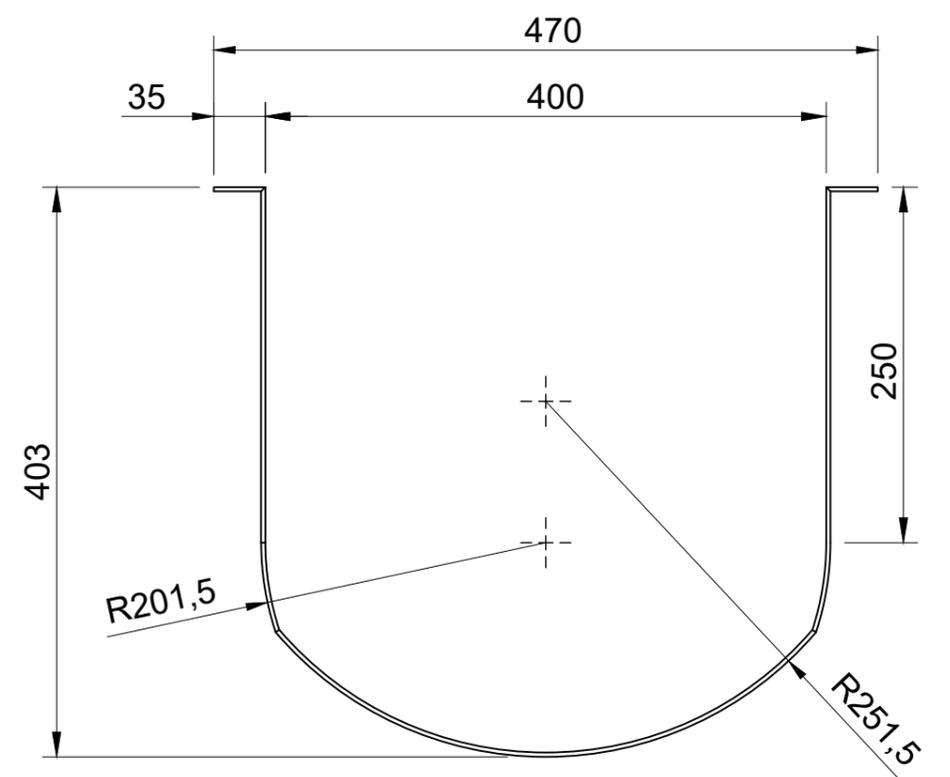
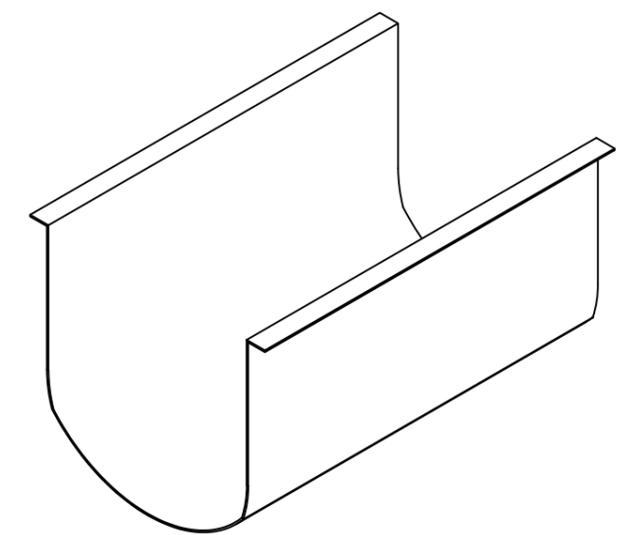
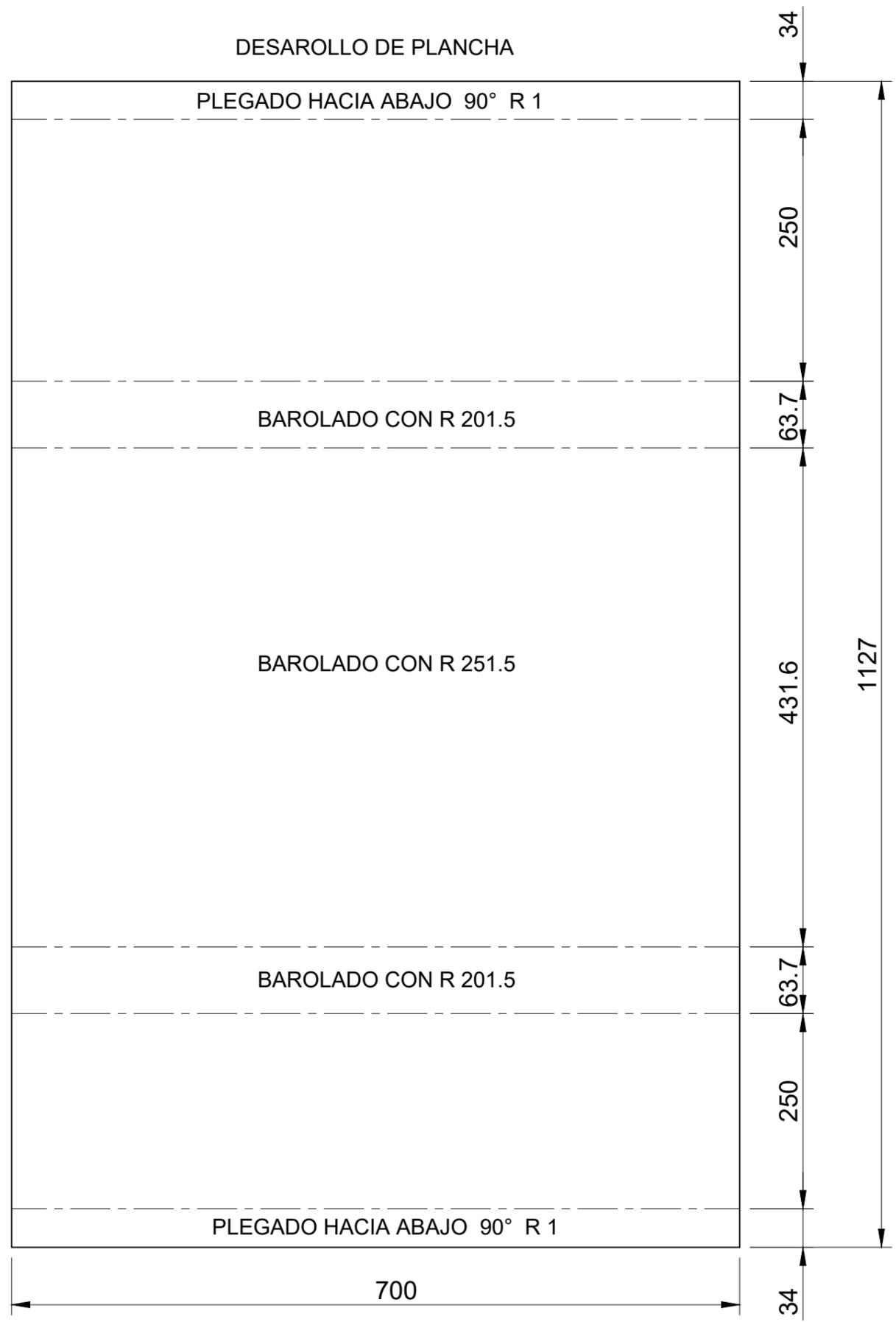


NOTA:
REFERENCIA LINEAL PARA
CURVATURA EN DETALLE A,
DE SER POSIBLE R=300 mm

DESAROLLO DE PLEGADO EN PLANCHA

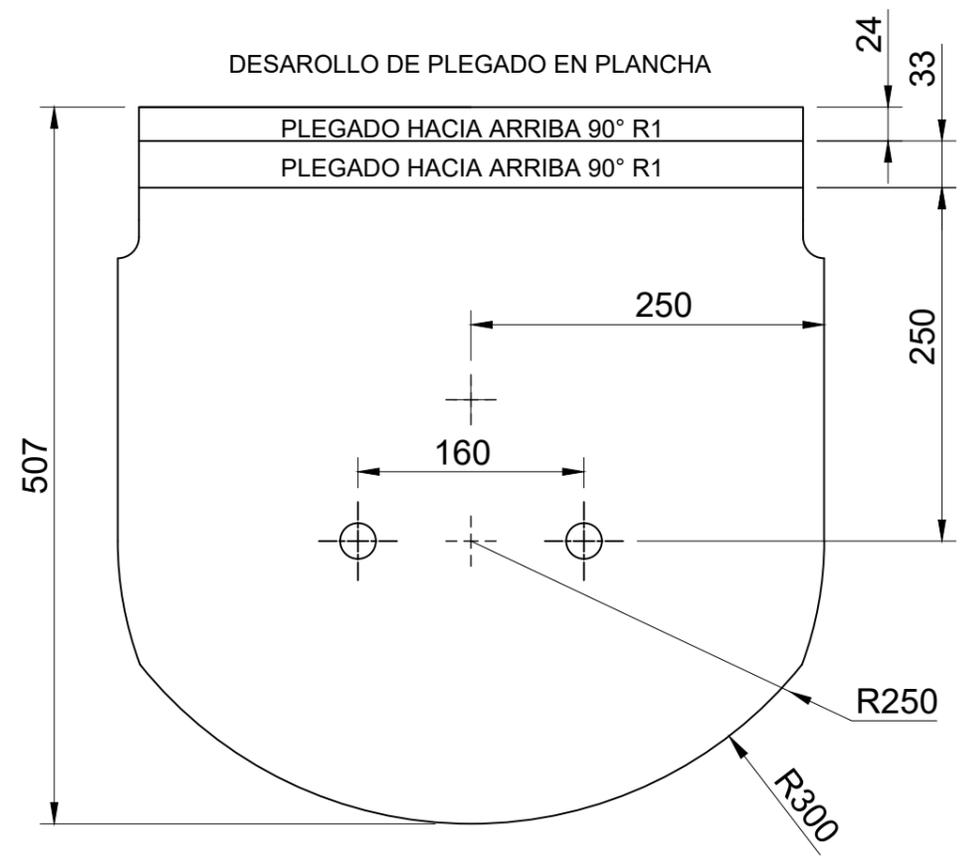
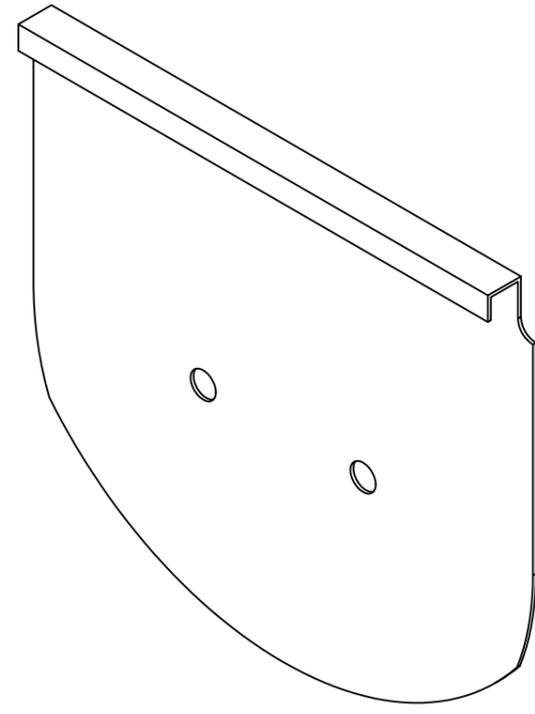
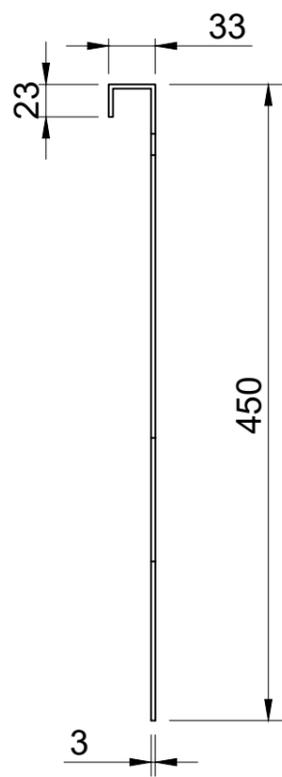
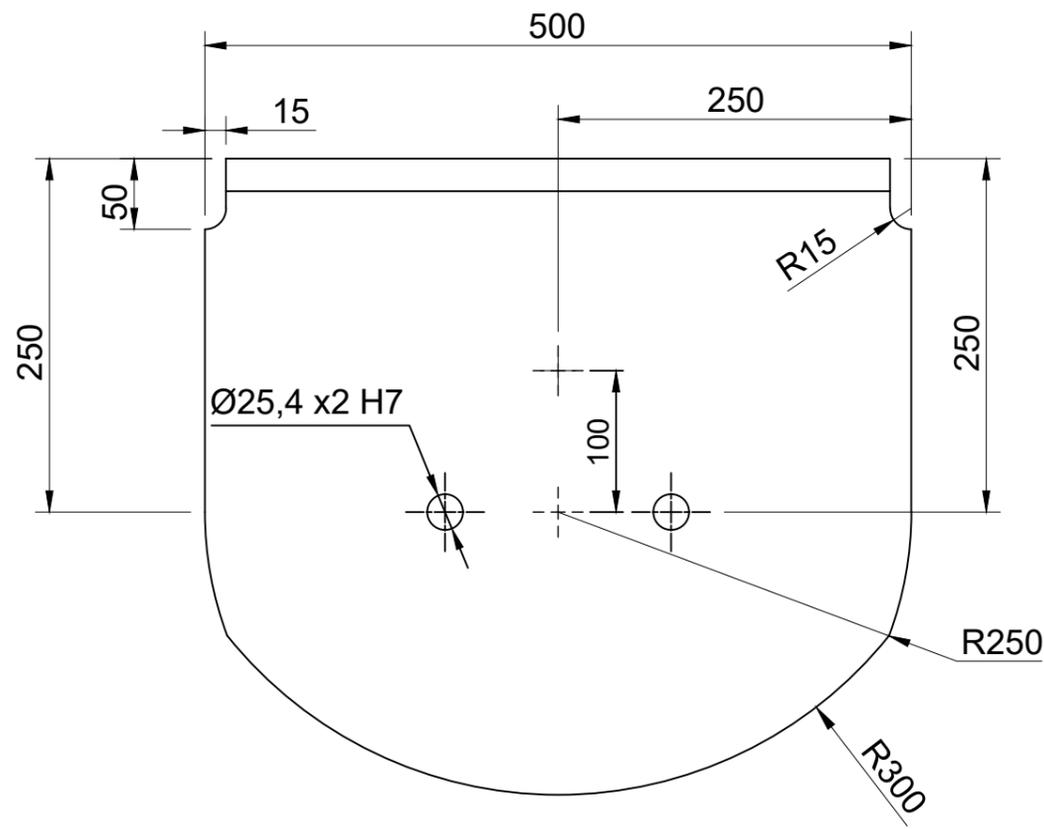


TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA		
RECUBRIMIENTO	N/A		DIB.	Ortega Santiago	
CANTIDAD DE PIEZAS	1	ESCALA	1:5	DIS.	Ortega Santiago
MATERIAL	ACERO AISI 304	TOL. GRAL.	±0.05	REV.	Ing. Wilson Guachamin
Tina Tapa Delantera			FIM - MHQ - 212		FECHA: 05/01/2023



Nota:
Espesor de la plancha 3 mm

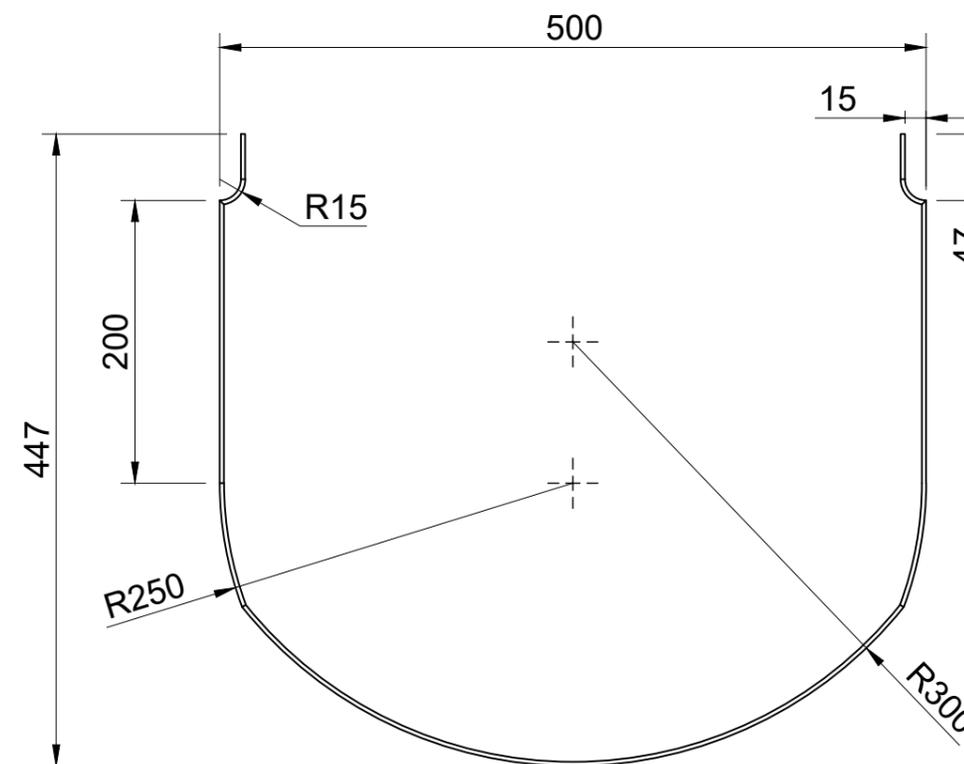
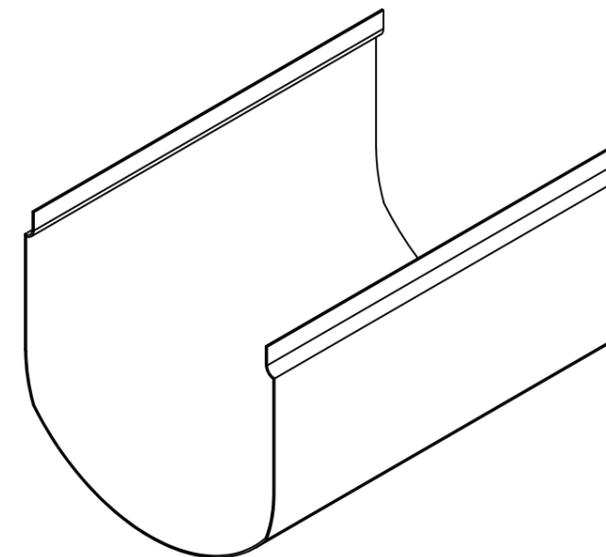
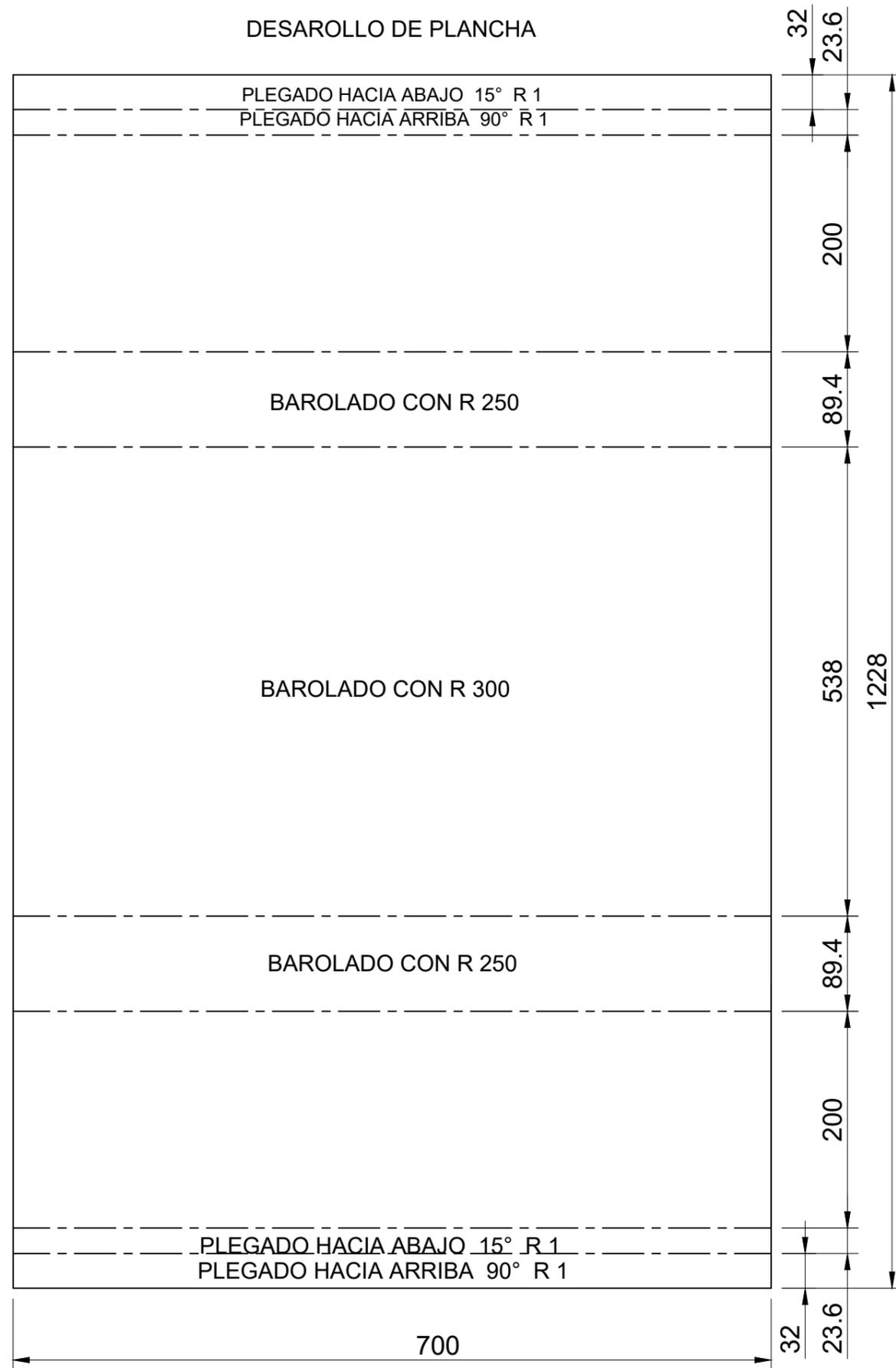
TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO	N/A		DIB.	Ortega Santiago
CANTIDAD DE PIEZAS	1		DIS.	Ortega Santiago
MATERIAL	ACERO AISI 304	TOL. GRAL.	ESCALA	REV.
		± 0.05	1:5	Ing. Wilson Guachamin
Tina Plancha Interna			FIM - MHQ - 213	FECHA: 05/01/2023



Tolerancia	
25.4 H7	25.421
	25.400

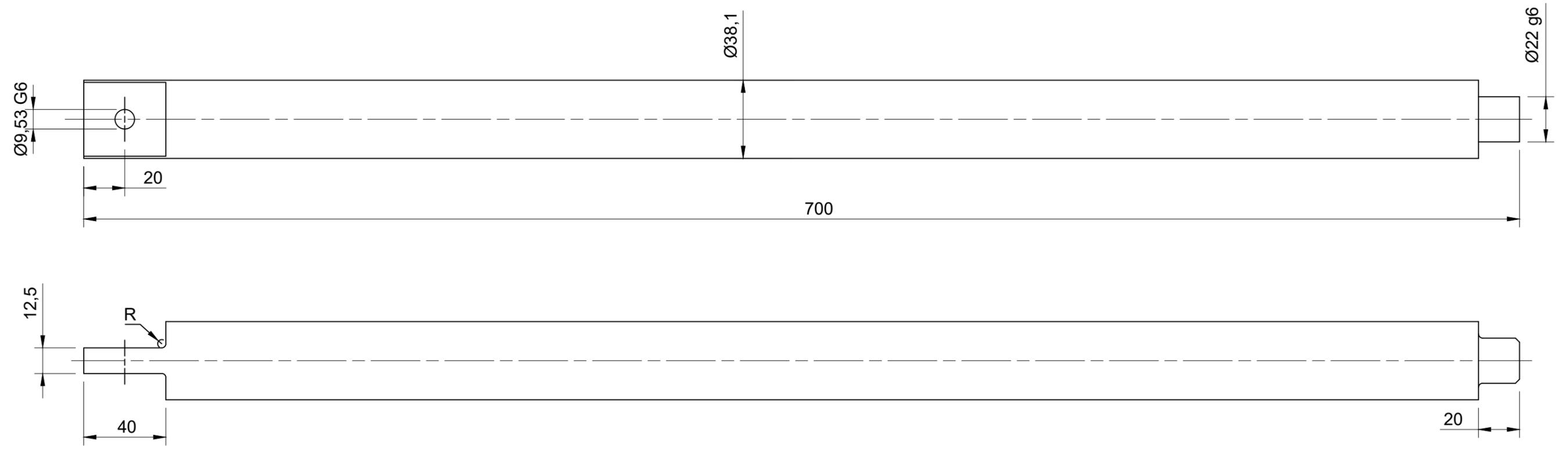
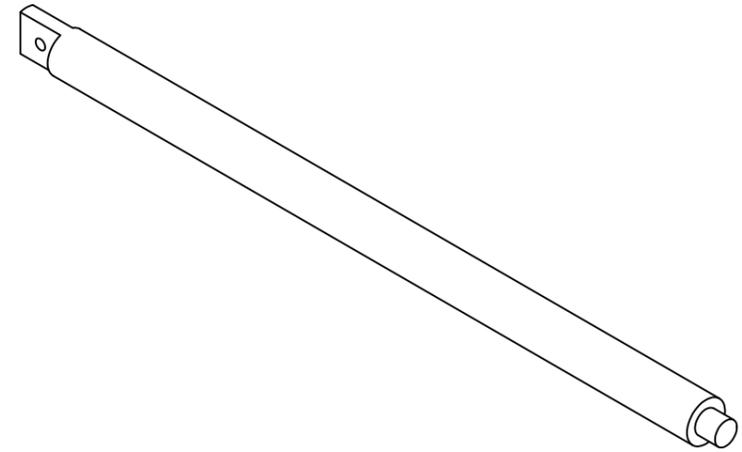
TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO	N/A		DIB.	Ortega Santiago
CANTIDAD DE PIEZAS	1		DIS.	Ortega Santiago
MATERIAL	ACERO AISI 304	TOL. GRAL.	ESCALA	REV.
		± 0.05	1:5	Ing. Wilson Guachamin
Tina Tapa Trasera			FIM - MHQ - 210	
			FECHA: 05/01/2023	

DESAROLLO DE PLANCHA



Nota:
Espesor de la plancha 3 mm

TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO	N/A		DIB.	Ortega Santiago
CANTIDAD DE PIEZAS	1		DIS.	Ortega Santiago
MATERIAL	ACERO AISI 304	TOL. GRAL.	ESCALA	REV.
		± 0.05	1:5	Ing. Wilson Guachamin
Tina Plancha Externa			FIM - MHQ - 211	
			FECHA: 05/01/2023	



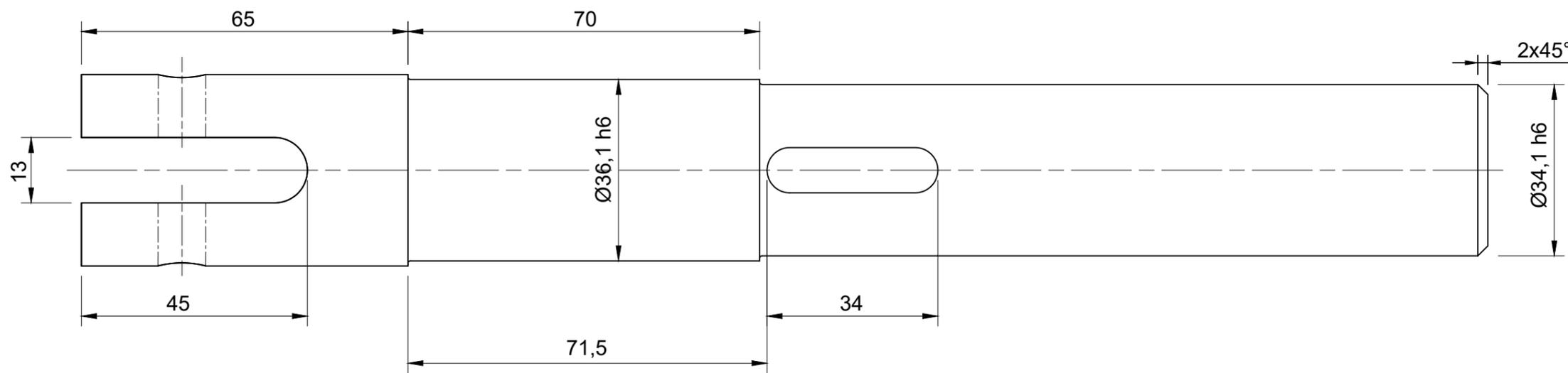
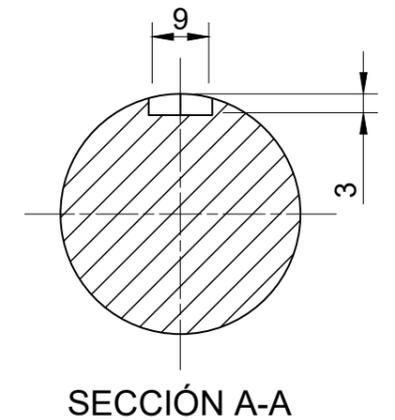
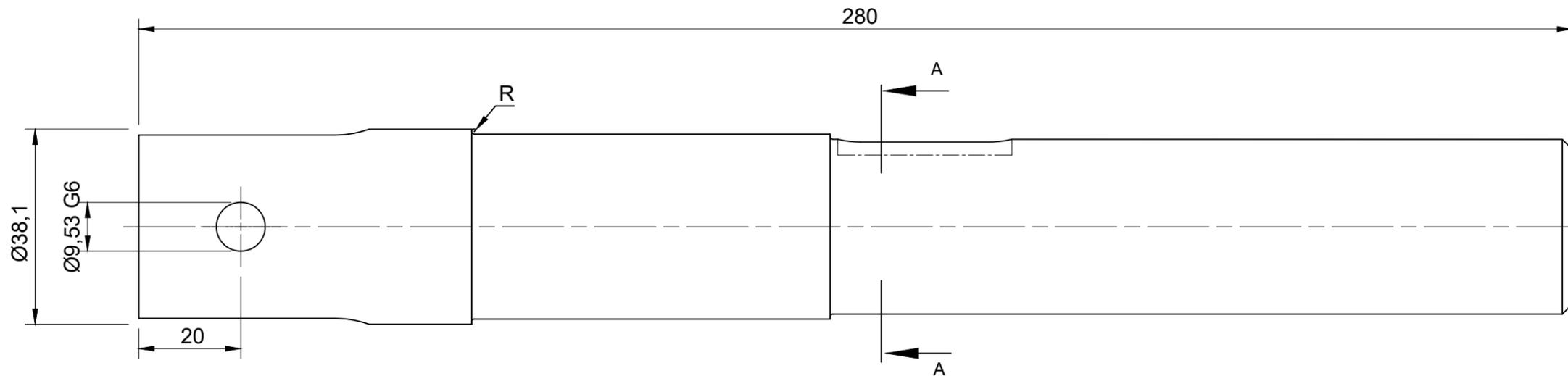
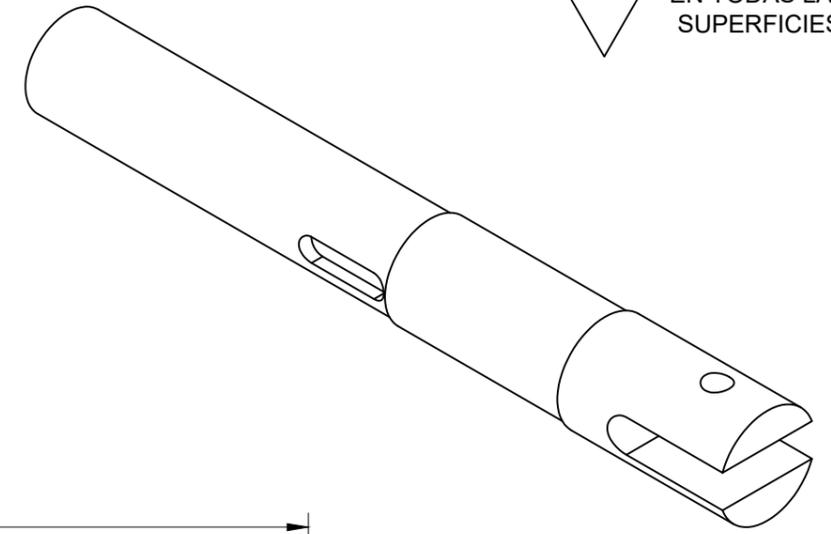
NOTA:
ELIMINAR ARISTAS VIVAS
RADIOS R = 1 mm
RADIOS CHAFLANES 2 mm a 45°

Tolerancias	
22 g6	21.993
	21.980
9.53 G6	9.544
	9.535

TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA		
RECUBRIMIENTO	N/A				
CANTIDAD DE PIEZAS	2				
MATERIAL	ACERO AISI 304	TOL. GRAL.	ESCALA	DIB.	Ortega Santiago
		± 0.05	1:5	DIS.	Ortega Santiago
				REV.	Ing. Wilson Guachamin
Eje Motriz Principal			FIM - MHQ - 207		FECHA: 05/01/2023

Tolerancias	
36.1 h6	36.1
	36.084
34.1 h6	34.1
	34.084
9.53 G6	9.544
	9.535

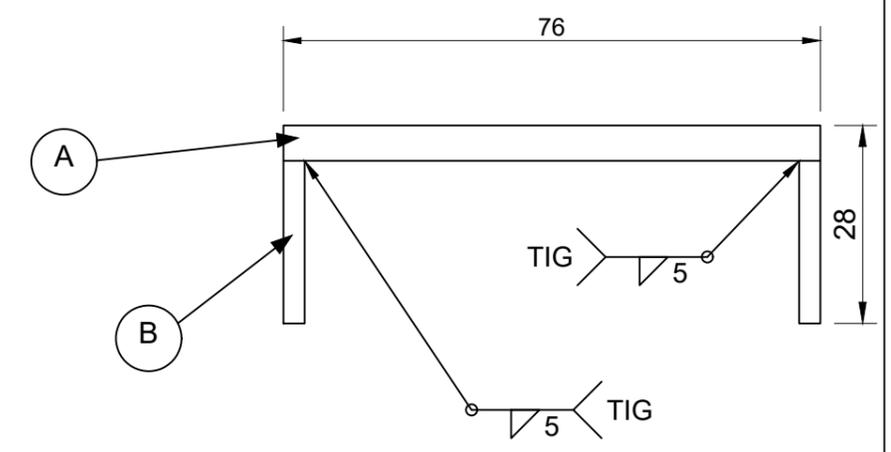
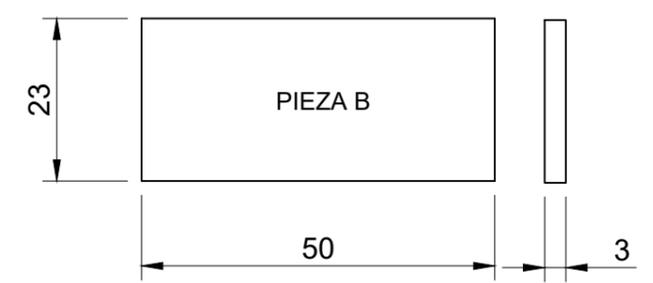
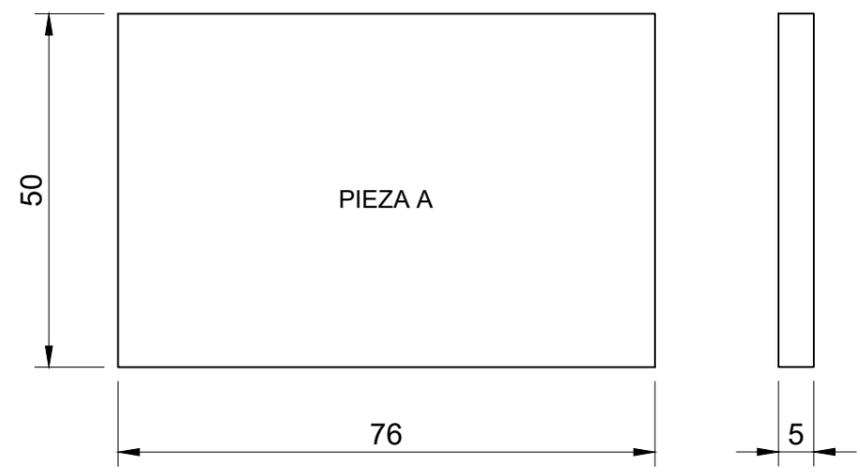
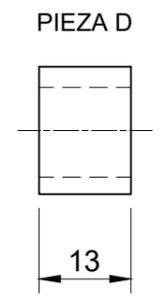
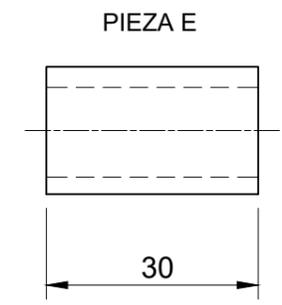
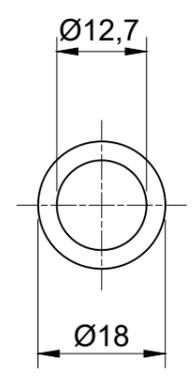
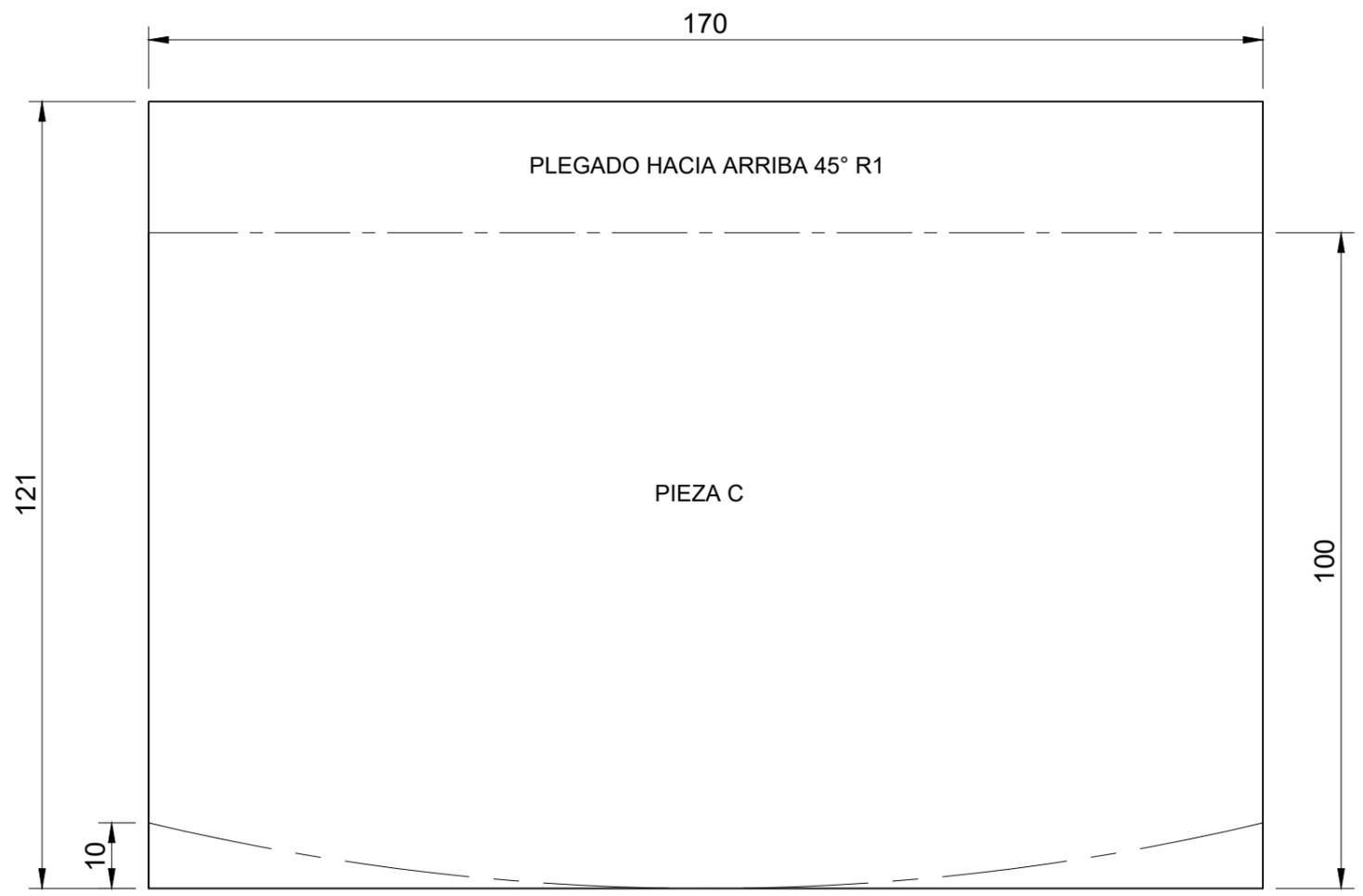
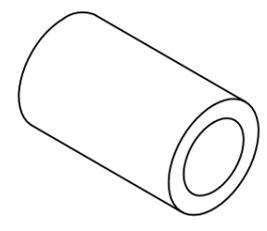
N8
EN TODAS LAS SUPERFICIES



NOTA:
ELIMINAR ARISTAS VIVAS
RADIOS R = 0.5 mm
RADIOS CHAFLANES 2 mm a 45°

TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA		
RECUBRIMIENTO	N/A		DIB.	Ortega Santiago	
CANTIDAD DE PIEZAS	2	ESCALA	1:2	DIS.	Ortega Santiago
MATERIAL	ACERO AISI 304	TOL. GRAL.	±0.05	REV.	Ing. Wilson Guachamin
Eje Motriz Secundario			FIM - MHQ - 206		FECHA: 05/01/2023

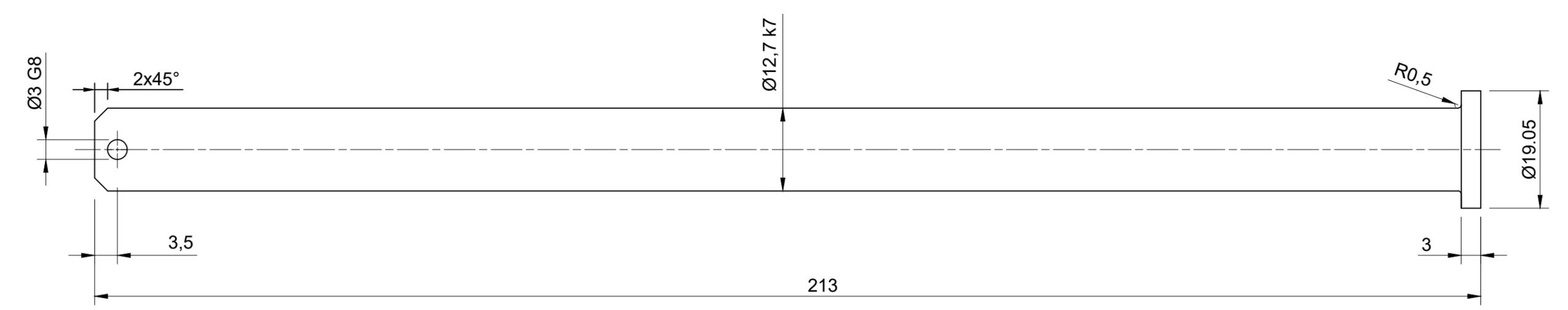
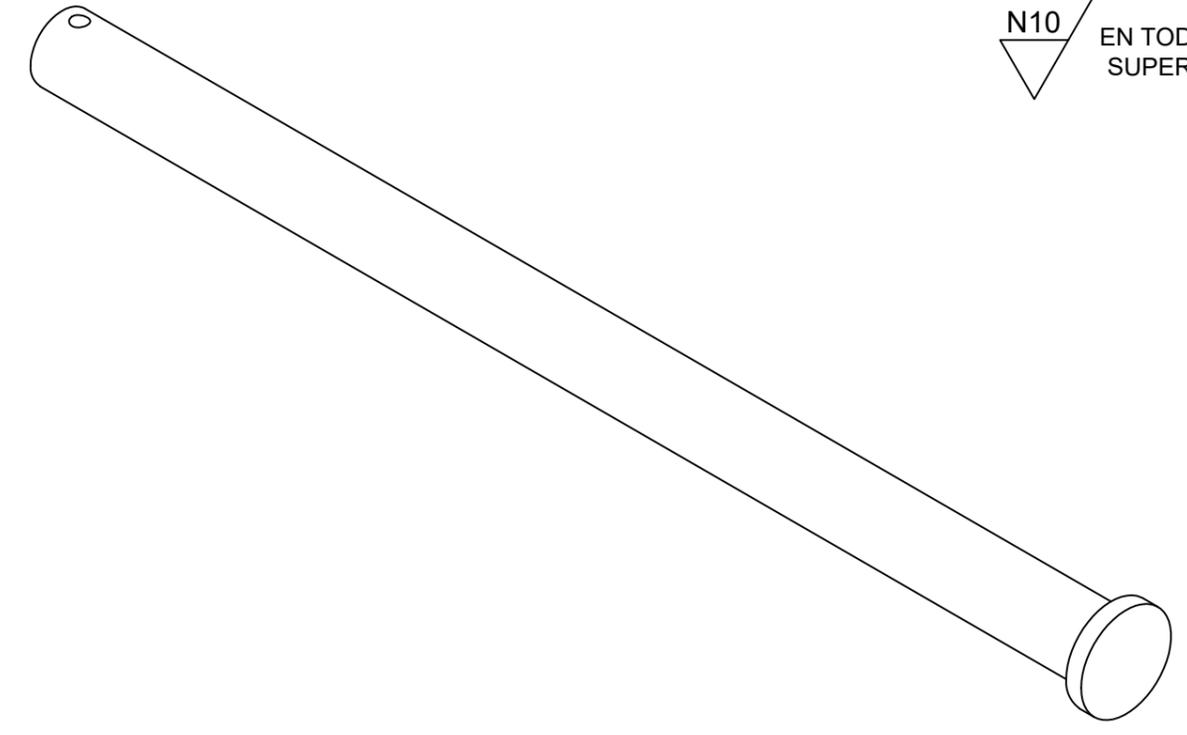
N9
EN TODAS LAS SUPERFICIES



NOTA:
ELIMINAR ARISTAS VIVAS
PROCESO DE SOLDADURA TIG AWS A5.12

TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA		
RECUBRIMIENTO	N/A		DIB.	Ortega Santiago	
CANTIDAD DE PIEZAS	1	ESCALA	1:5	DIS.	Ortega Santiago
MATERIAL	ACERO AISI 304	TOL. GRAL.	±0.05	REV.	Ing. Wilson Guachamin
Piezas Tapa Hermética			FIM - MHQ - 203		FECHA: 05/01/2023

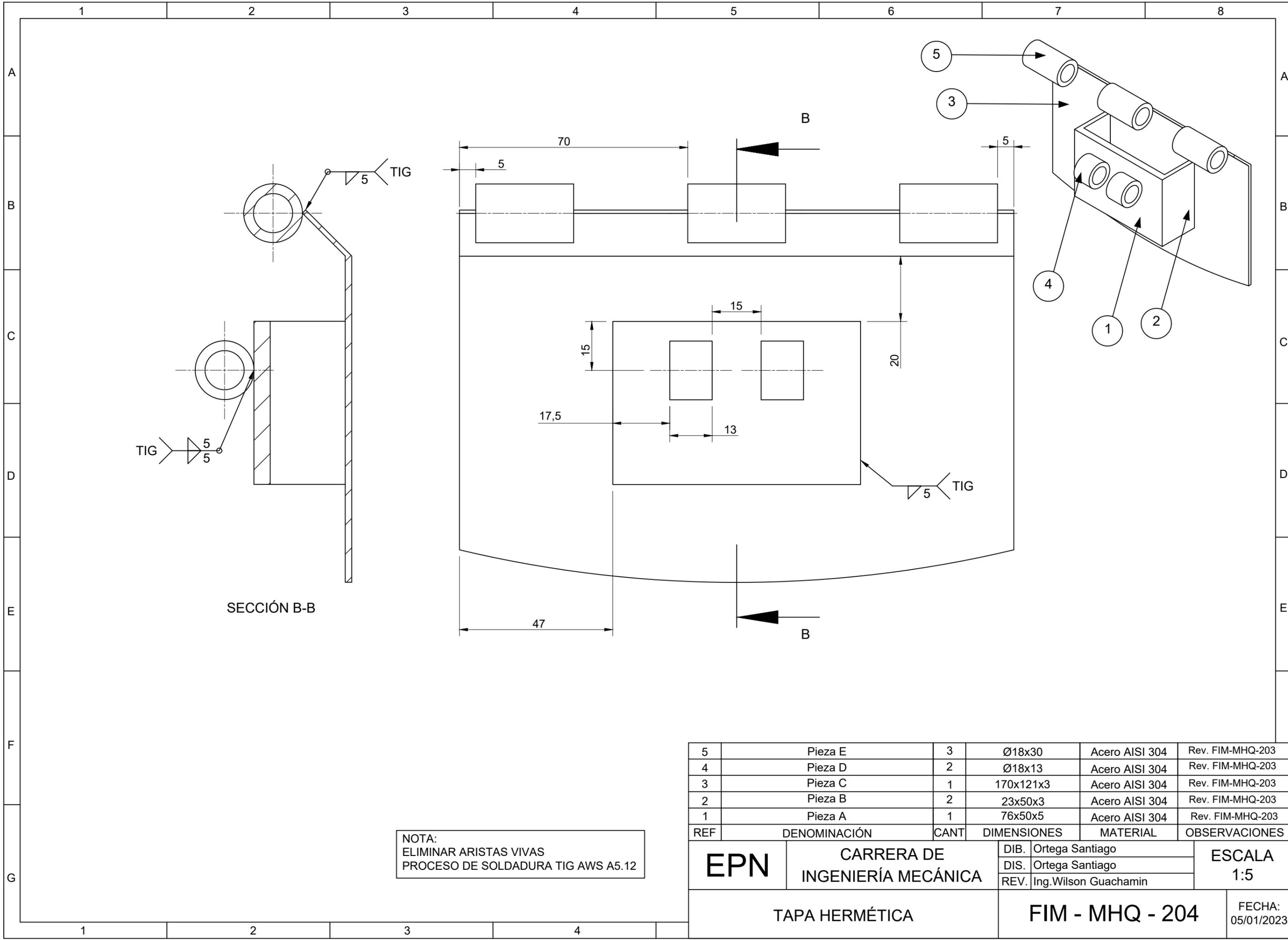
N10
 EN TODAS LAS SUPERFICIES



Tolerancia	
12.7 k7	12.719
	12.701
3 G8	3.016
	3.002

NOTA:
 ELIMINAR ARISTAS VIVAS
 RADIOS R = 0.5 mm
 RADIOS CHAFLANES 2 mm a 45°

TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA				
RECUBRIMIENTO	N/A		DIB.	Ortega Santiago			
CANTIDAD DE PIEZAS	1		DIS.	Ortega Santiago			
MATERIAL	ACERO AISI 304	TOL. GRAL.	±0.05	ESCALA	1:1	REV.	Ing.Wilson Guachamin
Pasador Palanca - Tapa			FIM - MHQ - 202		FECHA: 05/01/2023		



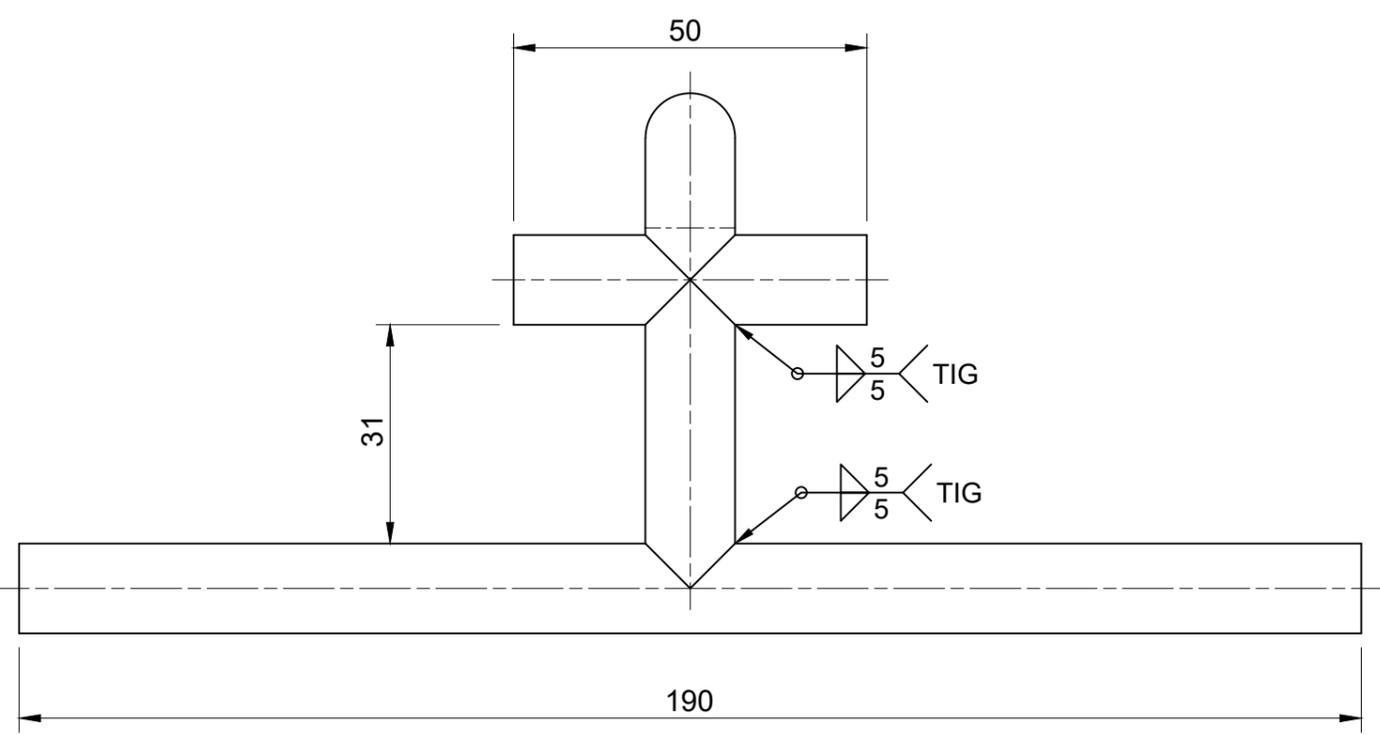
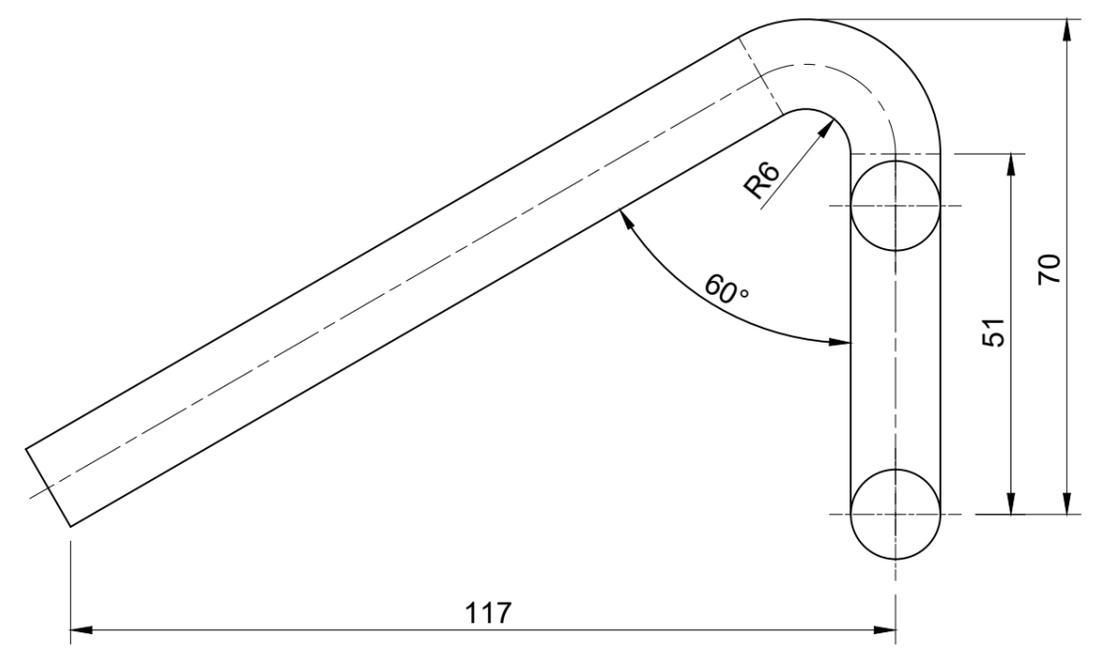
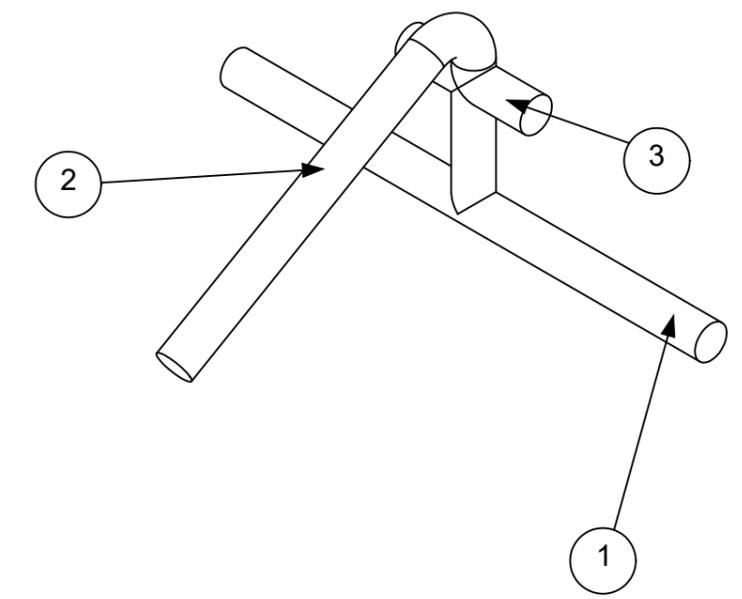
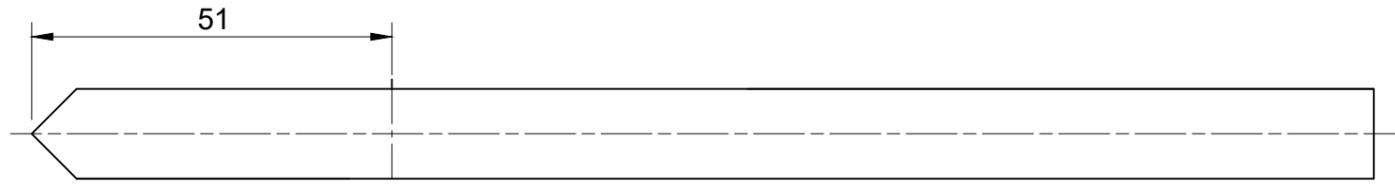
SECCIÓN B-B

NOTA:
ELIMINAR ARISTAS VIVAS
PROCESO DE SOLDADURA TIG AWS A5.12

5	Pieza E	3	Ø18x30	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-203
4	Pieza D	2	Ø18x13	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-203
3	Pieza C	1	170x121x3	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-203
2	Pieza B	2	23x50x3	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-203
1	Pieza A	1	76x50x5	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-203
REF	DENOMINACIÓN	CANT	DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
EPN			CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		ESCALA 1:5
			DIB. Ortega Santiago		
			DIS. Ortega Santiago		
TAPA HERMÉTICA			REV. Ing. Wilson Guachamin		FECHA: 05/01/2023
			FIM - MHQ - 204		

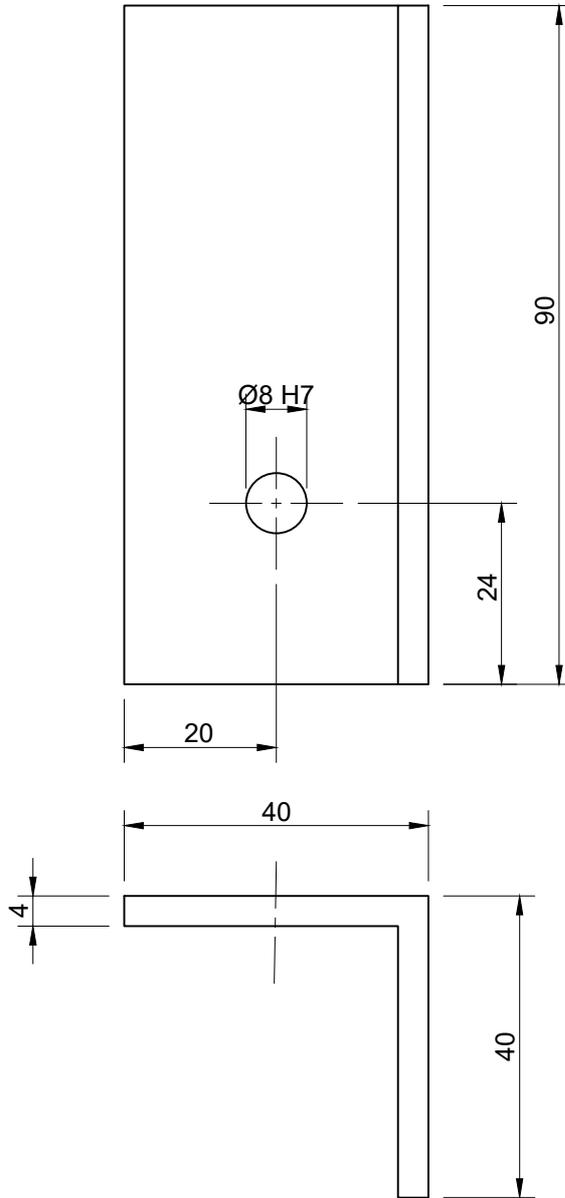
N10

DESAROLLO PARA PIEZA B
EN 51 mm PLEGADO HACIA ARRIBA A 60° R6
TOMAR EN CUENTA LA ORIENTACION DEL DESTAJE



NOTA:
ELIMINAR ARISTAS VIVAS
PROCESO DE SOLDADURA TIG AWS A5.12

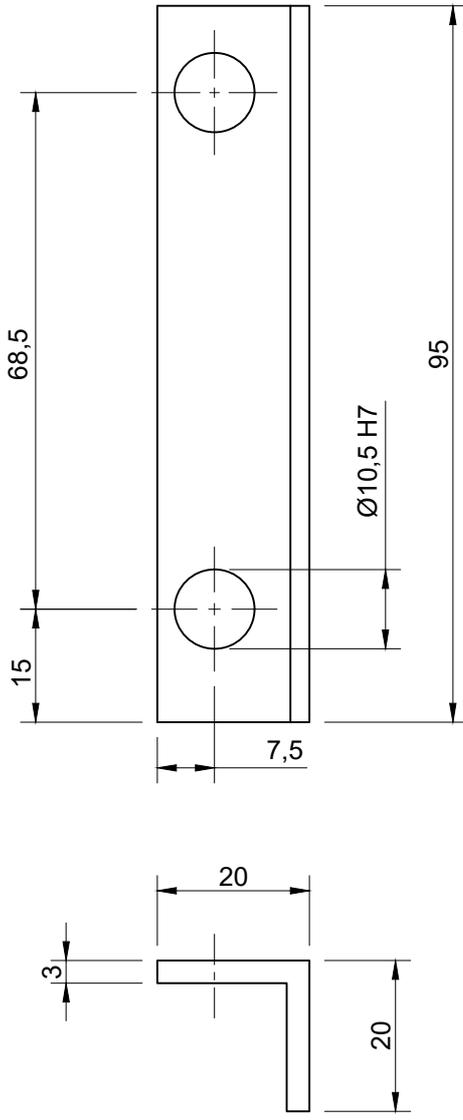
3	Pieza C	2	Ø12.7 x 19	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-201
2	Pieza B	1	Ø12.7 x 200	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-201
1	Pieza A	1	Ø12.7 x 190	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-201
REF	DENOMINACIÓN	CANT	DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
EPN			CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		ESCALA 1:1
PALANCA TAPA HERMÉTICA			FIM - MHQ - 205		
				DIB. Ortega Santiago	FECHA: 05/01/2023
				DIS. Ortega Santiago	
				REV. Ing. Wilson Guachamin	



Tolerancia	
8 H7	8.015
	8.000

NOTA:
ELIMINAR ARISTAS VIVAS
ANGULO 40x40x4 mm

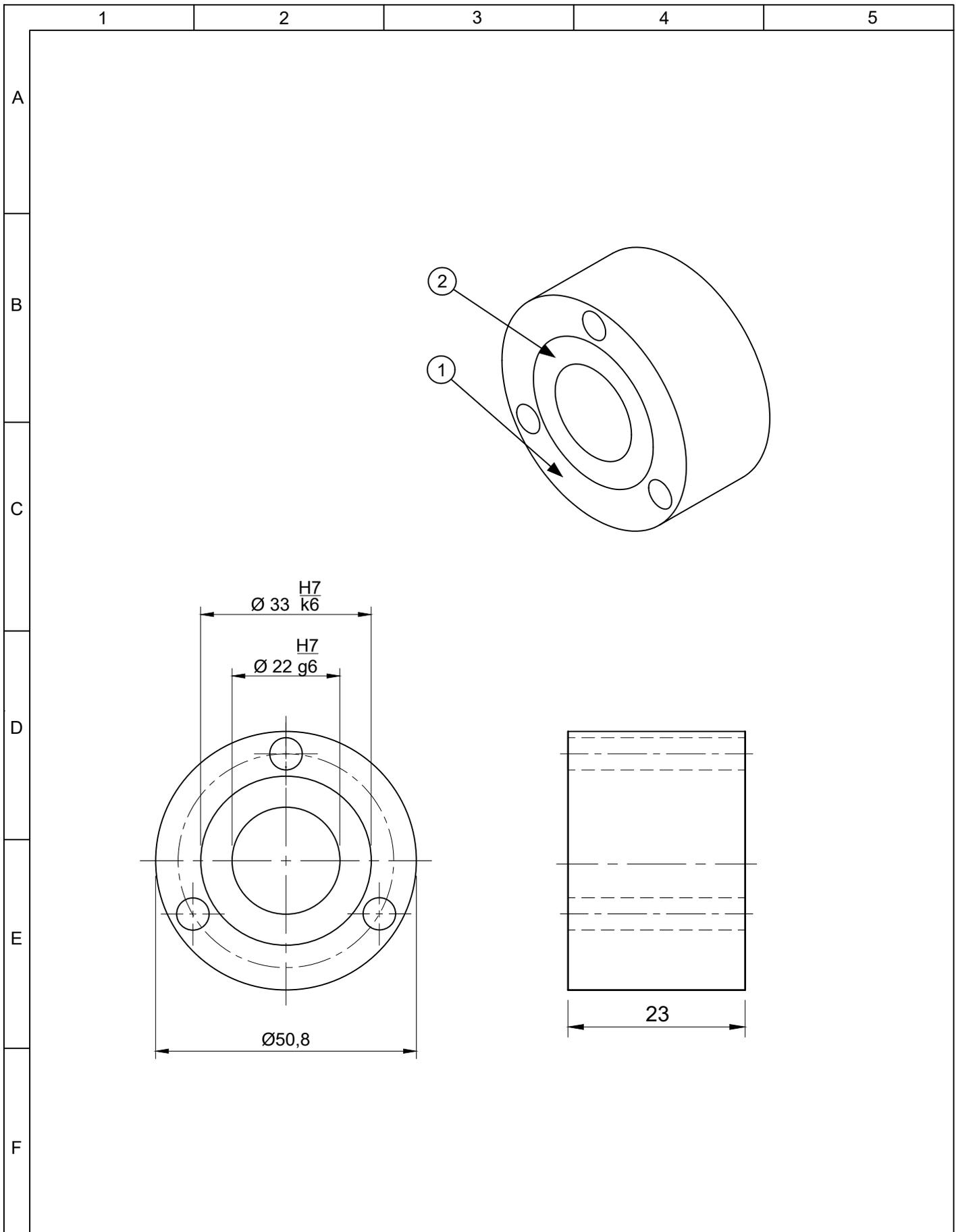
TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO	N/A		DIB.	Ortega Santiago
CANTIDAD DE PIEZAS	1		DIS.	Ortega Santiago
MATERIAL	TOL. GRAL.	ESCALA	REV.	Ing. Wilson Guachamin
ACERO AISI 304	± 0.05	1:1		
Apoyo Piñón 2B		FIM - MHQ - 311		FECHA: 05/01/2023



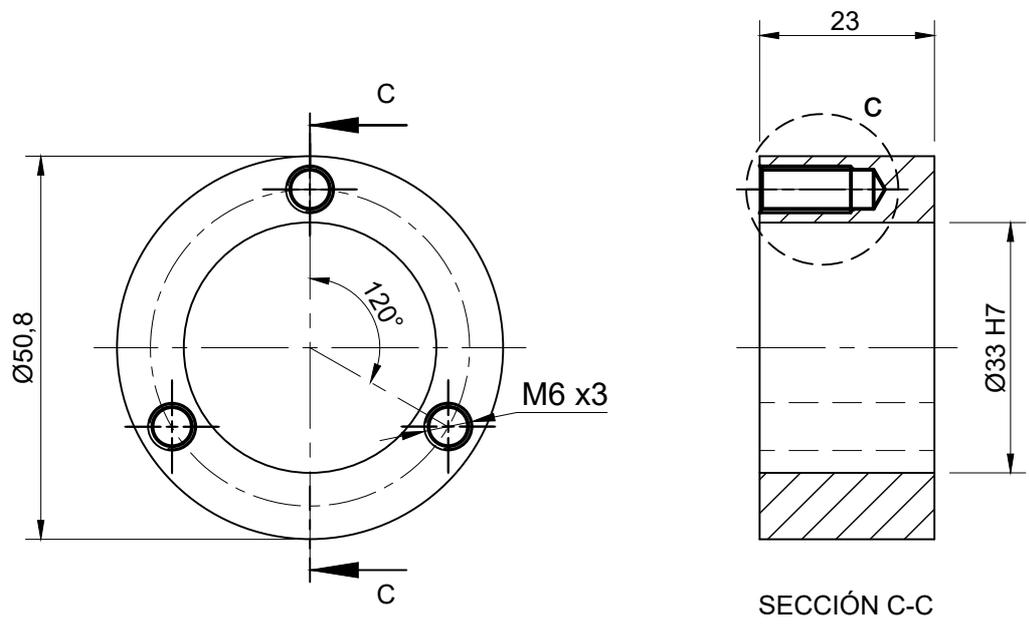
Tolerancia	
10.5 H7	10.52
	10.50

NOTA:
ELIMINAR ARISTAS VIVAS
ANGULO 20x20x3 mm

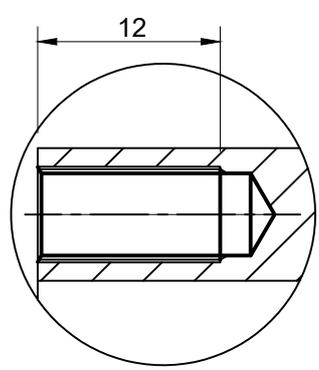
TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO	N/A		DIB.	Ortega Santiago
CANTIDAD DE PIEZAS	1		DIS.	Ortega Santiago
MATERIAL	TOL. GRAL.	ESCALA	REV.	Ing.Wilson Guachamin
ACERO AISI 304	± 0.05	1:1		
Soporte Chumacera		FIM - MHQ - 310		FECHA: 05/01/2023



2	Bocín	2	Ø 50.8 x 23	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-309
1	Soporte Bocín	2	Ø 33 x 23	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-307
REF	DENOMINACIÓN	CANT	DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
EPN	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	DIB.	Ortega Santiago		ESCALA 1:1
		DIS.	Ortega Santiago		
		REV.	Ing. Wilson Guachamin		
APOYO EJE TRANSPORTADOR			FIM - MHQ - 306		FECHA: 05/01/2023



DETALLE C
Perforación roscada
M6 x 12 mm

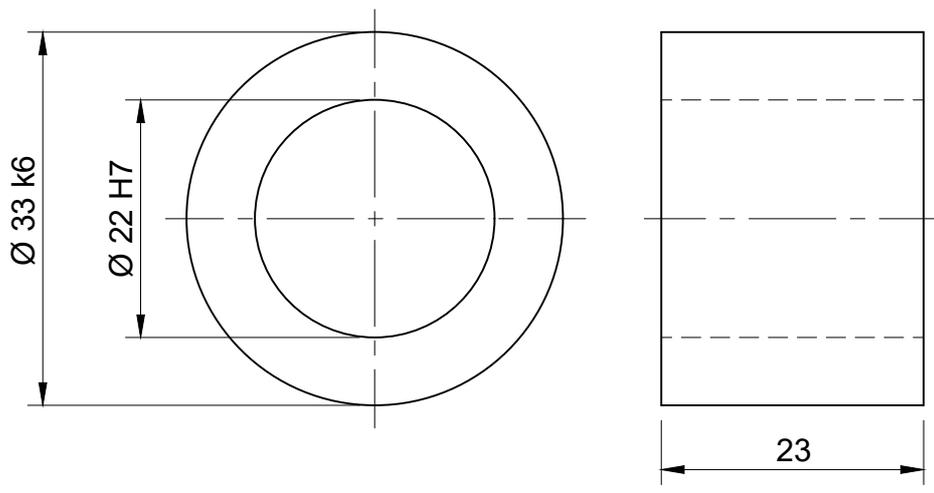


ESCALA (1:2)

Tolerancia	
33 H7	33.25
	33.00

TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA		
RECUBRIMIENTO	N/A				
CANTIDAD DE PIEZAS	2				
MATERIAL	ACERO AISI 304	TOL. GRAL.	ESCALA	DIB.	Ortega Santiago
		± 0.05	1:1	DIS.	Ortega Santiago
				REV.	Ing. Wilson Guachamin
Soporte Bocín			FIM - MHQ - 307		FECHA: 05/01/2023

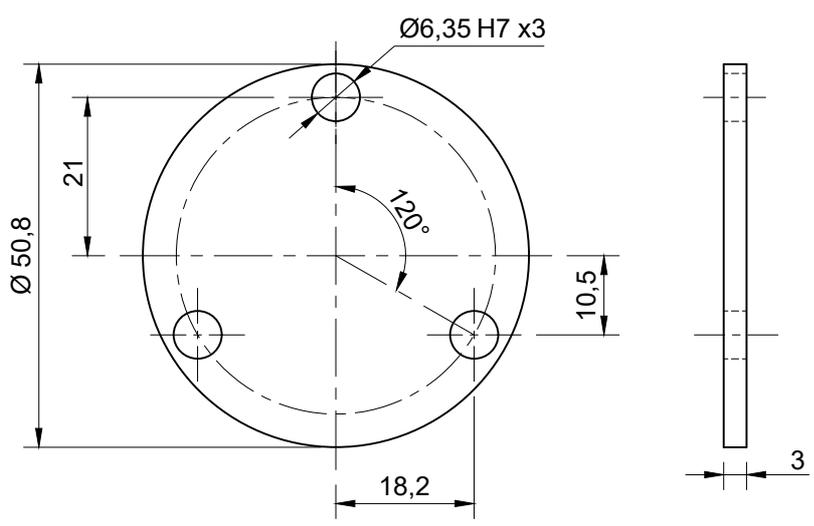
N8



Tolerancias	
22 H7	22.021
	22.000
33 k6	33.018
	33.002

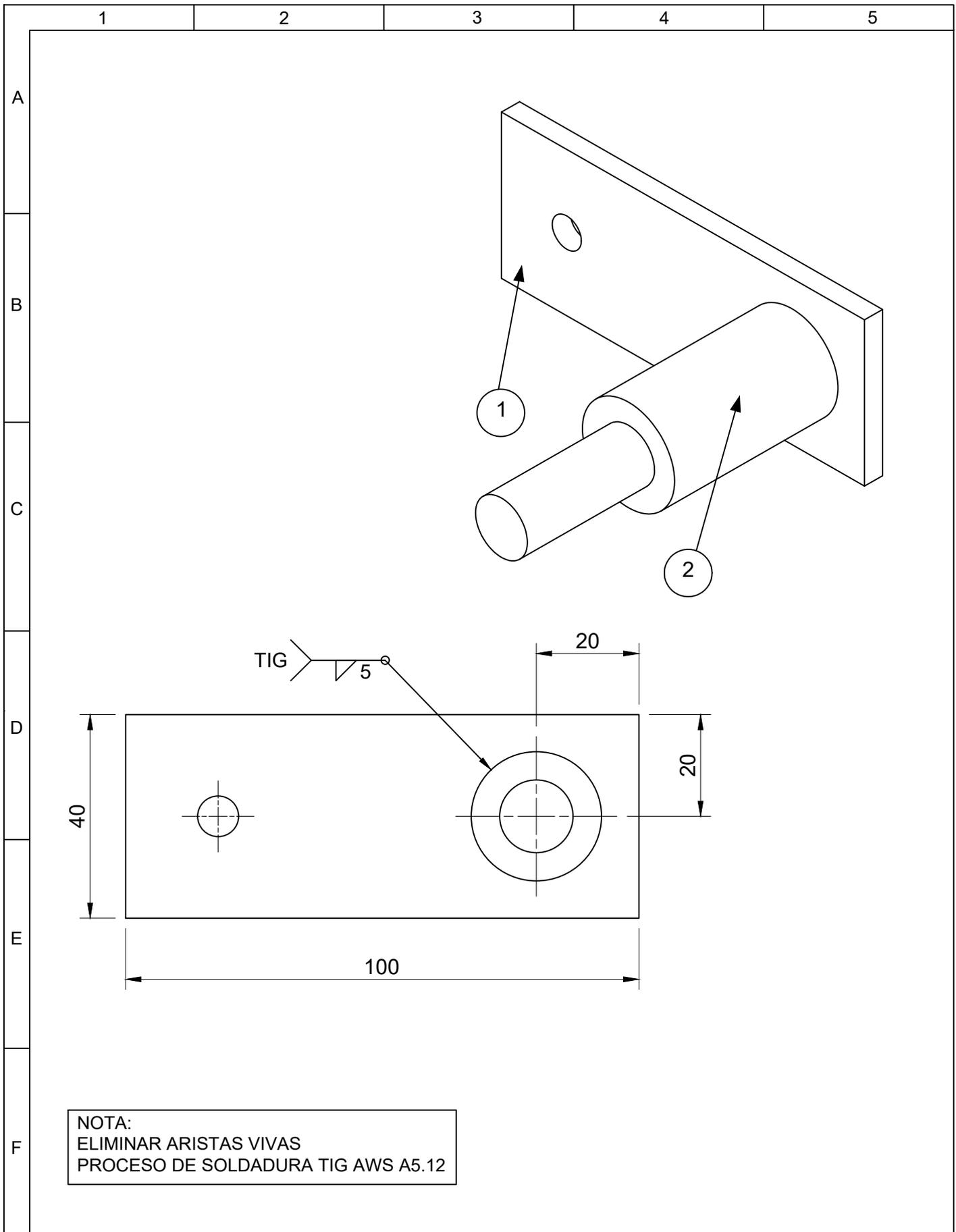
TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO	N/A			
CANTIDAD DE PIEZAS	2			
MATERIAL	TOL. GRAL.	ESCALA	DIB.	Ortega Santiago
Cobre	± 0.05	1:2	DIS.	Ortega Santiago
			REV.	Ing.Wilson Guachamin
Bocín		FIM - MHQ - 309		FECHA: 05/01/2023

N8



Tolerancia	
6.35 H7	6.365
	6.350

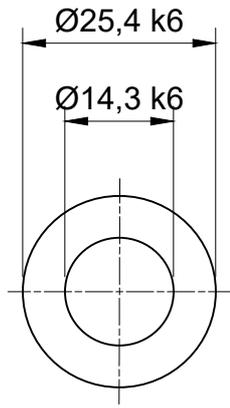
TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO	N/A			
CANTIDAD DE PIEZAS	2			
MATERIAL	TOL. GRAL.	ESCALA	DIB.	Ortega Santiago
ACERO AISI 304	± 0.05	1:1	DIS.	Ortega Santiago
			REV.	Ing.Wilson Guachamin
Tapa Soporte Bocín		FIM - MHQ - 308		FECHA: 05/01/2023



NOTA:
ELIMINAR ARISTAS VIVAS
PROCESO DE SOLDADURA TIG AWS A5.12

2	Eje Piñón 2B	1	Ø25.4 x 80	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-303
1	Platina Piñón 2B	1	40 x 100 x 5	Acero AISI 304	Rev. FIM-MHQ-302
REF	DENOMINACIÓN	CANT	DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
EPN	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	DIB.	Ortega Santiago		ESCALA 1:5
		DIS.	Ortega Santiago		
		REV.	Ing. Wilson Guachamin		
SOPORTE PIÑÓN 2B			FIM - MHQ - 301		FECHA: 05/01/2023

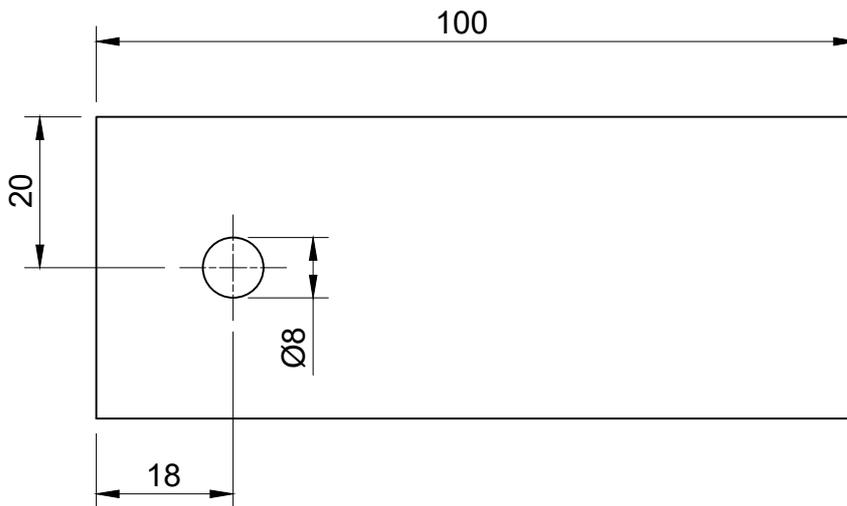
Tolerancias	
14.3 k6	14.312
	14.301
25.4 k6	25.415
	25.402



N9
EN TODAS LAS SUPERFICIES

NOTA:
ELIMINAR ARISTAS VIVAS RADIOS 2 mm
RADIOS CHAFLANES 2 mm a 45°

TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA				
RECUBRIMIENTO	N/A		DIB.	Ortega Santiago			
CANTIDAD DE PIEZAS	1		DIS.	Ortega Santiago			
MATERIAL	ACERO AISI 304	TOL. GRAL.	± 0.05	ESCALA	1:1	REV.	Ing. Wilson Guachamin
Eje Piñón 2B				FIM - MHQ - 303	FECHA:	05/01/2023	

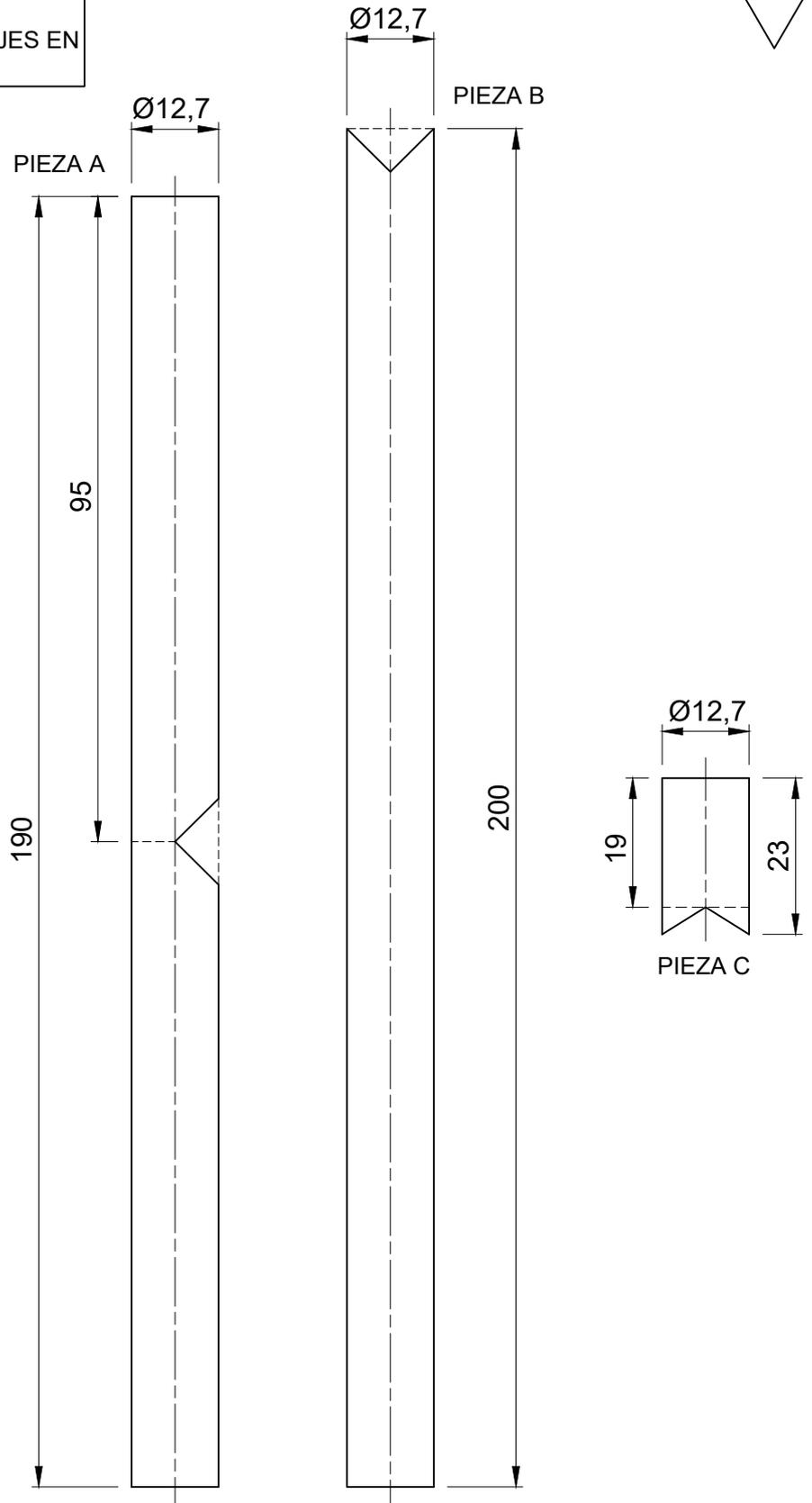


N8
EN TODAS LAS SUPERFICIES

TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA				
RECUBRIMIENTO	N/A		DIB.	Ortega Santiago			
CANTIDAD DE PIEZAS	1		DIS.	Ortega Santiago			
MATERIAL	ACERO AISI 304	TOL. GRAL.	± 0.05	ESCALA	1:1	REV.	Ing. Wilson Guachamin
Platina Piñón 2B				FIM - MHQ - 302	FECHA:	05/01/2023	

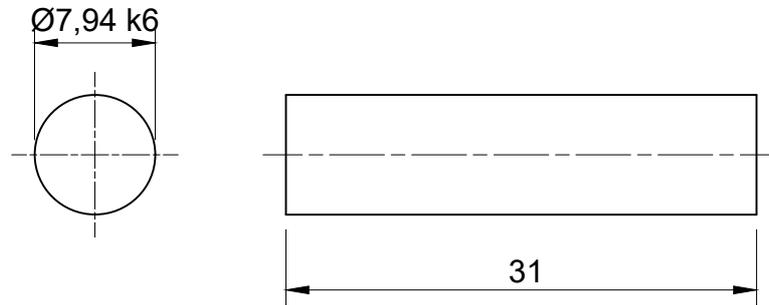
NOTA:
 ELIMINAR ARISTAS VIVAS
 PROCESO DE CORTE DESTAJES EN
 VARILLAS A 45°

N10

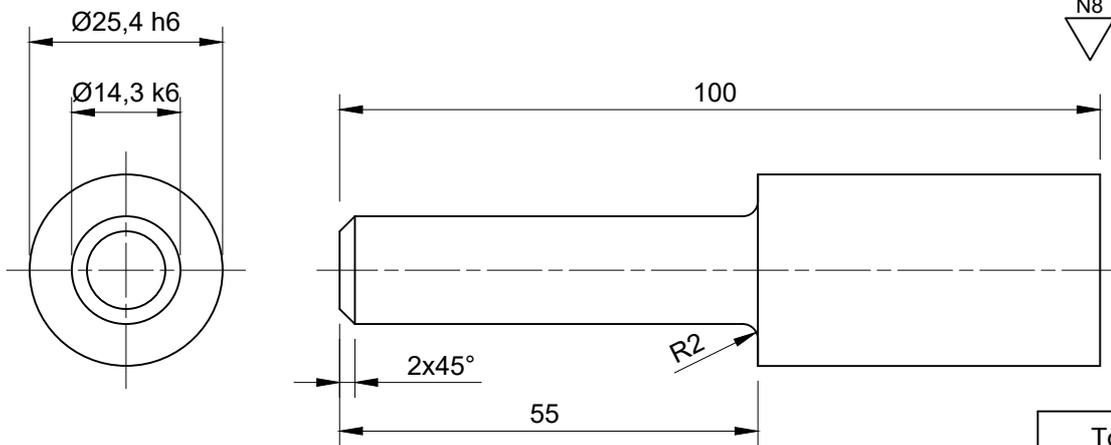


TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO	N/A			
CANTIDAD DE PIEZAS	Varios			
MATERIAL	TOL. GRAL.	ESCALA	DIB.	Ortega Santiago
ACERO AISI 304	± 0.05	1:1	DIS.	Ortega Santiago
			REV.	Ing. Wilson Guachamin
Piezas Varillas Palanca		FIM - MHQ - 201		FECHA: 05/01/2023

Tolerancia	
7.94 k6	7.95
	7.941



TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO	N/A		DIB.	Ortega Santiago
CANTIDAD DE PIEZAS	34		DIS.	Ortega Santiago
MATERIAL	ACERO AISI 304	TOL. GRAL. ± 0.05	ESCALA	REV.
			2:1	Ing.Wilson Guachamin
Eje Soporte		FIM - MHQ - 304		FECHA: 05/01/2023



NOTA:
ELIMINAR ARISTAS VIVAS RADIOS 2 mm
RADIOS CHAFLANES 2 mm a 45°

Tolerancias	
14.3 k6	14.312
	14.301
25.4 h6	25.400
	25.387

TRAT. TERMICO	N/A	EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO	N/A		DIB.	Ortega Santiago
CANTIDAD DE PIEZAS	1		DIS.	Ortega Santiago
MATERIAL	ACERO AISI 304	TOL. GRAL. ± 0.05	ESCALA	REV.
			1:1	Ing.Wilson Guachamin
Eje Piñón 2A		FIM - MHQ - 305		FECHA: 05/01/2023