



UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

TEMA:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA PLANCHADO
INDUSTRIAL DE PRENDAS DE VESTIR, EN LA ASOCIACIÓN DE
CONFECCIONES HIDALGO HERMANOS “ASOCONHIHER”. ”**

Autor: Edison Enrique Hidalgo Silva

Tutor: Ing. Mg. Gonzalo Eduardo López Villacís

AMBATO - ECUADOR

Marzo - 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA PLANCHADO INDUSTRIAL DE PRENDAS DE VESTIR, EN LA ASOCIACIÓN DE CONFECCIONES HIDALGO HERMANOS “ASOCONHIHER”.**”, elaborado por el Sr. Edison Enrique Hidalgo Silva, portador de la cédula de ciudadanía: C.I.:1804779559, estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, marzo 2022

Ing. Mg. Gonzalo Eduardo López Villacís.
TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACION

Yo, Edison Enrique Hidalgo Silva, con C.I.: 1804779559 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA PLANCHADO INDUSTRIAL DE PRENDAS DE VESTIR, EN LA ASOCIACIÓN DE CONFECCIONES HIDALGO HERMANOS “ASOCONHIHER”.**”, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, marzo 2022



Edison Enrique Hidalgo Silva

C.I: 1804779559

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, marzo 2022



Edison Enrique Hidalgo Silva

C.I: 1804779559

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Edison Enrique Hidalgo Silva de la Carrera de Ingeniería Mecánica bajo el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA PLANCHADO INDUSTRIAL DE PRENDAS DE VESTIR, EN LA ASOCIACIÓN DE CONFECCIONES HIDALGO HERMANOS “ASOCONHIHER”.”**

Ambato, marzo 2022

Para constancia firman:

Ing. Mg. Oscar Iván Analuiza Maiza

Miembro Calificador

Ing. Mg. Francisco Agustín Peña Jordán

Miembro Calificador

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de manera especial a Dios por permitirme cada día despertarme a cumplir con esta meta, a mis padres Raúl H. y Alicia S. por todo el apoyo durante toda mi etapa estudiantil, a mis hermanos Nelly, Gladys, Mariela, Diego, Graciela, Oscar, Lizeth, por ser siempre un ejemplo de superación y brindarme su apoyo en todo momento.

A mi compañera de vida Karina P., por su apoyo incondicional y por estar siempre en los momentos más difíciles.

A todas las personas que de alguna manera formaron parte de esta etapa de mi vida.

Edison Hidalgo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato, a todos los que conforman la Facultad de ingeniería Civil y Mecánica y de manera especial a los docentes de la Carrera de Ingeniería Mecánica, por ayudarme en mi formación profesional y permitirme cumplir esta meta muy importante para mi vida.

A todos mis compañeros con los que compartí aulas en la Carrera de Ingeniería Mecánica.

A la Asociación de Confecciones Hidalgo Hermanos por la colaboración durante el desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Mg, Gonzalo López, principal colaborador para el cumplimiento de este trabajo.

Edison Hidalgo.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACION.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPITULO I.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	1
Tema.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Fundamentación Teórica.....	3
1.4.1. Proceso de planchado textil.....	3
1.4.2. Procesos de planchado.....	3
1.4.2.1. Planchado manual.....	3
1.4.2.2. Planchado mecánico.....	4

1.4.2.3.	Planchado automático.....	5
1.4.3.	Maquinaria específica de planchado.....	6
1.4.3.1.	Planchas manuales de vapor.....	6
1.4.3.2.	Cámaras Vaporizadas.....	6
1.4.3.3.	Maniqués Vaporizados.....	7
1.4.3.4.	Túnel de acabado.....	8
1.4.3.5.	Prensas de planchado.....	9
1.4.3.6.	Calandrias y rodillos de vapor.....	10
1.4.4.	Factores que intervienen en la eficiencia del planchado.....	11
1.4.4.1.	Vapor.....	11
1.4.4.2.	Presión.....	12
1.4.4.3.	Temperatura.....	13
1.4.4.4.	Humedad.....	13
CAPITULO II	14
2. METODOLOGÍA.	14
2.1. Materiales y equipos.....		14
2.1.1. Materiales.....		14
2.1.1.1. Acero ASTM A 36.....		14
2.1.1.2. Tubo estructural ASTM A-500.....		15
2.1.1.3. Acero inoxidable AISI 304.....		15
2.1.1.4. Acero AISI 1018 de transmisión.....		16
2.1.1.5. Poleas de Aluminio.....		17
2.1.1.6. Correas de transmisión trapezoidales o tipo “V”.....		17
2.1.1.7. Chumacera.....		18
2.1.1.8. Motor eléctrico.....		18
2.1.1.9. Electroválvula de vapor.....		18
2.1.1.10. Trampa de vapor termodinámica.....		19
2.1.1.11. Niveladores.....		19
2.1.2. Equipos.....		20
2.1.2.1. Computadora portátil.....		20
2.1.2.2. Equipo de soldadura SMAW.....		20
2.1.2.3. Equipo de soldadura TIG.....		20

2.1.2.4.	Torno.....	21
2.1.2.5.	Roladora manual.....	21
2.1.2.6.	Cizalla hidráulica de corte vertical CNC.....	22
2.1.2.7.	Plegador electrohidráulica CNC.....	22
2.2.	Metodología aplicada al proyecto.....	23
2.2.1.	Etapas de desarrollo del proyecto.....	23
CAPITULO III.....		25
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
3.1.	Selección de alternativas.....	25
3.1.1.	Método ordinal corregido de criterios ponderados.....	26
3.1.2.	Evaluación de los criterios para el diseño y construcción de una máquina de planchado.....	28
3.1.3.	Esquema general de la plancha de rodillo y componentes.....	31
3.2.	Parámetros de diseño.....	38
3.2.1.	Dimensionamiento preliminar.....	38
3.3.	Diseño y selección de componentes.....	39
3.3.1.	Diseño del rodillo.....	40
3.3.1.1.	Determinación del torque requerido.....	41
3.3.1.2.	Cálculo del espesor del cilindro.....	43
3.3.1.3.	Diseño del eje del rodillo.....	47
3.3.1.4.	Selección de chumaceras para el eje del rodillo.....	50
3.3.2.	Selección del motor.....	53
3.3.2.1.	Potencia del motor requerido.....	53
3.3.3.	Diseño del sistema de transmisión.....	54
3.3.3.1.	Selección de bandas.....	55
3.3.4.	Cálculo de los resortes.....	65
3.3.4.1.	Fuerza mínima del resorte.....	65
3.3.5.	Diseño de la cámara de vapor.....	67
3.3.5.1.	Análisis de la cámara de vapor.....	68

3.3.5.2.	Cálculo de la tasa de calor en el recipiente.....	71
3.3.6.	Conexión del Sistema de vapor.....	74
3.3.6.1.	Sistema de regulación de la salida de vapor.	75
3.3.7.	Diseño de la estructura.	75
3.3.7.1.	Selección de perfil	75
3.4.	Costos del proyecto.....	78
3.4.1.	Costos directos.	78
3.4.2.	Costos indirectos.	79
3.5.	Construcción de la máquina.....	81
3.6.	Manual de usuario.....	87
3.7.	Verificación de funcionamiento.....	88
CAPITULO IV	91
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
4.1.	Conclusiones.....	91
4.2.	Recomendaciones.	92
BIBLIOGRAFÍA	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Planchado manual.....	4
Figura 2: Planchado mecánico	5
Figura 3: Maniquí de planchado automático	5
Figura 4: Plancha con generador de vapor	6
Figura 5: Cámaras Vaporizadas	7
Figura 6: Maniquí de planchado industrial.....	7
Figura 7: Túnel de acabado de prendas de vestir	8
Figura 8: Prensa con apertura vertical.....	9
Figura 9: Prensa de brazo.	9
Figura 10: Prensa con plato inferior múltiple.....	10
Figura 11: Rodillo de vapor	10
Figura 12: Código de Simbología de planchado Norma ISO	13
Figura 13: Acero ASTM A36	15
Figura 14: Tubo estructural ASTM A500	15
Figura 15: Eje de acero inoxidable AISI 304	16
Figura 16: Acero de transmisión AISI 1018	16
Figura 17: Poleas de Aluminio	17
Figura 18: Constitución de correas trapezoidales	17
Figura 19: Chumacera de piso	18
Figura 20: Motor eléctrico.....	18
Figura 21: Electroválvula de vapor	19
Figura 22: Trampa de vapor termodinámica	19
Figura 23: Niveladores.....	20

Figura 24: Equipo de soldadura SMAW.....	20
Figura 25: Equipo de soldadura TIG	21
Figura 26: Torno de mecanizado	21
Figura 27: Roladora de placa	22
Figura 28: Guillotina CNC	22
Figura 29: Plegadora CNC	22
Figura 30: Maniquí de planchado.....	25
Figura 31: Plancha de rodillo.....	26
Figura 32: Prensa de planchar.....	26
Figura 33: Esquema general de la máquina	31
Figura 34: Altura de plano trabajo	38
Figura 35: Plano sagital	38
Figura 36: Diagramas de fuerzas cortantes y momento flector del rodillo.....	41
Figura 37: Dimensiones del rodamiento para chumacera.....	52
Figura 38: Motor seleccionado	54
Figura 39: Sistema de transmisión asumido.....	54
Figura 40: Selección del tipo de banda	57
Figura 41: Selección de la longitud real de la banda	58
Figura 42: Selección de la longitud real de la banda.....	62
Figura 43:Resortes del mecanismo de cámara de vapor.....	65
Figura 44: Configuración de la cámara de vapor.....	68
Figura 45: Distribución de esfuerzos por presión interna, ANSYS.....	70
Figura 46:Distribución de velocidades por presión interna ANSYS.....	70
Figura 47: Esquema de conexión de vapor	74

Figura 48: Esquema de salida de vapor para vaporizar prendas	75
Figura 49: Tensión axial y deflexión en la estructura, Solid Works.....	76
Figura 50: Factor de seguridad , Solid Works	77
Figura 51: Textiles para recubrir el rodillo.....	77
Figura 52: Máquina de planchado de rodillo.....	87

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1: Etapas de desarrollo del proyecto	23
Gráfico 2:Comparativo de planchado	90

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Valores a asignar a los criterios	27
Tabla 2: Evaluación del peso específico de cada criterio	28
Tabla 3: Evaluación del criterio facilidad de construcción.....	28
Tabla 4: Evaluación del criterio costo.....	29
Tabla 5: Evaluación del criterio montaje y desmontaje	29
Tabla 6: Evaluación del criterio mantenimiento	30
Tabla 7: Evaluación del criterio tamaño y peso.....	30
Tabla 8: Resultados de la evaluación de los criterios	31
Tabla 9: Componentes de la máquina	32
Tabla 10: Parámetros de diseño.	39
Tabla 11: Vida útil especificada.....	50
Tabla 12: Datos para selección de chumaceras	51
Tabla 13: Coeficientes de corrección C_c	56
Tabla 14: Selección de perfil cuadrado.....	76
Tabla 15: Costos de materiales	78
Tabla 16: Costos de mano de obra y procesos adicionales	79
Tabla 17: Costos directos	79
Tabla 18: Costos indirectos	80
Tabla 19: Costos total del proyecto.....	80
Tabla 20: Construcción de la máquina	81
Tabla 21: Planchado manual	89
Tabla 22: Planchado con la Máquina	89

RESUMEN.

El presente proyecto técnico se centra en el diseño y construcción de una máquina para el planchado de prendas de vestir. Para la ejecución del proyecto se inició con la revisión bibliográfica que permitió tener una idea global de las diferentes máquinas de planchar existentes y en base a estas se propuso tres alternativas, posterior a ello se realizó la selección de la mejor opción evaluando criterios de diseño como son: facilidad de construcción, costo, mantenimiento, montaje, desmontaje, tamaño y peso.

Una vez seleccionada la mejor alternativa se ejecutó el diseño y construcción de una máquina de planchar mediante un rodillo. Para lo cual se realizó el diseño y selección de materiales de cada una de las partes diseñadas, además se seleccionaron componentes en base a las condiciones del diseño propuesto. Las partes diseñadas y construidas fueron: rodillo, cámara de vapor, ejes, estructura, base de la cámara de vapor, tapas poleas, mientras que los componentes seleccionados fueron: chumaceras, poleas, bandas y motor. Construida la máquina se realizó la verificación de funcionamiento, mediante la utilización de un caldero de vapor industrial el mismo que posee una presión máxima de trabajo de 50 psi.

Palabras clave: ASOCONHIHER, Planchado, Prendas de vestir, Plancha de rodillo, Cámara de vapor, Caldero de vapor industrial.

ABSTRACT.

This technical project focuses on the design and construction of a machine for ironing garments. For the execution of the project, it began with the bibliographic review that allowed to have a global idea of the different existing ironing machines and based on these three alternatives were determined, after which the selection of the best option was made, evaluating design criteria such as they are: ease of construction, cost, maintenance, assembly, disassembly, size and weight.

Once the best alternative was selected, the design and construction of an ironing machine was carried out using a roller. For which the design and selection of materials of each of the designed parts was carried out, in addition components were selected based on the conditions of the proposed design. The designed and built parts were: roller, steam chamber, shafts, structure, steam chamber base, pulley covers, while the selected components were: bearings, pulleys, belts and motor. Once the machine was built, the operation verification was carried out, using a boiler that has a maximum working pressure of 50 psi.

Keywords: ASOCONHIHER, Ironing, Garments, Roller iron, Steam chamber, Industrial steam boiler.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO.

Tema.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA PLANCHADO INDUSTRIAL DE PRENDAS DE VESTIR, EN LA ASOCIACIÓN DE CONFECCIONES HIDALGO HERMANOS “ASOCONHIHER”.

1.1. Antecedentes.

La industria textil se ha constituido en uno de los sectores productivos que más fuentes de empleo genera a nivel mundial, en especial en los países en vías de desarrollo [1]. Esto ha permitido que se desarrollen nuevas tecnologías y métodos de producción textil, permitiendo la optimización de tiempo y recursos.

En Latinoamérica la industria textil padece grandes limitaciones, entre las cuales se destacan la carencia de personal técnico calificado, procesos de manufactura inseguros, problemas ocasionados por el contrabando, pero sin duda la mayor limitación es la carencia de tecnología de primer nivel, a diferencia de Asia y Europa que se constituyen en el primer referente en producción de maquinaria e insumos textiles a nivel mundial [2].

La industria textil y de la confección en el Ecuador se remonta a la época de la colonia en donde se fabricaban tejidos a partir de lana de oveja. En la actualidad la industria textil ecuatoriana se constituye en uno de los sectores manufactureros con más plazas de trabajo directo en el país, además de aportar más del 7% del PIB manufacturero. A nivel nacional las provincias con mayor representación de industrias dedicadas a esta actividad son: Tungurahua, Pichincha, Guayas, Azuay e Imbabura [3].

Según datos presentados por la Cámara de Industrias de Tungurahua (CIT), la rama textil es la tercera actividad manufacturera de la provincia, esencialmente en la fabricación de prendas de vestir, ropa de trabajo y ropa deportiva. Además, en la provincia de Tungurahua se concentra el 19% de las empresas de textiles registradas en el país ocupando así el segundo lugar a nivel nacional [4].

Sin embargo, la industria textil y de la confección en el país presenta ciertas limitaciones como son; escasa mano de obra calificada, pero principalmente la falta maquinaria tecnificada o que cuenten con tecnología de primer nivel, limitando la producción en masa, la calidad de los productos e impidiendo el desarrollo sostenible de esta rama manufacturera en el país [5].

1.2. Justificación.

La industria textil en el Ecuador ha evidenciado un crecimiento acelerado en los últimos años, sobre todo en la provincia de Tungurahua [6], en la cual se han creado pequeñas asociaciones promovidas por el Instituto de la Economía Popular y Solidaria IEPS con la finalidad de impulsar el trabajo asociativo, además de dinamizar la economía para los pequeños productores [7].

El presente proyecto tiene como finalidad el diseño y construcción de una máquina para planchado industrial de prendas de vestir, facilitando y aligerando así el trabajo de las personas encargadas de planchar, debido a que este proceso se lo realiza en la asociación con planchas convencionales de vapor, además que la exposición directa al vapor a la que están expuestos los trabajadores, puede ocasionar en ellos enfermedades laborales debido a los efectos térmicos de la exposición al calor.

Por tal razón es importante para los productores ir mejorando sus procesos de producción, equipándose de mejores maquinarias, con el fin de proveer productos de calidad a sus consumidores. El problema viene a ser la disponibilidad de estas máquinas a nivel nacional y sobre todo el costo que conlleva la importación de la mismas, ya que una pequeña asociación no cuenta con los recursos necesarios para acceder a este tipo de maquinarias debido a sus altos costos de importación. Por este motivo se plantea el diseño y construcción de una máquina de planchado industrial para la asociación de confecciones “ASOCONHIHER”, con la finalidad de mejorar sus procesos y tiempos de producción.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo General.

Diseñar y construir una máquina, para planchado industrial de prendas de vestir, en la Asociación de Confecciones Hidalgo Hermanos “ASOCONHIIHER”.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diseñar una máquina para planchado industrial de prendas de vestir, de acuerdo a las necesidades y requerimientos de la asociación.
- Implementar un sistema de regulación de la salida de vapor en la máquina.
- Diseñar cada uno de los componentes de la máquina.
- Seleccionar los materiales de cada uno de los elementos que constituyen la máquina.
- Construir y verificar el correcto funcionamiento de la máquina.

1.4. Fundamentación Teórica.

1.4.1. Proceso de planchado textil.

El objetivo del planchado en las prendas de vestir es darle un buen acabado o aspecto final con el que llegara hasta el consumidor o usuario [8].

Este proceso se lo puede realizar de forma manual o mecánica y esto dependerá del tipo de prenda o de las características de la tela. Para conseguir un buen planchado se deben considerar parámetros como son: temperatura, presión, humedad y enfriamiento de la prenda [9].

1.4.2. Procesos de planchado.

1.4.2.1. Planchado manual.

Como se puede apreciar en la Figura 1 este proceso de planchado se lo ejecuta con planchas manuales similares a las planchas domésticas y se lo puede realizar con o sin vapor [10].

El planchado manual puede ser:

- **De calor seco.** - Es aquel en el que la plancha se calienta de manera electrónica.
 - Es más utilizado para planchar forros.
 - Es necesario utilizar un paño húmedo sobre la prenda a planchar con el fin de evitar que esta se deteriore al alcanzar temperaturas superiores a 120°C.
- **De calor húmedo.** - Es aquel en el que la plancha desprende vapor y es un método utilizado para casi todo tipo de tejidos [8].



Figura 1 : Planchado manual. [11]

1.4.2.2. Planchado mecánico.

Este proceso se lo realiza por medio de prensas de planchado, como se muestra en la Figura 2, que consisten en dos platos mecánicos, uno inferior fijo y uno superior móvil, los cuales se encuentra a altas temperaturas, mediante un control adecuado de la presión y la temperatura se logran resultados óptimos [10] [8].

Este tipo de planchado puede ser:

- **En seco.** – Este tipo de planchado se lo realiza con la prenda húmeda, es decir la prenda se la humedece mojándola externamente. En este proceso el plato inferior debe estar recubierto por un tejido de algodón, mientras que el plato superior debe estar en contacto directo con la prenda [8].

- **En húmedo.** – En este proceso los platos están forados por superficies metálicas llenas de orificios por los cuales expulsan vapor, este vapor es generado externamente por un generador y conducido mediante cámaras hacia los platos [8].

En este proceso la temperatura de los platos varía entre 90-120 °C y la presión es suave.



Figura 2: Planchado mecánico [12] .

1.4.2.3. Planchado automático.

Este proceso se lo realiza mediante:

- **Topers.** - Consisten en maniqués de planchado, los cuales pueden ser para pantalones, camisas, etc. A continuación, en la Figura 3 se muestra un ejemplo de ese tipo de máquinas.



Figura 3: Maniquí de planchado automático [13].

- **Carrusel.** - Consiste en un sistema de planchado vertical, en otras palabras, son estaciones de planchado para todo tipo de prendas de vestir.

1.4.3. Maquinaria específica de planchado.

1.4.3.1. Planchas manuales de vapor.

- **Plancha de vapor con bomba.** - En este tipo de plancha del vapor es generado en el interior de la plancha mediante el agua que es bombeada desde un deposito, como se muestra en la Figura 4.
- **Plancha con generador de vapor.** – En este tipo de planchas el vapor es producido en el exterior mediante un generador.



Figura 4: Plancha con generador de vapor [8].

1.4.3.2. Cámaras Vaporizadas.

En la Figura 5 se puede apreciar ese tipo de maquinaria que consiste en una cámara, la misma que trabaja según el principio de puerta giratoria, la máquina está compuesta por dos maniqués iguales preparados sobre un armazón giratorio. De manera que mientras un maniquí está en el interior de la cámara el otro está a disposición del operario para la sustracción o colocación de la prenda.

Al interior de la cámara ingresa vapor de forma constante y además ingresa aire caliente y aire frío en cantidades reguladas y establecidas de acuerdo al manual del fabricante o dependiendo del tipo de prenda a ser planchada. El aire y el vapor pasan desde el maniquí hacia la prenda desde el interior hacia el exterior por lo que el tratamiento de planchado resulta homogéneo [8].



Figura 5: Cámaras Vaporizadas [14].

1.4.3.3. Maniqués Vaporizados.

EL objetivo de los maniqués vaporizados es darle un alisado simple a la prenda. La prenda se coloca y se abrocha en el maniquí para luego recibir vapor y aire caliente que hacen que este tome la forma de la prenda realizando así el alisado de las fibras textiles de la prenda.

Como se presenta en la Figura 6 los maniqués pueden ser de diversas formas con el fin de adaptarse a las distintas prendas [10].



Figura 6: Maniquí de planchado industrial [13].

1.4.3.4. Túnel de acabado.

En la Figura 7 se presenta un ejemplo de un túnel de acabado. El túnel de acabado está constituido por módulos de aire y módulos de vapor, específicamente está compuesto por los siguientes módulos:

Módulos de precalentamiento. - La misión de este módulo es brindar un precalentado a las prendas con el fin de que el vapor generado en los siguientes procesos sea absorbido con mayor facilidad por estas.

Módulos de vapor. - En este módulo el vapor generado es rociado hacia las prendas y se lo realiza de manera directa o indirecta sobre las prendas según sea el caso.

Módulos de aire. – En este módulo se introduce aire caliente, que fluye a través de las prendas secándolas.

Soplado inferior de salida. – En este proceso utilizando el calor restante, las prendas son abiertas desde la parte inferior con la finalidad de darle a la prenda el volumen apropiado [8].



Figura 7: Túnel de acabado de prendas de vestir [8].

Por lo general luego de pasar por el túnel de acabado es necesario darle a la prenda un repaso, pues la acción del túnel es quitar las arrugas y no la de planchar.

1.4.3.5. Prensas de planchado.

Las prensas de planchado se utilizan para realizar el planchado mecánico y están formadas por platos uno inferior fijo y superior móvil que se encuentran a altas temperaturas, los tipos de prensas de planchado pueden ser:

Prensas con apertura vertical. – Llamada así debido a que el plato superior se mueve de forma vertical mientras que el plato inferior se mantiene fijo, como se muestra en la Figura 8.



Figura 8: Prensa con apertura vertical [8].

Prensa de brazo. – En este tipo de prensa el plato inferior se encuentra fijo mientras que el plato superior es móvil y es accionado mediante de un pedal el cual puede ser manual o neumático como se muestra en la Figura 9 [8].



Figura 9: Prensa de brazo [8].

Prensas con plato inferior múltiple. - Al contrario que las dos anteriores en este tipo de prensa el plato superior se mantiene fijo mientras que el plato inferior se compone de una cinta en continuo movimiento, este tipo de prensa se presenta en la Figura 10.



Figura 10: Prensa con plato inferior múltiple [8].

Los usos de los diferentes tipos de prensas y sus aplicaciones están en función del tipo de prenda a ser planchada.

1.4.3.6. Calandrias y rodillos de vapor.

Este tipo de máquinas se las conoce por varios nombres como son: rulos, calandria, máquina planchadora. Su uso común es para el planchado ropa plana, es decir, sábanas, lienzos, toallas, su manejo resulta muy fácil, pueden estar compuestas de uno dos o tres rodillos sobre los cuales deslizan las prendas como se muestra en la Figura 11. Dependiendo de la humedad o temperatura de la prenda, será necesario una o más pasadas para obtener el planchado adecuado [10].



Figura 11: Rodillo de vapor [10].

1.4.4. Factores que intervienen en la eficiencia del planchado.

Todas las fibras de los tejidos unas en mayor medida que otras tienden a arrugarse haciendo necesario la aplicación del proceso de planchado para mejorar su aspecto y presentación.

Cuando se realiza el planchado influyen varios factores como: tipo de vapor; presión, temperatura; grado de humedad de las prendas. Los cuales permiten que las fibras sean más flexibles y que al realizar una presión estas retomen su estado natural dicho de otra forma estas se alisan [10].

Los factores que influyen en un adecuado planchado son los siguientes:

1.4.4.1. Vapor.

El vapor es el cambio en el estado físico que sufre un líquido al someterse a un aumento en su temperatura hasta alcanzar el punto de ebullición transformando su estado de líquido a gaseoso [15].

El vapor utilizado en el planchado industrial de prendas, fibras o textiles puede ser de varios tipos:

1.4.4.1.1. Vapor húmedo.

Es la forma más común de vapor a experimentar en plantas, ya que cuando el vapor es generado en una caldera o caldero este generalmente contiene humedad proveniente de las partículas de agua que no fueron vaporizadas las mismas que son arrastradas hacia las líneas de distribución de vapor [16].

Inclusive los mejores calderos pueden descargar vapor con un rango de 3 a 5% de humedad contenida.

1.4.4.1.2. Vapor sobrecalentado.

Este vapor se crea a partir del sobrecalentamiento del vapor saturado para alcanzar un punto mayor al de saturación, es decir es un tipo de vapor que contiene mayor temperatura y menor densidad que el vapor saturado a una misma presión [16].

Mientras más seco sea el vapor en el proceso de planchado se pueden conseguir mejores propiedades como son:

- Rápida eliminación de la humedad residual.
- Secado más rápido.
- Mayor prolongación del efecto de planchado.
- No queda humedad en los platos o prensas utilizadas en el proceso.

1.4.4.1.3. Vapor saturado.

Es aquél vapor que está apunto de condensarse [17]. Se presenta cuando el rango de vaporización del agua es igual al rango de condensación. Posee ciertas propiedades que lo convierten en una fuente efectiva de calor especialmente a temperaturas mayores a los 100°C [15].

Una ventaja que presenta este tipo de vapor es que la presión de trabajo puede controlar la temperatura, además se origina del agua y puede ser limpio, seguro y de bajo costo de producción.

1.4.4.2. Presión.

Cuando se realiza el planchado de las prendas se debe tener en cuenta la presión ejercida sobre el tejido. En máquinas como prensas, calandrias, rodillos esta presión es ejercida de manera automática mediante pedales, manivelas o por el simple accionamiento de la máquina [8].

Debido a un exceso de presión puede causar:

- Se pueden causar impresiones en las prendas y se pueden evitar reduciendo la presión en el planchado.
- Posibilidades de aparición de brillo, se evita reduciendo la temperatura y la presión.

1.4.4.3. Temperatura.

Cada tejido debe ser planchado a una temperatura diferente y esta temperatura está condicionada por el tipo de fibra y su resistencia a un aumento de su temperatura sin sufrir daños como: quemaduras, encogimiento, entre otros.

Mientras más elevada sea la humedad de la prenda mayor temperatura se debe aplicar al proceso de planchado superando la temperatura recomendada para cada tipo de fibra [10].

La temperatura que se aplique en el proceso de planchado dependerá específicamente del tipo de fibra o tejido, además de las recomendaciones realizadas por la normativa **(ISO 3758:2009 Textiles. Código de símbolos de cuidado para el etiquetado.)**

Esta normativa hace referencia a que la temperatura para el planchado de la prenda será indicada en el etiquetado mediante uno, dos o tres puntos como se indica a continuación en la Figura 12.






	Temperatura alta, 200 °C. Algodón y lino
	Temperatura media, 150 °C. Lana, mezclas de poliéster
	Temperatura baja 110°C. Seda natural, rayón, acetato, acrílicos
	Prohibición de planchado
	Planchar sin vapor.

Figura 12: Código de Simbología de planchado Norma ISO [10].

1.4.4.4. Humedad.

Todas las prendas deben ser planchadas con un grado humedad determinado dependiendo del tipo de fibra o del tipo de tejido, ya que si el tejido o la fibra de la prenda no dispone de una humedad adecuada al planchar puede provocar quemaduras, roturas, desperfectos, etc.

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA.

Según el autor [18]. El marco metodológico constituye la medula de la investigación. Es decir, se refiere al desarrollo del trabajo de investigación, la definición de la población que será sujeta al estudio, selección de la muestra, pero sobre todo se enfoca en el diseño de los instrumentos para la recolección de datos.

Además, en este apartado del trabajo, se presentan los métodos que serán necesarios para el avance del mismo [18]. Por lo que se puede decir que el marco metodológico contiene los recursos necesarios para un adecuado desarrollo del trabajo de investigación.

2.1. Materiales y equipos.

A continuación, se detallan los materiales y equipos utilizados en la realización del proyecto.

2.1.1. Materiales.

2.1.1.1. Acero ASTM A 36

Es un tipo de acero al carbono de calidad estructural también conocido como hierro negro, presenta buenas propiedades físicas y mecánicas que lo han convertido en uno de los aceros más utilizados para la fabricación de estructuras remachadas, atornilladas o soldadas. Además, se lo utiliza para la conformación de piezas para diversos usos en el sector de la construcción y la ingeniería [19]. En la Figura 13 se muestra un ejemplo de este tipo de acero.

Propiedades mecánicas

- Limite elástico mínimo 250 MPa.

- Resistencia a la tracción 400-550 MPa.



Figura 13: Acero ASTM A36 [19].

2.1.1.2. Tubo estructural ASTM A-500.

Son tuberías de acero estructural al carbono, sin costuras soldadas en frío y se presentan de forma cuadrada, redonda o rectangular, sus usos principales son la construcción de estructuras soldadas, remachadas o atornilladas, de manera general se los utiliza en propósitos estructurales [20]. A continuación, en la Figura 14 se muestra un ejemplo de este tipo de tubo.

Propiedades mecánicas.

- **Resistencia a la tracción:**

Grado A: 310 MPa.

Grado B: 400 MPa.

Grado C: 427 MPa.

Grado D: 400 MPa.



Figura 14: Tubo estructural ASTM A500 [20].

2.1.1.3. Acero inoxidable AISI 304.

Es un acero de bajo contenido de carbono, autentico al cromo-níquel, es muy resistente en ambientes corrosivos. Sus principales aplicaciones son la industria alimenticia,

azucarera, de utensilios domésticos, dental, como se muestra en la Figura 15 a continuación. [21].

Propiedades mecánicas.

- Resistencia mecánica: 520 MPa
- Dureza Rockwell B: 249-278
- Límite de fluencia: 220 MPa



Figura 15: Eje de acero inoxidable AISI 304 [21].

2.1.1.4. Acero AISI 1018 de transmisión.

Acero dulce de bajo contenido carbono. Es un acero considerado como el mejor para obtener piezas cementadas, ofrece un buen equilibrio entre resistencia y ductilidad, es utilizado para la elaboración de piezas en las que la dureza del núcleo no es muy importante y están sometidas a desgaste, por ejemplo: ejes, levas, piñones, bujes, entre otros, en la Figura 16 se presenta un ejemplo de ese tipo de acero [22].

Propiedades mecánicas.

- Resistencia mecánica: 410-520 MPa
- Dureza Rockwell B: 143
- Límite de fluencia: 235 MPa



Figura 16: Acero de transmisión AISI 1018 [22].

2.1.1.5. Poleas de Aluminio.

Las poleas son un tipo de máquina simple que permiten la transmisión de una fuerza, desde la antigüedad han sido utilizadas en aplicaciones que permitan cargar elementos de mayor peso de una manera más práctica [23]. En nuestro caso serán utilizadas poleas de aluminio ya que estas no se oxidan es decir trabajan muy bien en ambientes corrosivos. En la Figura 17 se muestra un ejemplo de la configuración de ese tipo de poleas.



Figura 17: Poleas de Aluminio [23].

2.1.1.6. Correas de transmisión trapezoidales o tipo “V”.

Son elementos que se utilizan para transmitir de potencia, se acoplan a poleas gracias a su naturaleza flexible. Las correas de transmisión de potencia trapezoidales trabajan por el contacto que se produce entre sus flancos laterales y las poleas en las que van acopladas [24].

Constitución.

Las bandas de tracción están constituidas por un núcleo de caucho, soporte de caucho, cuerda de tracción y un tejido de recubrimiento como se muestra en la Figura 18 a continuación.

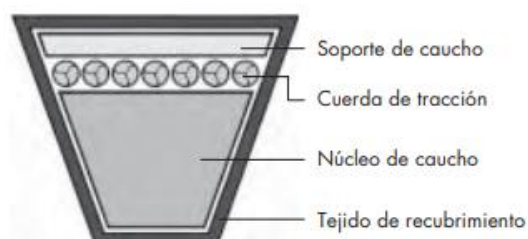


Figura 18: Constitución de correas trapezoidales [24].

2.1.1.7. Chumacera.

Una chumacera está constituida por un rodamiento montado y son utilizadas como elementos de apoyo a un eje de rotación. De manera general este tipo de apoyos son colocados en línea paralela al eje. Su uso se da en toda la industria en general. Son diseñadas con un sistema de auto lubricación por lo que no necesitan ser lubricadas de forma periódica. Existen diversos tipos de chumaceras entre las cuales tenemos: chumaceras de piso como se muestra en la Figura 19, chumaceras de bolas, chumaceras de pared, chumaceras de base, chumaceras de brida, chumaceras troqueladas, chumaceras termoplásticas, entre otras [25].



Figura 19: Chumacera de piso [25].

2.1.1.8. Motor eléctrico.

Es el encargado de transformar la energía eléctrica en energía mecánica de rotación, Esto se logra gracias a la acción de campos magnéticos generados por las bobinas en su interior, en la Figura 20 se presenta un ejemplo de un motor eléctrico convencional. [26].



Figura 20: Motor eléctrico [26].

2.1.1.9. Electroválvula de vapor.

Son dispositivos que se accionan mediante impulsos eléctricos, esto gracias a la corriente que circula a través del solenoide que forma parte de su estructura, permitiendo así la apertura o el cierre de la válvula según sea la necesidad, a

continuación en la Figura 21 se puede apreciar un ejemplo de ese tipo de válvulas. [27].



Figura 21: Electrovalvula de vapor [27].

2.1.1.10. Trampa de vapor termodinámica.

En la Figura 22 se puede apreciar una trampa de vapor termodinámica, la misma que se utiliza en la industria para la eliminación de condensado en las instalaciones de vapor, las trampas de vapor tienen varias funciones y entre las más importantes tenemos:

- Drenar condensado, con el propósito de obtener un mejor aprovechamiento térmico del vapor.
- Evitar pérdidas de vapor, es decir la trampa de vapor evita el paso del vapor sino hasta que este haya cedido la mayor parte de su energía térmica al sistema [28].



Figura 22: Trampa de vapor termodinámica [28].

2.1.1.11. Niveladores.

Son piezas empleadas en la fabricación de maquinaria, con la finalidad de brindar estabilidad o evitar la vibración [29].



Figura 23: Niveladores [29].

2.1.2. Equipos.

Los equipos utilizados para el desarrollo del proyecto son los siguientes:

2.1.2.1. Computadora portátil.

Necesario para la realización de la memoria técnica así también para plasmar el diseño CAD, realizar simulaciones y la ejecución de planos.

2.1.2.2. Equipo de soldadura SMAW.

La soldadura SMAW, también conocida como soldadura por arco de electrodo revestido, utiliza un electrodo consumible como material de aporte. Se puede utilizar para soldar: acero al carbono, acero de baja aleación, acero inoxidable, fundiciones de hierro y recubrimientos duros para la fabricación, reparación y mantenimiento [30]. Los principales componentes de este tipo de soldadura se muestran en la Figura 24 a continuación.

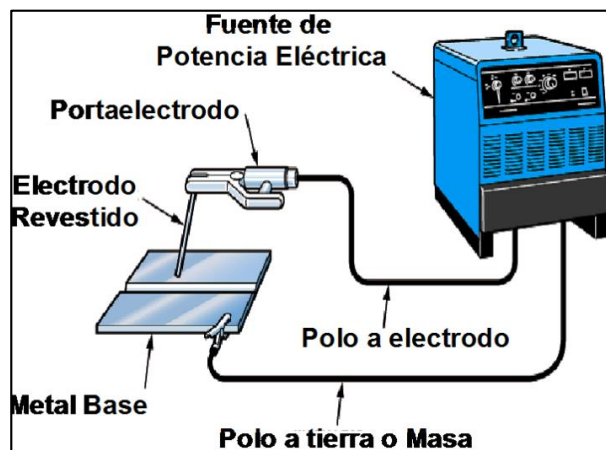


Figura 24: Equipo de soldadura SMAW [30].

2.1.2.3. Equipo de soldadura TIG.

Este tipo de soldadura se lo realiza mediante un electrodo refractario bajo una atmosfera gaseosa. En este proceso se utiliza un gas inerte para aislar el material fundido de la atmosfera exterior, el gas utilizado generalmente es Argón. El electrodo

que se emplea en este tipo de soldadura está construido a base de tungsteno, material muy escaso en la corteza terrestre. Los principales componentes de este tipo de soldadura se muestran en la Figura 25 a continuación. [31].

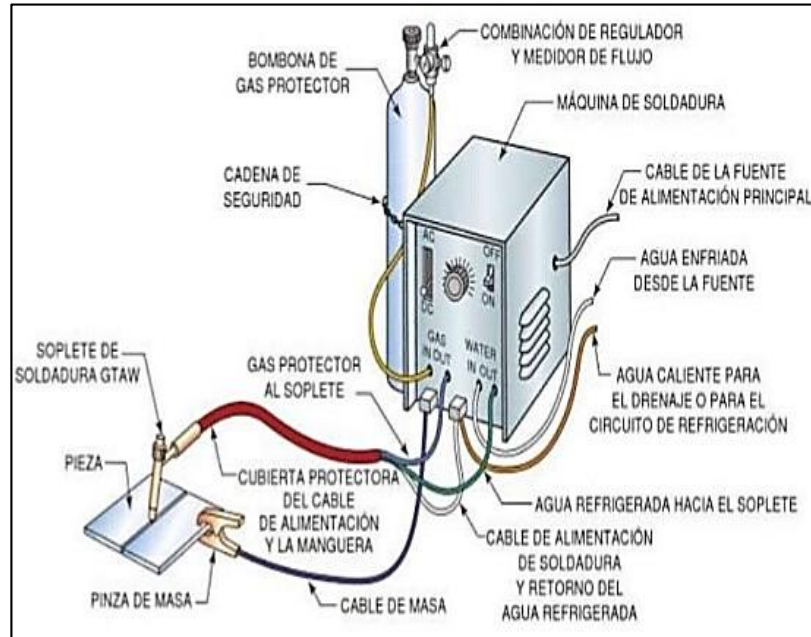


Figura 25: Equipo de soldadura TIG [31].

2.1.2.4. Torno.

Es una máquina-herramienta que permite mecanizar piezas por revolución, eliminando material de las piezas mecanizadas en forma de viruta por medio de una herramienta de corte [32].



Figura 26: Torno de mecanizado [32].

2.1.2.5. Roladora manual.

Se utiliza para realizar el doblado en curvatura de diversos tipos de materiales metálicos, de diferentes formas o tamaños, las placas de metal pueden ser dobladas por la acción de tres rodillos de los que está compuesta, obligando así al metal a tomar la forma curva deseada [33].



Figura 27: Roladora de placa [Autor].

2.1.2.6. Cizalla hidráulica de corte vertical CNC.

Esta máquina es utilizada para realizar cortes de planchas metálicas con tan solo introducir tres datos los cuales son: calidad de corte, tipo de material y espesor del material [34]. A continuación, en la Figura 28 se presenta un ejemplo de ese tipo de máquina.



Figura 28: Guillotina CNC [34].

2.1.2.7. Plegador electrohidráulica CNC.

En la Figura 29 se presenta un plegador electrohidráulico que es una máquina que sirve para doblar chapas y placas metálicas según la forma que se requiera [35].



Figura 29: Plegadora CNC [36].

2.2. Metodología aplicada al proyecto.

En nuestro caso el proyecto técnico deberá contemplar parámetros estructurales que estarán evaluados de acuerdo a los parámetros de diseño que serán contemplados posteriormente con el desarrollo del proyecto.

Dado que el presente proyecto técnico se enfoca en realizar el diseño de una máquina para planchado industrial de prendas de vestir, se recurrirá a un diseño experimental, debido a que se cuenta con la información y sustento teórico suficiente, sobre diseño y construcción.

Una vez construida la máquina se verifica para su correcto funcionamiento con el apoyo de un caldero con una presión de trabajo máxima de 50 psi, que es con el que cuenta la asociación. Además, se implementarán sistemas de regulación de la salida de vapor con la finalidad de tener un adecuado manejo del vapor.

Los programas que se utilizará para el presente proyecto son el software Solid Works para realizar el diseño de los componentes de la máquina, ANSYS que permitirá evaluar parámetros de diseño, a más de eso utilizará el software EXCEL para la tabulación de datos y Word para la elaboración de la memoria técnica.

2.2.1. Etapas de desarrollo del proyecto.

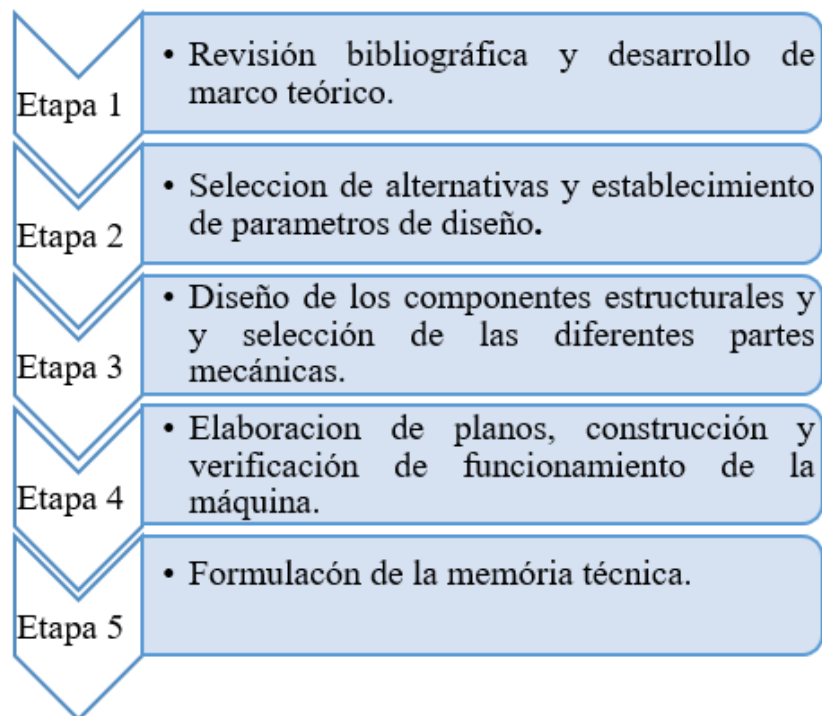


Gráfico 1: Etapas de desarrollo del proyecto [Autor].

En el Grafico 1 se presenta de manera general las etapas para la ejecución del presente proyecto técnico y a continuación se detalla cada una de las mismas.

Etapa 1.- Durante esta etapa se realizará la revisión bibliográfica con la finalidad de obtener información que permita un adecuado desarrollo del marco teórico, para lo cual se deberá recopilar información de libros, artículos científicos, revistas científicas, que estén relacionadas con el tema.

Etapa 2.- Durante esta etapa se realizará la selección de la alternativa que mejor integre las características necesarias para ser diseñada y construida, además se establecerán parámetros de diseño de acuerdo a las necesidades de la Asociación.

Etapa 3.- En esta etapa se realizará el diseño de todos los elementos que contemplan el sistema estructural de la máquina aplicando de forma correcta los criterios de ingeniería, que permitan seleccionar materiales, que cumplan con los requerimientos mínimos para su adecuado funcionamiento, Además se realizará el diseño CAD de la máquina.

Etapa 4.- Durante esta etapa se realizará la construcción de la máquina una vez seleccionado los materiales, Además se verificará el funcionamiento de la misma con la ayuda de un caldero que tiene una presión de trabajo de 50 psi con el que cuenta la asociación.

Etapa 5.- Esta etapa contempla el desarrollo de la memoria técnica, la misma que debe contener marco teórico, metodología, análisis de resultados, cálculos, verificación de funcionamiento, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. Selección de alternativas.

Para realizar la selección de alternativas es muy importante haber analizado la maquinaria específica de planchado que existe en la actualidad con el objetivo de tener un modelo base para iniciar el diseño.

Por lo tanto, se han seleccionado 3 máquinas diferentes como alternativas para realizar el diseño, las cuales son: Maniquí de planchado, como se muestra en la Figura 30; Plancha de rodillo ilustrada en la Figura 31 y una Prensa de planchar como se muestra en la Figura 32, por lo que a continuación se realizara la selección de la mejor opción mediante la aplicación del método ordinal corregido de criterios ponderados.

Alternativa A: Maniquí de planchado.

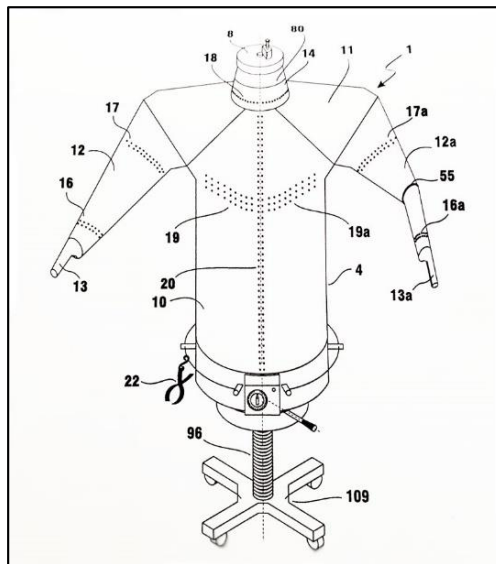


Figura 30: Maniquí de planchado [11].

Alternativa B: Plancha de rodillo.

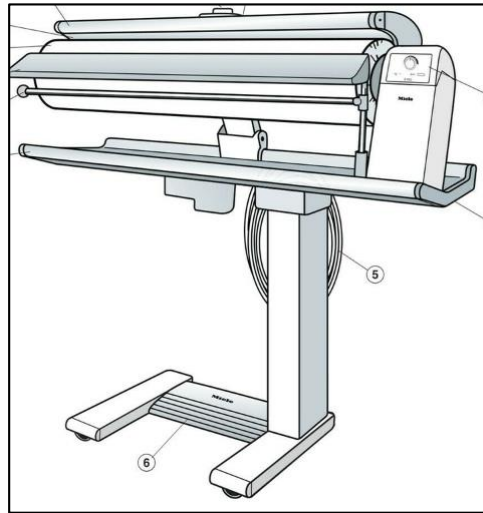


Figura 31: Plancha de rodillo [10].

Alternativa C: Prensa de planchar.



Figura 32: Prensa de planchar [12].

3.1.1. Método ordinal corregido de criterios ponderados.

Este método es muy importante a la hora de realizar un diseño, ya que permite realizar las evaluaciones de las diferentes alternativas seleccionadas, con el fin de escoger la mejor opción posterior a la valoración, a menudo para realizar estas evaluaciones se aplican juicios de valor [37].

Para aplicar este método es necesario contar con alternativas y criterios. Lo más adecuado es que el número de alternativas sea entre 3 a 6, las cuales deben tener

características que las diferencien entre sí. Los criterios se deben establecer con relación a las alternativas a ser evaluadas, de la misma forma las ponderaciones.

Los valores a ser asignados a cada criterio están detallados en la Tabla 1.

Tabla 1: Valores a asignar a los criterios [37].

Método ordinal corregido de criterios ponderados	
Valor	Descripción
1	Si el criterio de las filas es mayor o mejor que el de las columnas.
0,5	Si el criterio de las filas es equivalente a columnas
0	Si el criterio de las filas es peor que el de las columnas

Los criterios a ser evaluados para este proyecto son los siguientes:

- **Facilidad de construcción.** – La facilidad de construcción dependerá de forma especial de la disponibilidad en el mercado de los componentes, partes o piezas que componen la máquina.
- **Costo.** - Este es un parámetro muy importante porque se tiene que trabajar con un límite de presupuesto para la construcción de la máquina.
- **Montaje y Desmontaje.** - Este es un criterio que evalúa la facilidad de ensamblar la máquina debido a que esta no deberá presentar complejidad alguna al momento de ser ensamblada, o en el caso contrario de ser desmontada.
- **Mantenimiento.** – El mantenimiento deberá ser realizado de manera rápida y sin complejidades además este parámetro evalúa la disponibilidad de todas las partes intercambiables en el mercado a nivel nacional, además que deberán ser de fácil acceso y remoción.
- **Tamaño y peso.** - La máquina deberá tener un tamaño adecuado para el lugar en el cual va a ser instalada, además el peso de la misma deberá permitir su fácil movilidad.

3.1.2. Evaluación de los criterios para el diseño y construcción de una máquina de planchado.

Tabla 2: Evaluación del peso específico de cada criterio [Autor].

Criterios	Facilidad de construcción	Costo	Montaje y Desmontaje	Mantenimiento	Tamaño y peso	$\Sigma+1$	Ponderado
Facilidad de construcción		0.5	1	1	0.5	4	0.2666
Costo	1		0.5	0.5	1	4	0.2666
Montaje y Desmontaje	0	0		1	0.5	2.5	0.1666
Mantenimiento	0	0.5	0		1	2.5	0.1666
Tamaño y peso	0.5	0	0.5	0		2	0.1333
					SUMA	15	1

En la Tabla 2 se puede apreciar que los criterios que obtienen una mayor ponderación son; facilidad de construcción y costo de fabricación con un valor de 0.2666, mientras que el criterio con el valor de ponderación más bajo corresponde al criterio de tamaño y peso con un valor de 0.1333.

Tabla 3: Evaluación del criterio facilidad de construcción [Autor].

Facilidad de construcción	Maniquí de planchado	Plancha de rodillo	Prensa de planchar.	$\Sigma+1$	Ponderado
Alternativa A		0	0	1	0.1818
Alternativa B	1		0.5	2.5	0.4545
Alternativa C	1	0		2	0.3636
				SUMA	5.5
					1

En la Tabla 3 se presenta la evaluación para el criterio facilidad de construcción para cada una de las alternativas, de las cuales la que obtiene la mayor ponderación es la Alternativa B que corresponde a la plancha de rodillo con un valor de 0.4545.

Tabla 4: Evaluación del criterio costo [Autor].

Costo	Maniquí de planchado	Plancha de rodillo	Prensa de planchar.	$\Sigma+1$	Ponderado
Alternativa A		0	0	1	0.1666
Alternativa B	1		0	2	0.3333
Alternativa C	1	1		3	0.5
			SUMA	6	1

En la Tabla 4 se presenta la evaluación para el criterio costo para cada una de las alternativas, de las cuales la que obtiene la mayor ponderación es la Alternativa C con un valor de 0.5.

Tabla 5: Evaluación del criterio montaje y desmontaje [Autor].

Montaje y Desmontaje	Maniquí de planchado	Plancha de rodillo	Prensa de planchar.	$\Sigma+1$	Ponderado
Alternativa A		0.5	0.5	2	0.2857
Alternativa B	1		1	3	0.4285
Alternativa C	1	0		2	0.2857
			SUMA	7	1

En la Tabla 5 se presenta la evaluación para el criterio montaje y desmontaje para cada una de las alternativas, de las cuales la que obtiene la mayor ponderación es la Alternativa B con un valor de 0.4285.

Tabla 6: Evaluación del criterio mantenimiento [Autor].

Mantenimiento	Maniquí de planchado	Plancha de rodillo	Prensa de planchar.	$\Sigma+1$	Ponderado
Alternativa A		0.5	0	1.5	0.2142
Alternativa B	1		1	3	0.4285
Alternativa C	1	0.5		2.5	0.3571
			SUMA	7	1

En la Tabla 6 se presenta la evaluación para el criterio mantenimiento para cada una de las alternativas, de las cuales la que obtiene la mayor ponderación es la Alternativa B con un valor de 0.4285.

Tabla 7: Evaluación del criterio tamaño y peso [Autor].

Tamaño y peso	Maniquí de planchado	Plancha de rodillo	Prensa de planchar.	$\Sigma+1$	Ponderado
Alternativa A		0.5	0.5	2	0.3333
Alternativa B	0.5		1	2.5	0.4166
Alternativa C	0.5	0		1.5	0.25
			SUMA	6	1

En la Tabla 7 se presenta la evaluación para el criterio tamaño y peso para cada una de las alternativas, de las cuales la que obtiene la mayor ponderación es la Alternativa B con un valor de 0.4166.

Tabla 8: Resultados de la evaluación de los criterios [Autor].

Resultados	Facilidad de construcción	Costo	Montaje y Desmontaje	Mantenimiento	Tamaño y peso	Σ	Prioridad
Alternativa A	0.0484	0.0444	0.0476	0.0357	0.0444	0.2205	3
Alternativa B	0.1212	0.0888	0.0714	0.0714	0.0555	0.4083	1
Alternativa C	0.0969	0.1333	0.0476	0.0595	0.0333	0.3706	2

Como se puede apreciar en la Tabla 8. Una vez realizada la ponderación, y evaluación de cada criterio se selecciona la alternativa con la prioridad 1 que corresponde a la Alternativa B: Plancha de rodillo.

3.1.3. Esquema general de la plancha de rodillo y componentes.

En la Figura 33 se presenta un esquema general de la máquina a ser diseñada y posterior a ello construida.

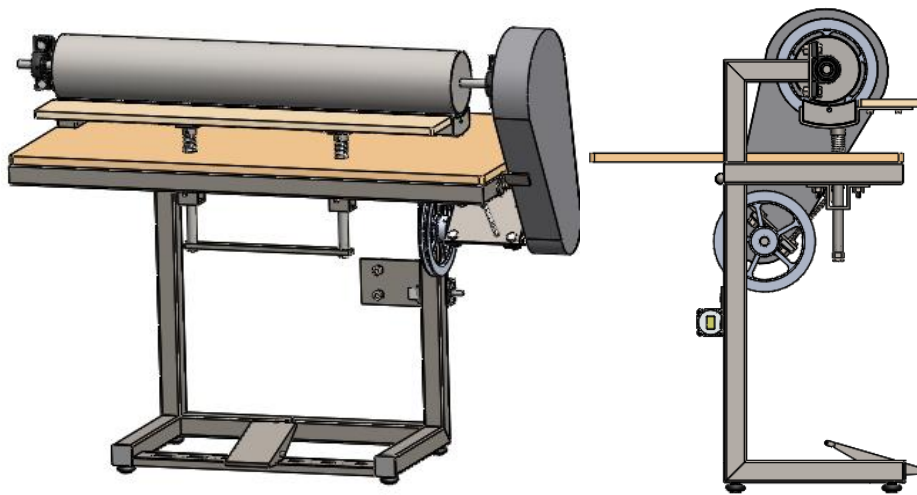
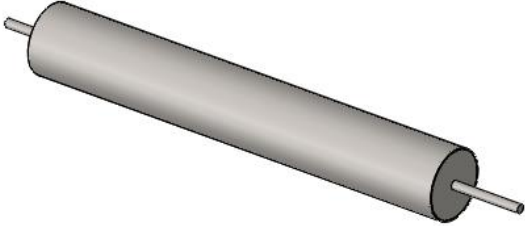
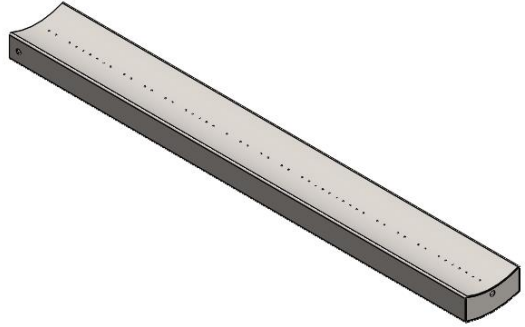
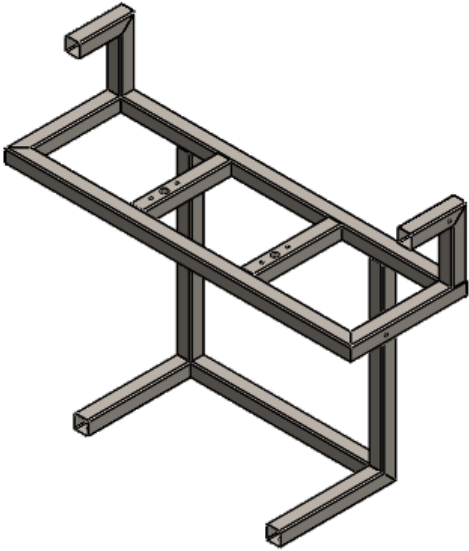
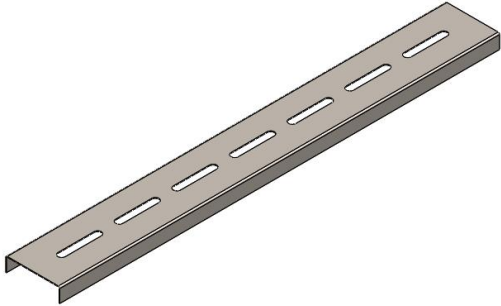
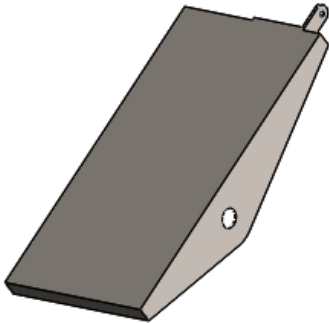
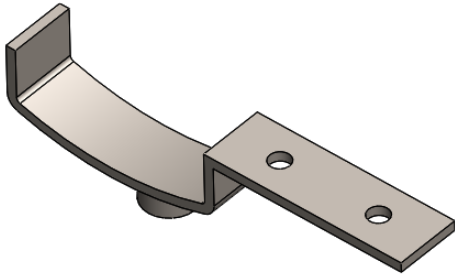




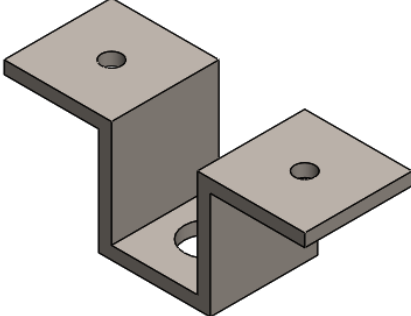
Figura 33: Esquema general de la máquina [Autor].

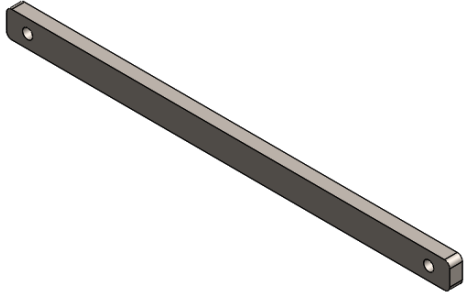
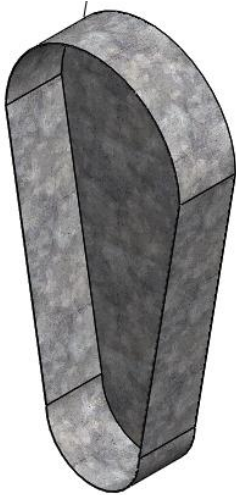
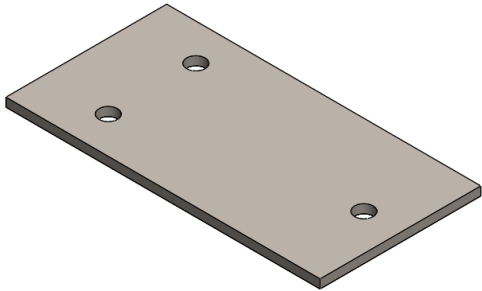
En la Tabla 9 a continuación se detallan cada uno de los elementos de los que estará compuesta la máquina.

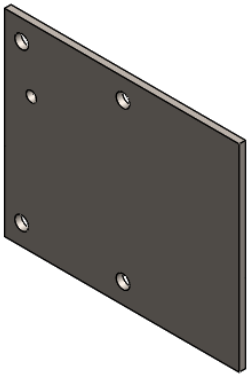

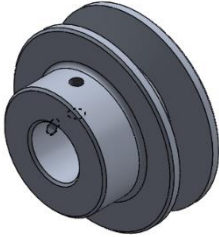
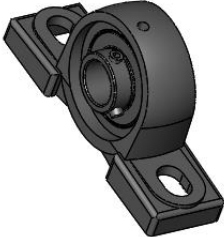
Tabla 9: Componentes de la máquina [Autor].





Componentes de la máquina de planchado.		
Denominación	Cantidad	Ilustración
Rodillo.	1	
Cámara de vapor.	1	
Estructura.	1	

Componentes de la máquina de planchado.		
Denominación	Cantidad	Ilustración
Base de pedales.	1	
Pedal.	2	
Soporte cámara de vapor.	2	

Componentes de la máquina de planchado.		
Denominación	Cantidad	Ilustración
Eje.	2	
Muelle.	2	
Guía de eje.	2	

Componentes de la máquina de planchado.		
Denominación	Cantidad	Ilustración
Barra de accionamiento.	1	
Tapa de poleas.	1	
Base de motor.	1	

Componentes de la máquina de planchado.		
Denominación	Cantidad	Ilustración
Base de sistema de transmisión.	1	
Polea de 9 pulgadas	2	
Pelea de 2 pulgadas.	2	
Chumacera.	4	

Componentes de la máquina de planchado.		
Denominación	Cantidad	Ilustración
Servo motor.	1	
Correas.	2	
Electroválvula	1	
Trampa de vapor, termodinámica.	1	

3.2. Parámetros de diseño.

3.2.1. Dimensionamiento preliminar

Lo primero que se hará es establecer las dimensiones preliminares de la máquina de rodillo, para lo cual se analizarán las medias recomendadas por la NTP 242, para alturas de plano de trabajo.

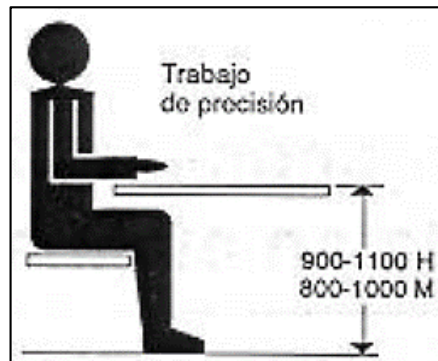


Figura 34: Altura de plano trabajo [38].

De acuerdo a la NTP 242, Como se puede apreciar en la Figura 34, la altura adecuada del plano de trabajo para mujeres esta en un rango de 800- 1000 mm, mientras que la altura de trabajo para hombres esta en un rango de 900-1100 mm, para lo cual se tomara como altura del plano de trabajo para la máquina de planchado por rodillo una altura promedio en un rango de 900 a 950 mm. Por lo tanto la altura del plano de trabajo sera de 920mm, que esta dentro del rango permitido para trabajo en posición sentado.

El ancho del rodillo deberá permitir que el usuario tenga el mayor alcance posible sin realizar posturas forzosas en el plano sagital, por lo tanto, se tomara un valor de 1000 mm, como longitud del rodillo, con el fin de que el alcance del operador sea el más óptimo. Como se muestra en la Figura 35.

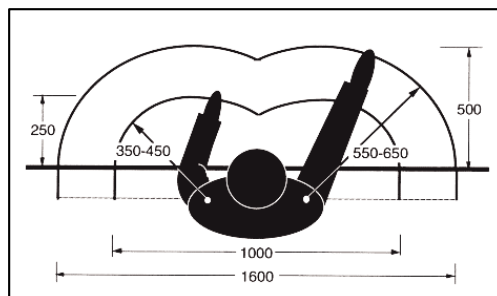


Figura 35: Plano sagital [38].

3.3. Diseño y selección de componentes.

En la Tabla 10 se presentan los parámetros iniciales de diseño, los mismos que son los siguientes:

Tabla 10: Parámetros de diseño [Autor].

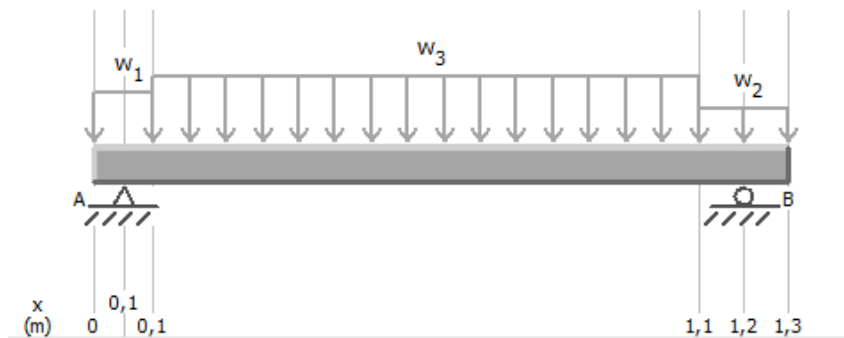
Datos de entrada			
Parámetro	Símbolo	Magnitud	Unidad
Longitud total rodillo	L_T	1273	mm
Longitud cilindro	L_C	1000	mm
Masa cilindro	m_C	11.26	Kg
Diámetro externo del cilindro	D_C	152.4	mm
Longitud eje lateral A	L_e	109	mm
Masa eje lateral A	m_e	0.260	Kg
Longitud eje lateral B	L_e	164	mm
Masa eje lateral B	m_e	0.390	Kg
Masa tapas de cilindro	m_{tc}	1.59	Kg
Material del cilindro	Acero inoxidable AISI 304		
Material del eje lateral	Acero inoxidable		
Límite de fluencia AISI 304	Sy_1	276	MPa
Resistencia Última tracción AISI 304	Sut_1	568	MPa
Límite de fluencia AISI 1020	Sy_2	210	MPa
Resistencia Última tracción AISI 1020	Sut_2	380	MPa
Velocidad de rotación de rodillo	ω	1.5	rad/s
Fricción tela – acero inoxidable.	μ	0.242	---
gravedad	g	9.81	m/s ²
Altura plano de trabajo		920	mm

3.3.1. Diseño del rodillo.

El eje del rodillo estará sometido a esfuerzos de flexión, provocados por el peso propio de los elementos, así como a esfuerzos de torsión, en función del torque necesario a aplicar para producir la rotación del mismo y el arrastre de la tela a ser sometida al proceso de planchado.



Diagrama de cuerpo libre



Determinación de cargas distribuidas.

$$qw_1 = \frac{m_{e1} * g}{L_{e1}} \quad \text{Ec. 3.1}$$

$$qw_1 = \frac{0.260 \text{ Kg} * \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)}{0.109 \text{ m}}$$

$$qw_1 = 23.4 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$qw_2 = \frac{m_{e2} * g}{L_{e2}} \quad \text{Ec. 3.2}$$

$$qw_2 = \frac{0.390 \text{ Kg} * \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)}{0.164 \text{ m}}$$

$$qw_2 = 23.33 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$qw_3 = \frac{(m_c + m_{tc}) * g}{L_c} \quad \text{Ec. 3.3}$$

$$qw_3 = \frac{(11.26 + 1.59) * \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right)}{1 m}$$

$$qw_3 = 126.06 \frac{N}{m}$$

Diagrama de fuerzas cortantes y momento flector.

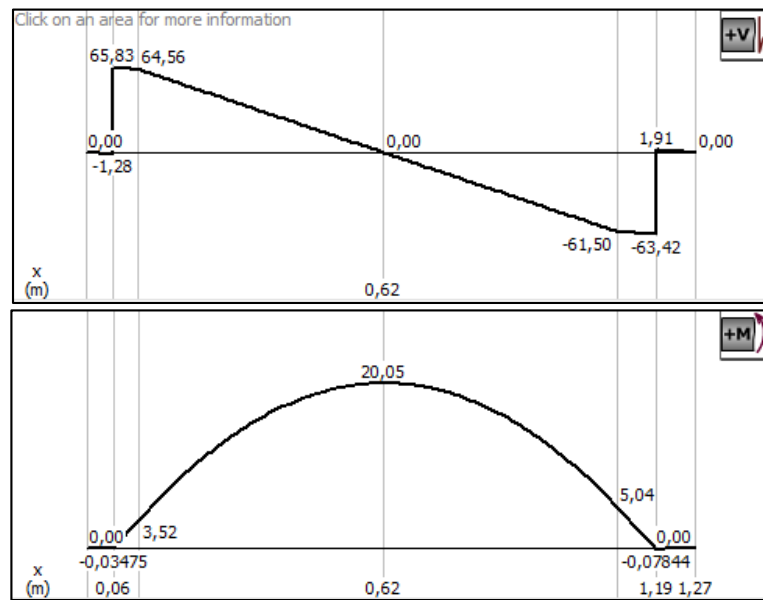


Figura 36: Diagramas de fuerzas cortantes y momento flector del rodillo [Autor].

$$R_A = 65.83 N$$

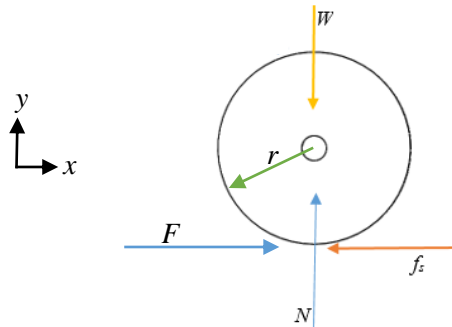
$$R_B = 63.42 N$$

$$M_c = 20.05 N$$

3.3.1.1. Determinación del torque requerido.

$$T = F * d \quad \text{Ec. 3.4}$$

Diagrama de cuerpo libre del rodillo



Donde:

- $F = \text{Fuerza de arrastre}$
- $W = \text{Peso.}$
- $N = \text{Normal.}$
- $f_r = \text{Fuerza de rozamiento}$

Determinación del Torque.

$$\sum F_x = 0$$

$$F - f_r = 0$$

$$F = f_r$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$

$$f_r = \mu * N$$

Donde:

- $\mu = \text{coeficiente de fricción.}$
- $\mu = 0.242 \text{ para tela - acero inoxidable (ANEXO 1)}$

Por lo tanto, el torque resulta:

$$T = F * d$$

$$T = f_r * r$$

$$T = \mu * N * r$$

$$T = \mu * W * r$$

$$T = \mu * m_{total} * g * r$$

$$T = 0.242 * 13.5 \text{ Kg} * \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) * 0.0762 \text{ m}$$

$$T = 2.44 \text{ Nm}$$

3.3.1.2. Cálculo del espesor del cilindro.

- *Diámetro exterior* = 0.1524 m.
- *Acero inoxidable AISI 304*
- *Sy = Límite de fluencia AISI 304* = 276 Mpa
- *Sut = Resistencia ultima tracción AISI 304* = 568 Mpa
- *n = factor de seguridad* = 3

Límite de resistencia a la fatiga:

$$S'_e = 0.5 Sut_1 \quad \text{Ec. 3.5}$$

Para una vida infinita asumimos:

$$k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f * \frac{1}{K_f} \approx 0.3$$

$$S_e = 0.3 * S'_e \quad \text{Ec. 3.6}$$

$$S_e = 0.3 * 0.5 Sut_1$$

$$S_e = 0.3 * 0.5 (568 \text{ MPa})$$

$$S_e = 85.2 \text{ MPa}$$

Esfuerzo máximo:

$$\sigma'_{m\acute{a}x} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \quad \text{Ec. 3.7}$$

$$\sigma'_{m\acute{a}x} = \sqrt{\left(\frac{M_{m\acute{a}x}}{S}\right)^2 + 3\left(\frac{T * R_C}{J}\right)^2}$$

$$\sigma'_{m\acute{a}x} = \sqrt{\left(\frac{M_{m\acute{a}x}}{\frac{\pi}{32D_C}(D_C^4 - d^4)}\right)^2 + 3\left(\frac{16 * T * D_C}{\pi(D_C^4 - d^4)}\right)^2}$$

$$\sigma'_{m\acute{a}x} = \sqrt{\left(\frac{20.05}{\frac{\pi}{32 * 0.1524}(0.1524^4 - d^4)}\right)^2 + 3\left(\frac{16 * 2.44 * 0.1524}{\pi(0.1524^4 - d^4)}\right)^2}$$

$$\sigma'_{m\acute{a}x} = \sqrt{\left(\frac{402}{0.415(0.1524^4 - d^4)^2}\right)^2 + 3\left(\frac{35.4}{9.87(0.1524^4 - d^4)^2}\right)^2}$$

$$\sigma'_{m\acute{a}x} = \sqrt{\frac{968.67}{(0.1524^4 - d^4)^2} + \frac{10.76}{(0.1524^4 - d^4)^2}}$$

$$\sigma'_{m\acute{a}x} = \sqrt{\frac{979.43}{(0.1524^4 - d^4)^2}}$$

$$\sigma'_{m\acute{a}x} = \frac{979.43}{(0.1524^4 - d^4)}$$

Esfuerzo mínimo:

$$\sigma'_{mn} = -\frac{M_{m\acute{a}x}}{\frac{\pi}{32D_C}(D_C^4 - d^4)} \quad \text{Ec. 3.8}$$

$$\sigma'_{mn} = -\frac{2.44}{\frac{\pi}{32 * 0.1524}(0.1524^4 - d^4)}$$

$$\sigma'_{\min} = -\frac{3.78}{(0.1524^4 - d^4)}$$

Amplitud de esfuerzo:

$$\sigma_a = \frac{\sigma'_{\max} - \sigma'_{\min}}{2} \quad \text{Ec. 3.9}$$

$$\sigma_a = \frac{\frac{979.43}{(0.1524^4 - d^4)} - \left(-\frac{3.78}{(0.1524^4 - d^4)}\right)}{2}$$

$$\sigma_a = \frac{983.21}{(0.1524^4 - d^4)}$$

Esfuerzo medio:

$$\sigma_m = \frac{\sigma'_{\max} + \sigma'_{\min}}{2} \quad \text{Ec. 3.10}$$

$$\sigma_m = \frac{\frac{979.43}{(0.1524^4 - d^4)} + \left(-\frac{3.78}{(0.1524^4 - d^4)}\right)}{2}$$

$$\sigma_m = \frac{\frac{975.65}{(0.1524^4 - d^4)}}{2}$$

$$\sigma_m = \frac{487.82}{(0.1524^4 - d^4)}$$

Cálculo del diámetro interno – Criterio de ASME Elíptica

$$\left(\frac{\sigma_a}{S_e}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_m}{S_{y1}}\right)^2 = \frac{1}{n^2} \quad \text{Ec. 3.11}$$

$$\left(\frac{983.21}{(0.1524^4 - d^4)} \right)^2 + \left(\frac{487.82}{(0.1524^4 - d^4)} \right)^2 = \frac{1}{3^2}$$

$$\left(\frac{983.21}{85.2 * 10^6 (0.1524^4 - d^4)} \right)^2 + \left(\frac{487.82}{276 * 10^6 (0.1524^4 - d^4)} \right)^2 = \frac{1}{3^2}$$

$$\left(\frac{1.15 * 10^{-5}}{(0.1524^4 - d^4)} \right)^2 + \left(\frac{1.76 * 10^{-6}}{(0.1524^4 - d^4)} \right)^2 = \frac{1}{3^2}$$

$$\frac{1.35 * 10^{-10}}{(0.1524^4 - d^4)^2} = \frac{1}{3^2}$$

$$3^2 * (1.35 * 10^{-10}) = (0.1524^4 - d^4)^2$$

$$\sqrt{1.215 * 10^{-9}} = 0.1524^4 - d^4$$

$$d^4 = 5.045 * 10^{-4}$$

$$\mathbf{d = 0.1498 \text{ m}}$$

Espesor del cilindro

$$e = D_c - d \quad \text{Ec. 3.12}$$

$$e = 152.4 \text{ mm} - 149.8 \text{ mm}$$

$$e = 2.6 \text{ mm}$$

$$\therefore \mathbf{e = 3 \text{ mm}}$$

Por lo tanto, el cilindro del rodillo será construido a partir de tubería de acero inoxidable AISI 304, de 152.4 mm de diámetro (6 pulgadas), con un espesor de 3 mm, **ANEXO 2.**

3.3.1.3. Diseño del eje del rodillo.

Diseño estático del eje.

Datos del material:

- Eje de Acero inoxidable AISI 304.
- $S_y = 220 \text{ MPa}$
- $S_{ut} = 520 \text{ MPa}$

Factor de seguridad

- $n = 2.5$

Esfuerzo máximo debido a flexión.

$$\sigma_x = \frac{32 * M c}{\pi * d^3} \quad \text{Ec. 3.13}$$

$$\sigma_x = \frac{32 * 20.05 \text{ Nm}}{\pi * d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{204.23 \text{ Nm}}{d^3}$$

Esfuerzo máximo debido a torsión.

$$\tau_x = \frac{16 * T}{\pi * d^3} \quad \text{Ec. 3.14}$$

$$\tau_x = \frac{16 * 2.44 \text{ Nm}}{\pi * d^3}$$

$$\tau_x = \frac{12.42 \text{ Nm}}{d^3}$$

Aplicando la teoría de Von Mises tenemos

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + 3 * (\tau_x)^2} \quad \text{Ec. 3.15}$$

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{204.23 \text{ Nm}}{d^3}\right)^2 + 3 * \left(\frac{12.42 \text{ Nm}}{d^3}\right)^2}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{41709.9 \text{ Nm}}{d^6} + 3 * \frac{154.25 \text{ Nm}}{d^6}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{42172.67 \text{ Nm}}{d^6}}$$

$$\sigma = \frac{205.36 \text{ Nm}}{d^3}$$

Factor de seguridad:

$$n = \frac{S_y}{\sigma}$$

Ec. 3.16

Remplazamos ec 4 y el valor del factor de seguridad en ec 5.

$$2.5 = \frac{220 * 10^6 \frac{N}{m^2}}{\frac{205.36 \text{ Nm}}{d^3}}$$

$$2.5 = \frac{220 * 10^6 \frac{N}{m^2}}{\frac{205.36 \text{ Nm}}{d^3}}$$

$$2.5 = \frac{220 * 10^6 \frac{N}{m^2} * d^3}{205.36 \text{ Nm}}$$

Despejamos y obtenemos el diametro.

$$d^3 = \frac{205.36 \text{ Nm} * 2.5}{220 * 10^6 \frac{N}{m^2}}$$

$$d = \sqrt[3]{2.33 * 10^{-3} \text{ m}}$$

$$d = 0.01326 \text{ m}$$

$$d = 13.26 \text{ mm}$$

Diseño dinámico del eje.

Datos del material:

- Eje de Acero inoxidable AISI 304.
- $S_y = 220 \text{ MPa}$
- $S_{ut} = 520 \text{ MPa}$
- Para realizar el diseño consideramos para una vida infinita.

Factor de seguridad

- $n = 2.5$

Límite de resistencia a la fatiga:

$$S'_e = 0.5 S_{ut} \quad \text{Ec. 3.17}$$

$$S'_e = 0.5 * 520 \text{ MPa}$$

$$S'_e = 260 \text{ MPa}$$

Para una vida infinita se tiene:

$$k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f * \frac{1}{K_f} \approx 0.3$$

$$S_e = 0.3 * S'_e$$

$$S_e = 0.3 * 260 \text{ MPa}$$

$$S_e = 78 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{S_e}{\sigma} \quad \text{Ec. 3.18}$$

$$n = \frac{S_e * \pi * d^3}{32 * M_c}$$

Remplazando los datos y despejando el diámetro tenemos:

$$2.5 = \frac{78 * 10^6 \frac{N}{m^2} * \pi * d^3}{32 * 20.05 Nm}$$

$$d^3 = \frac{32 * 20.05 Nm * 2.5}{78 * 10^6 \frac{N}{m^2} * \pi}$$

$$d = \sqrt[3]{6.54 * 10^{-6} m}$$

$$d = 0.01870 m$$

$$d = 18.70 mm$$

Una vez realizado el análisis estático y dinámico, se selecciona un eje de Acero inoxidable AISI 304 de diámetro 19.05 mm (3/4 de pulgada), **ANEXO 3**.

3.3.1.4. Selección de chumaceras para el eje del rodillo.

Para la selección de las chumaceras iniciaremos seleccionando la vida útil del rodamiento. A continuación, en la Tabla 11 se considerará la vida útil.

Tabla 11: Vida útil especificada [39].

Valores orientativos de la vida útil especificada de los diferentes tipos de máquinas	
Tipo de máquina	Vida útil especificada Horas de funcionamiento
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, equipos técnicos de uso médico	300 ... 3 000
Máquinas utilizadas intermitentemente o durante breves períodos: herramientas eléctricas portátiles, dispositivos de elevación en talleres, máquinas y equipos para la construcción	3 000 ... 8 000
Máquinas utilizadas intermitentemente o durante breves períodos donde se requiere una alta confiabilidad: ascensores (elevadores), grúas para productos embalados o eslingas para tambores, etc.	8 000 ... 12 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario, no siempre utilizadas al máximo: transmisiones por engranajes de uso general, motores eléctricos para uso industrial, trituradoras giratorias	10 000 ... 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario utilizando plenamente sus capacidades: herramientas mecánicas, máquinas para carpintería, máquinas para la industria de la ingeniería, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipos de impresión, separadores y centrifugadoras	20 000 ... 30 000
Máquinas para 24 horas de trabajo continuo: unidades de engranajes para laminadores, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresores, tornos de extracción para minas, bombas, maquinaria textil	40 000 ... 50 000
Maquinaria para energía eólica, incluidos los rodamientos del eje principal, de orientación, de la caja de engranajes de cambio de paso, del generador	30 000 ... 100 000
Maquinaria para abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas de trenzado de cables, maquinaria de propulsión para buques de alta mar	60 000 ... 100 000
Máquinas eléctricas de gran tamaño, plantas de generación de energía, bombas para minas, ventiladores para minas, rodamientos para ejes en túnel para buques de alta mar	> 100 000

Tabla 12: Datos para selección de chumaceras [Autor].

Denominación	Valor	Unidades
Revoluciones requeridas [n_D]	500	rpm
Vida útil [l_D]	30000	h
Carga crítica [F_b]	65.83	N
Diámetro interior	19.05	mm
Factor de rotación [V]	1.2	
Cojines de bola [a]	3	

$$P = F_b * V \quad \text{Ec. 3.19}$$

$$P = 65.83 \text{ N} * 1.2$$

$$P = 79 \text{ N}$$

Carga requerida

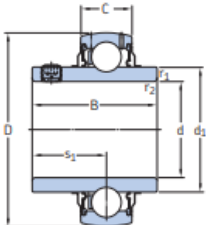
$$C = P * \left(\frac{l_D * n_D * 60}{10^6} \right)^{\frac{1}{a}} \quad \text{Ec. 3.20}$$

$$C = 79 * \left(\frac{10000 * 500 * 60}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$C = 762.73 \text{ N}$$

$$C = 0.76 \text{ KN}$$

Para un diámetro de 19.05 mm ($\frac{3}{4}$ de pulgada), se selecciona el rodamiento insertable de la chumacera con las características que se indica en la Figura 37 a continuación.



Dimensiones		Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidad límite con tolerancia de eje h6	Masa	Designación					
d	D	B	C	d ₁	s ₁	r _{1,2}	C	C ₀	P _u	r. p. m.	kg	-
pulg./mm mm						mín.	kN		kN			
3/4 19,05	47	31	14	28,2	18,3	0,6	12,7	6,55	0,28	8 500	0,14	E2.YAR 204-012-2F
7/8 22,225	52	34,1	15	33,7	19,8	0,6	14	7,8	0,335	7 000	0,21	E2.YAR 205-014-2F
15/16 23,813	52	34,1	15	33,7	19,8	0,6	14	7,8	0,335	7 000	0,2	E2.YAR 205-015-2F

Figura 37: Dimensiones del rodamiento para chumacera [39].

Cálculo de la vida nominal

Capacidad de carga básica dinámica = $C = 12.70 \text{ KN}$

Carga equivalente = $P = 0.079 \text{ KN}$

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \quad \text{Ec. 3.21}$$

$$L_{10} = \left(\frac{12.70}{0.079}\right)^3$$

$$L_{10} = 4154606.431$$

Vida nominal en horas

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 * (n)} * L_{10}$$

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 * 500} * 4154606.431$$

$$L_{10} = 138486881 \text{ h}$$

3.3.2. Selección del motor

3.3.2.1. Potencia del motor requerido.

$$P > \frac{T \cdot \omega}{n} \quad \text{Ec. 3.22}$$
$$P > \frac{2.44 \text{ Nm} * 1.5 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}{0.5}$$
$$P > 7.32 \text{ W}$$
$$P > 0.0098 \text{ hp}$$

En función de la probabilidad de aumento de la capacidad de procesamiento de la máquina, al igual que la limitación en el mercado de motores de baja potencia, se optará por un motor cuya potencia es de:

$$P = 550 \text{ W} = 0.74 \text{ Hp}$$

Para la selección del motor se cuenta con dos alternativas de acuerdo a la disponibilidad en el mercado que son: motor servo, motor de embrague. De los cuales se optó por el motor servo, presentado en la Figura 38, que presenta las siguientes ventajas en comparación del motor tradicional.

- Con relación a los motores convencionales el motor servo cuenta con un panel digital que permite regular la velocidad de trabajo máxima en un rango de 200 a 5000 rpm, es decir se puede trabajar a su velocidad mínima.
- Son silenciosos, evitando si la contaminación del espacio de trabajo por ruido, mejorando el ambiente de trabajo.
- Su peso es prácticamente 1/3 del peso de los motores convencionales, presenta una gran ventaja en el caso de ser transportado.
- Las vibraciones son prácticamente escasas.
- Ahorran el consumo de energía hasta un 75% en comparación de los motores convencionales de embrague.

- No necesitan de mantenimiento continuo, Además que este tipo de motores están en la vanguardia en lo que respecta tecnología.



Figura 38: Motor seleccionado [41].

3.3.3. Diseño del sistema de transmisión.

Dado que la velocidad adecuada para el planchado por rodillo está en un rango de 9 a 15 rpm y la velocidad mínima que el motor suministra es 200 rpm es necesario reducir esa velocidad por lo que se propone un sistema como el que se muestra en la Figura 39.

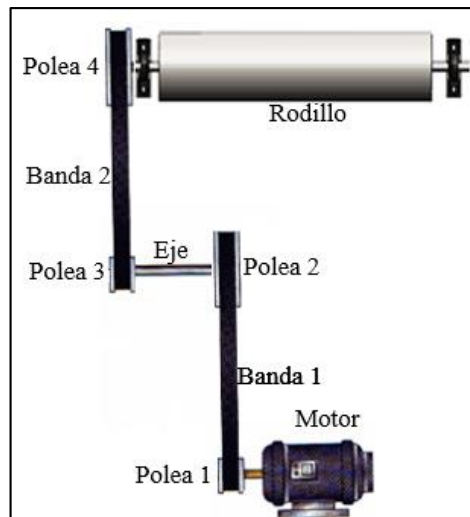


Figura 39: Sistema de transmisión asumido [Autor].

Velocidades de cada polea.

$$n_1 = 200 \text{ rpm}$$

Diámetros de las poleas asumidos.

Los diámetros de las poleas se asumirán de acuerdo a las dimensiones existentes en el mercado.

Poleas conductoras

$$d1 = d3$$

$$d1 = 50.8 \text{ mm (2 pulgadas)}$$

Poleas conducidas.

$$d2 = d4$$

$$d2 = 228.6 \text{ mm (9 pulgadas)}$$

$$n1d1 = n2d2$$

$$200 \text{ rpm} * 50.8 \text{ mm} = n2 * 228.6 \text{ mm}$$

$$n2 = 44.4 \text{ rpm}$$

$$n2 = n3$$

$$n3d3 = n4d4$$

$$44.4 \text{ rpm} * 50.8 \text{ mm} = n4 * 228.6$$

$$n4 = 9.87 \text{ rpm}$$

Con esta configuración y diámetros de poleas asumidos la velocidad de giro del rodillo es la adecuada para realizar el trabajo, por lo tanto, las poleas serán de Aluminio y con los diámetros antes ya mencionados.

3.3.3.1. Selección de bandas.

A continuación, se realizará la selección de las bandas para uno de los tramos:

Selección de la banda 1.

Datos:

- Potencia a transmitir de 0.55 kW.

- Velocidad polea pequeña = 200 rpm.
- Horas de funcionamiento = 8 h.
- Diámetro de la polea conducida = 228.6 mm.
- Diámetro de la polea conductora = 50.8 mm.
- Distancia entre centros tomado del diseño CAD = 335 mm

Para la selección de la polea se basará en el catálogo OLEOSTATIC®

Tabla 13: Coeficientes de corrección C_c [42].

Aplicaciones	Horas diarias de funcionamiento					
	0-8	8-16	16-24	0-8	8-16	16-24
Trabajos ligeros Bombas centrífugas y compresores, cintas transportadoras (materiales ligeros), ventiladores y bombas de hasta 7,5 kW.	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Trabajos normales Cizallas para chapa, prensas, cintas transportadoras y de cadena, tamices (materiales pesados), grupos generadores, máquinas-herramienta, amasadoras, lavadoras industriales, prensas de tipografía, ventiladores y bombas de más de 7,5 kW.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Trabajos pesados Molino de martillos, compresores de pistón, cintas transportadoras para cargas muy pesadas, montacargas, máquinas para la industria textil, máquinas continuas para papeteras, bombas de pistón, bombas para dragar, sierras alternativas.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Trabajos particularmente pesados Molinos de potencia elevada, Trituradores de piedras, calandras, mezcladoras, grúas, excavadoras, dragas.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8

Corrección de la potencia.

Para una máquina de planchadora textil con un tiempo de funcionamiento de 8 horas diarias se tiene un coeficiente de corrección de 1,2, Tabla 13.

La potencia corregida es:

$$P_c = P * C_c$$

Ec. 3.23

$$P_c = 0.55 * 1.2$$

$$P_c = 0.66 \text{ Kw}$$

Con la potencia corregida de 0.66 Kw y una velocidad de 200 rpm de la polea conductora, la sección de las bandas será de tipo A, Figura 40.

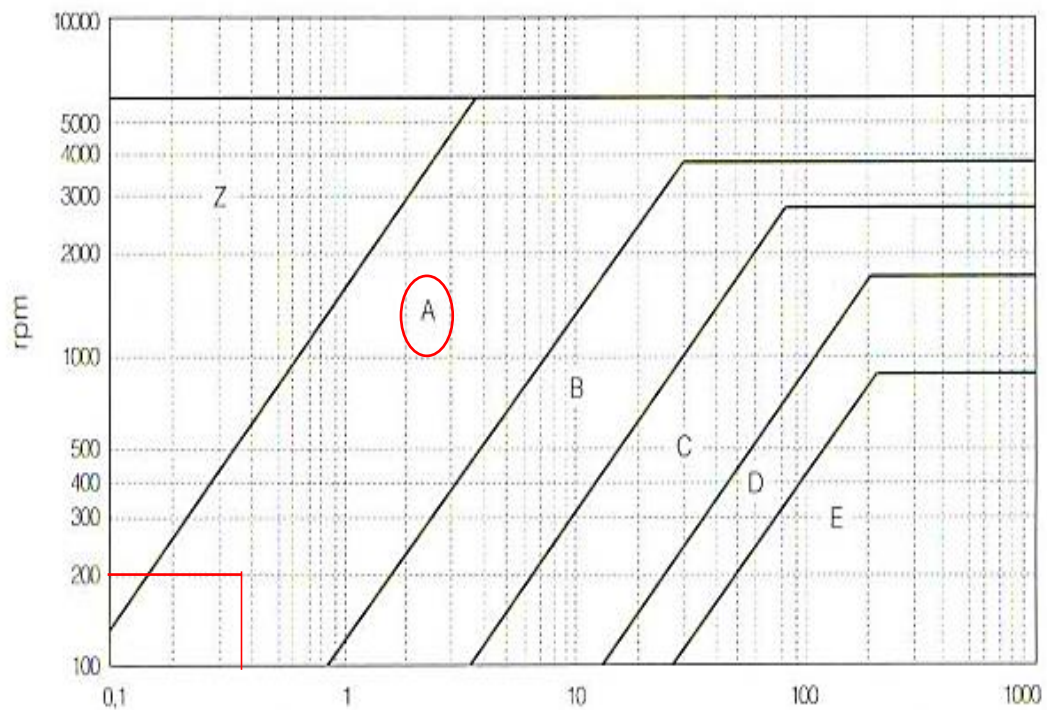


Figura 40: Selección del tipo de banda [42].

Calculo de la longitud de la banda.

Para la distancia entre centros de 335 mm, la longitud de la correa necesaria es igual a:

$$L_p = \pi * \frac{(D+d)}{2} + \frac{(D-d)^2}{4 * C_1} + 2 * C_1 \quad \text{Ec. 3.24}$$

$$L_p = \pi * \frac{(228.6 + 50.8)}{2} + \frac{(228.6 - 50.8)^2}{4 * 335} + 2 * 335$$

$$L_p = 1132.47 \text{ mm}$$

Con esta longitud primitiva de la Figura 41 seleccionamos la longitud real de la banda del catálogo, obteniendo como resultado una banda tipo A 43; $L_p = 1133 \text{ mm}$

A (mm 13 x 8)		
TIPO	Li (mm)	Lp (mm)
A 39	992	1025
A 39 ½	1000	1033
A 40	1016	1049
A 40 ½	1030	1063
A 41	1041	1074
A 42	1067	1100
A 43	1100	1133
A 43 ½	1105	1138
A 44	1120	1153
A 44 ½	1132	1165
A 45	1143	1176
A 46	1168	1201
A 46 ½	1180	1213
A 47	1200	1233
A 48	1220	1253
A 49	1250	1283
A 50	1270	1303
A 51	1300	1333
A 51 ½	1307	1340

Figura 41: Selección de la longitud real de la banda [42].

Corrección de la distancia entre centros.

$$Ic = I + \left| \frac{Lp - Lpreal}{2} \right| \quad \text{Ec. 3.25}$$

$$Ic = 335 + \left| \frac{1132.47 - 1133}{2} \right|$$

$$Ic = 335.265 \text{ mm}$$

Velocidad periférica de la correa.

$$V = \frac{dn_{motor}\pi}{60000} \quad \text{Ec. 3.26}$$

$$V = \frac{50.8 \text{ mm} * 200 \text{ rpm} * \pi}{60000}$$

$$V = 0.53 \text{ m/s}$$

Ángulo de contacto.

Primero debemos calcular el ángulo entre canales y el ángulo de abrazamiento como sigue:

- Ángulo entre canales (γ)

$$\gamma = 2 \arcsen \left(\frac{D-d}{2lc} \right) \frac{180}{\pi} \quad \text{Ec. 3.27}$$

$$\gamma = 2 \arcsen \left(\frac{228.6 \text{ mm} - 50.8 \text{ mm}}{2(335.265 \text{ mm})} \right) \frac{180}{\pi}$$

$$\gamma = 30.75^\circ$$

$$\gamma = 31^\circ$$

- Ángulo de abrazamiento (arc)

$$arc = 180^\circ - \gamma \quad \text{Ec. 3.28}$$

$$arc = 180^\circ - 31^\circ$$

$$arc = 149^\circ$$

Con el ángulo de abrazamiento calculamos el ángulo α

$$\alpha = \frac{180 - arc}{2} \quad \text{Ec. 3.29}$$

$$\alpha = \frac{180 - 149}{2}$$

$$\alpha = 15.5^\circ$$

Ahora conocido el ángulo α calculamos en ángulo β

$$\beta = 180^\circ + 2\alpha \quad \text{Ec. 3.30}$$

$$\beta = 180^\circ + 2(15.5^\circ)$$

$$\beta = 211^\circ$$

Tensiones en la polea.

La tensión de la polea se calcula con la ecuación siguiente:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\frac{f\beta}{\sin^2 \frac{40}{2}}} \quad \text{Ec. 3.31}$$

El valor del ángulo de garganta (γ) recomendado es de 40, y del coeficiente de fricción (f) es de 0.28.

Por motivos de cálculo el ángulo de contacto β , debe ser transformado a radianes.

$$\beta = 211^\circ = 3.68 \text{ rad}$$

Por lo tanto, tenemos:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\frac{0.28(3.68)}{\sin^2 \frac{40}{2}}}$$

$$T_1 = 20.342 * T_2 \quad \text{Ec. 3.32}$$

Calculo de tensiones con la potencia.

$$P = \frac{(T_1 - T_2)V}{33000} \quad \text{Ec. 3.33}$$

$$P = \frac{(T_1 - T_2)V}{33000}$$

La velocidad calculada de la polea debe estar en ft/min y la potencia en Hp.

$$V = 104.33 \text{ ft/min}$$

$$P = 0.74 \text{ Hp}$$

$$0.74 \text{ Hp} = \frac{(T_1 - T_2)104.33 \text{ ft/min}}{33000}$$

$$T_1 - T_2 = 234.06$$

$$T_1 = 234.06 + T_2$$

Igualamos el valor de T1 de la ecuación 3.28 en la ecuación anterior y tenemos:

$$T1 = T1$$

$$20.342 T2 = 234.06 + T2$$

$$T2 = 12.10 \text{ lb}$$

$$\mathbf{T2 = 53.82 N}$$

Remplazando T2 en la ecuación 3.28 tenemos:

$$T1 = 20.342 * (12.10)$$

$$T1 = 246.14 \text{ lb}$$

$$\mathbf{T1 = 1094.88 N}$$

Selección de la banda 2.

Para realizar la selección de la banda para el tramo 2 se sigue el mismo procedimiento, por lo que nos centraremos en el cálculo de su longitud.

Calculo de la longitud de la banda 2.

Para la distancia entre centros de 385 mm tomada del software de diseño, la longitud de la correa necesaria es igual a:

$$L_p = \pi * \frac{(D+d)}{2} + \frac{(D-d)^2}{4 * C_1} + 2 * C_1 \quad \text{Ec. 3.34}$$

$$L_p = \pi * \frac{(228.6 + 50.8)}{2} + \frac{(228.6 - 50.8)^2}{4 * 385} + 2 * 385$$

$$\mathbf{L_p = 1229.40 mm}$$

Con esta longitud primitiva de la Figura 42 seleccionamos la longitud real de la banda del catálogo, obteniendo como resultado una banda tipo A 47; $L_p = 1233 \text{ mm}$

A (mm 13 x 8)		
TIPO	Li (mm)	Lp (mm)
A 45	1143	1176
A 46	1168	1201
A 46 ½	1180	1213
A 47	1200	1233
A 48	1220	1253
A 49	1250	1283
A 50	1270	1303
A 51	1300	1333
A 51 ½	1307	1340
A 52	1320	1353
A 52 ½	1337	1370
A 53	1346	1379
A 53 ¼	1355	1388
A 54	1372	1405
A 55	1400	1433

Figura 42: Selección de la longitud real de la banda [42].

Corrección de la distancia entre centros.

$$I_c = I + \left| \frac{L_p - L_{preal}}{2} \right| \quad \text{Ec. 3.35}$$

$$I_c = 385 + \left| \frac{1229.40 - 1233}{2} \right|$$

$$I_c = 386.8 \text{ mm}$$

Velocidad periférica de la correa.

$$V = \frac{dn_{motor}\pi}{60000} \quad \text{Ec. 3.36}$$

$$V = \frac{50.8 \text{ mm} * 200 \text{ rpm} * \pi}{60000}$$

$$V = 0.53 \text{ m/s}$$

Ángulo de contacto.

Primero debemos calcular el ángulo entre canales y el ángulo de abrazamiento como sigue:

- Ángulo entre canales (γ)

$$\gamma = 2 \arcsen \left(\frac{D-d}{2lc} \right) \frac{180}{\pi} \quad \text{Ec. 3.37}$$

$$\gamma = 2 \arcsen \left(\frac{228.6 \text{ mm} - 50.8 \text{ mm}}{2(386.8 \text{ mm})} \right) \frac{180}{\pi}$$

$$\gamma = 26.57^\circ$$

$$\gamma = 27^\circ$$

- Ángulo de abrazamiento (arc)

$$\text{arc} = 180^\circ - \gamma \quad \text{Ec. 3.38}$$

$$\text{arc} = 180^\circ - 27^\circ$$

$$\text{arc} = 153^\circ$$

Con el ángulo de abrazamiento calculamos el ángulo α

$$\alpha = \frac{180 - \text{arc}}{2} \quad \text{Ec. 3.39}$$

$$\alpha = \frac{180 - 149}{2}$$

$$\alpha = 13.5^\circ$$

Ahora conocido el ángulo α calculamos en ángulo β

$$\beta = 180^\circ + 2\alpha \quad \text{Ec. 3.40}$$

$$\beta = 180^\circ + 2(13.5^\circ)$$

$$\beta = 207^\circ$$

Tensiones en la polea.

La tensión de la polea se calcula con la ecuación siguiente:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\frac{f\beta}{\sin \frac{40}{2}}} \quad \text{Ec. 3.41}$$

El valor del ángulo de garanta (γ) recomendado es de 40° , y del coeficiente de fricción(f) es de 0.28.

Por motivos de cálculo el ángulo de contacto β , debe ser transformado a radianes.

$$\beta = 207^\circ = 3.61 \text{ rad}$$

Por lo tanto, tenemos:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\frac{0.28(3.61)}{\sin \frac{40}{2}}}$$

$$T_1 = 19.21T_2 \quad \text{Ec. 3.42}$$

Calculo de tensiones con la potencia.

$$P = \frac{(T_1 - T_2)V}{33000} \quad \text{Ec. 3.43}$$

$$P = \frac{(T_1 - T_2)V}{33000}$$

La velocidad calculada de la polea debe estar en ft/min y la potencia en Hp.

$$V = 104.33 \text{ ft/min}$$

$$P = 0.74 \text{ Hp}$$

$$0.74 \text{ Hp} = \frac{(T_1 - T_2)104.33 \text{ ft/min}}{33000}$$

$$T_1 - T_2 = 234.06$$

$$T_1 = 234.06 + T_2$$

Igualamos el valor de T1 de la ecuación 3.38 en la ecuación anterior y tenemos:

$$T1 = T1$$

$$19.21 T2 = 234.06 + T2$$

$$T2 = 12.85 \text{ lb}$$

$$\mathbf{T2 = 57.16 N}$$

Remplazando T2 en la ecuación 3.38 tenemos:

$$T1 = 20.342 * (12.85)$$

$$T1 = 261.4 \text{ lb}$$

$$\mathbf{T1 = 1162.76 N}$$

3.3.4. Cálculo de los resortes

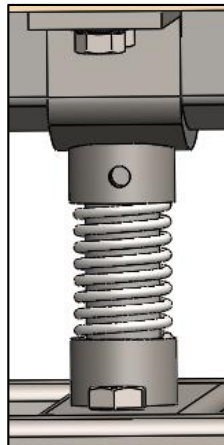


Figura 43:Resortes del mecanismo de cámara de vapor [Autor].

3.3.4.1. Fuerza mínima del resorte

Se toma el peso del rodillo para determinar la fuerza que debe proporcionar el resorte, y se lo multiplica un factor de diseño n_s . Como existen dos resortes el peso de 13,5 kg se divide para cada resorte y se trabaja con 6,75 kg = 66,21 N

$$F_{min} = W_r * n_s \quad \mathbf{Ec. 3.44}$$

$$F_{min} = 66,21 N * 1,2$$

$$\mathbf{F_{min} = 79,46 N}$$

Previo a los cálculos se toman en cuenta ciertos parámetros a considerar como las dimensiones en las que deben encajar y la compresión mínima para permitir el paso de la tela. La longitud máxima de alojamiento es de 45 mm, el diámetro interno es mayor a 20 mm, un desplazamiento longitudinal de 10 mm.

Con la fuerza mínima que debe ejercer el resorte, se calcula la escala del resorte k . para después recalcular la fuerza y corroborar que la fuerza del resorte sobrepase $F_{min} = 79,46 N$.

Considerando que el material es de alambre estirado duro ($G = 79,3 \text{ GPa}$; $E = 197,2 \text{ GPa}$) **ANEXO 5**.

Para iniciar se toma:

$$d = 2 \text{ mm}$$

$$D = 23 \text{ mm}$$

$$N = 8$$

$$k = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot N} \quad \text{Ec. 3.45}$$

$$k = \frac{79,3 \text{ GPa} \cdot (2 \text{ mm})^4}{8 \cdot (23 \text{ mm})^3 \cdot 8}$$

$$k = 1629,41 \text{ N/m}$$

$$F_R = k \cdot y_R \quad \text{Ec. 3.46}$$

$$F_R = \frac{1629,41 \text{ N}}{m} \cdot 0,01 \text{ m}$$

$$F_R = 16,29 \text{ N}$$

$$16,29 \text{ N} < 79,46 \text{ N}$$

$F_R < F_{min} \therefore$ no cumple con la fuerza requerida

Se realizan varias iteraciones y se determina la siguiente configuración para satisfacer la condición mínima de fuerza. Se considera $d = 3 \text{ mm}$, $D = 24 \text{ mm}$ y $N = 7$

$$k = \frac{G * d^4}{8 * D^3 * N}$$

$$k = \frac{79,3 \text{ GPa} * (3 \text{ mm})^4}{8 * (24 \text{ mm})^3 * 7}$$

$$k = 8297,29 \text{ N/m}$$

$$F_R = k * y_R$$

$$F_R = \frac{8297,29 \text{ N}}{m} * 0,01 \text{ m}$$

$$F_R = 82,97 \text{ N}$$

$$\mathbf{82,97 \text{ N} > 79,46 \text{ N}}$$

$F_R > F_{min} \therefore$ cumple satisfactoriamente con la fuerza requerida

Por tal motivo los resortes deben ser de alambre estirado duro de 3 mm de diámetro, cuyo diámetro interno es de 21 mm y 7 espiras con extremos a escuadra o cerrados y un paso de 5,6 mm entre espiras.

3.3.5. Diseño de la cámara de vapor.

El vapor que proviene del caldero debe calentar la superficie de la cámara, además de vaporizar las prendas, por lo que se consideró la siguiente configuración como se presenta en la Figura 44 para la cámara de vapor.

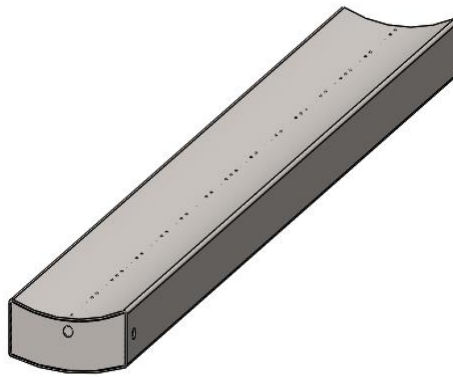


Figura 44: Configuración de la cámara de vapor[Autor].

Para obtener más detalles dimensionales revisar **ANEXO 8**, Lámina 16. La cámara de vapor debe acoplarse de la mejor manera con el rodillo y su recubrimiento, con el fin de tener mayor área de contacto entre las prendas a ser planchadas y la superficie de la cámara de vapor.

3.3.5.1. Análisis de la cámara de vapor

Este recipiente posee una geometría particular para esta aplicación, caras cóncavas en los extremos superior e inferior, caras planas a los lados, además de una cavidad triangular y aletas de refuerzo que complican el análisis con métodos convencionales, por tanto, se ha hecho un análisis de elementos finitos que permita corroborar que las condiciones de trabajo no afecten al funcionamiento del mismo.

Debido a que el recipiente va a trabajar con vapor de agua generado por un pequeño caldero, se requiere conocer las condiciones de salida de vapor que este proporciona, para lo cual se han tomado mediciones en normal funcionamiento, tales como:

Fluido de trabajo: Vapor de agua saturado

Presión a la salida del sistema: Corresponde a 40 *psi* (275 *KPa*)

Temperatura de vapor: Corresponde a 130 °C medidos a la salida del caldero.

Potencia generada por el caldero: Según especificaciones técnicas del fabricante es de 2 BHP = 19,619 kJ/kg.

Cálculo del flujo másico de vapor

$$\dot{m}v = \frac{P}{h-h_f} \quad \text{Ec. 3.47}$$

La potencia generada por el caldero es P, la entalpia de vapor saturado $h_f = 2172,65$ kJ/kg y la entalpia del agua en la entrada $h = 548,42$ kJ/kg son datos extraídos de las tablas termodinámicas para vapor de agua a una presión constante de 40 psi o 275,79 kP. [17]

$$\dot{m}v = \frac{19,619 \text{ kJ/s}}{\frac{2172,65 \text{ kJ}}{\text{kg}} - \frac{548,72 \text{ kJ}}{\text{kg}}}$$

$$\dot{m}v = 0,012 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$\dot{m}v = \frac{43,48 \text{ kg}}{h}$$

Análisis de los efectos de la presión interna sobre las paredes del recipiente.

Para este análisis se simuló la geometría interna del vapor que corresponde al volumen total que ocupa el fluido y su afectación en la parte estructural. Se tomó en consideración al vapor saturado a 40 psi (275 kPa) como fluido de trabajo cuyo flujo másico corresponde a 0,0012 kg/s y entra a una temperatura de 130 °C.

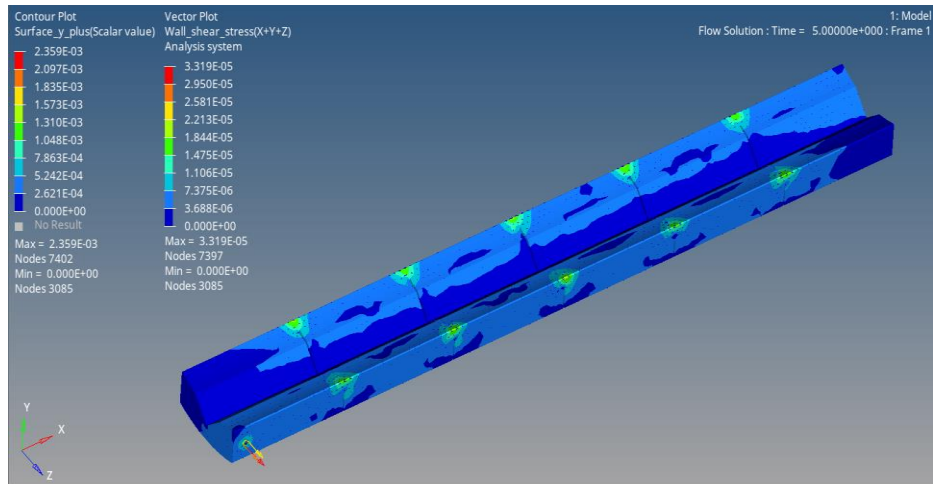


Figura 45: Distribución de esfuerzos por presión interna, ANSYS, [Autor].

Como es visible en la Figura 45 , la mayor concentración de esfuerzos se localiza en las brechas que están sobre los refuerzos verticales, con un valor máximo de $3,319 * 10^5 \text{ Pa} = 0,332 \text{ MPa}$; lo cual es considerablemente inferior incluso al esfuerzo de tracción del acero de 276 MPa.

Esto podría indicar que el espesor del material de 3 mm puede ser exagerado, no obstante, la conveniencia en la disponibilidad de material y su fijación al recipiente hacen que se mantenga el diseño y se asegura su durabilidad.

Velocidad del vapor en las paredes de la cámara.

En la Figura 46 se muestra la forma en que la velocidad del vapor choca contra las pared del recipiente y generan un flujo turbulento, cuya máxima velocidad es de 45,6 m/s.

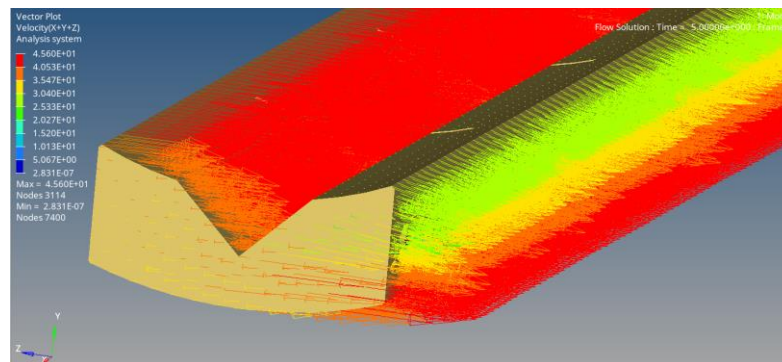


Figura 46: Distribución de velocidades por presión interna ANSYS, [Autor].

3.3.5.2. Cálculo de la tasa de calor en el recipiente

Tomando en cuenta que el vapor que ingresa en el recipiente es transformado en agua a su salida y dicho calor de condensación es transferido a las paredes del recipiente, se determina la tasa de dicho calor para estimar un tiempo de calentamiento en las paredes. Se debe estimar en primera instancia la temperatura de agua a la salida, si la temperatura de entrada es de 130 °C y la de la superficie debe alcanzar 150 °C, todo a un régimen isobárico de 270 kPa o 40 Psi. Del **ANEXO 7** se extraen los siguientes datos.

$$\rho = 1,496 \text{ kg/m}^3$$

$$k = 0,0288 \text{ Wm/}^\circ\text{K}$$

$$v = 1,33 * 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Cp = 2177 \text{ J/kg}^\circ\text{K}$$

$$Pr = 1,01$$

Si se toma a la geometría como un rectángulo de dimensiones a = 43,2 mm; b = 120 mm. El diámetro hidráulico se determina con la fórmula:

$$Dh = \frac{4Ac}{p} m \quad \text{Ec. 3.48}$$

$$Dh = \frac{4(a * b)}{2(a + b)} m$$

$$Dh = \frac{4(0,043 * 0,12)}{2(0,043 + 0,12)} m$$

$$Dh = 0,064 m$$

La velocidad media del fluido y el número de Reynolds se calculan a continuación

$$V_{prom} = \frac{\dot{V}}{Ac} \quad \text{Ec. 3.49}$$

$$V_{prom} = \frac{0,012 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * 1,496 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{0,064 m}$$

$$V_{prom} = 1,55 \frac{m}{s}$$

$$Re = \frac{V_{prom} * Dh}{\nu}$$

$$Re = \frac{1,55 \frac{m}{s} * 0,064 m}{1,33 * 10^{-5} \frac{m^2}{s}}$$

$$Re = 7218,05 \therefore \text{Flujo turbulento}$$

Para lo cual su longitud de entrada se estima en diez veces su diámetro hidráulico, lo que corresponde a $L_h = 0,64$ m. Lo que permite suponer que se tiene flujo turbulento completamente desarrollado y su respectivo número de Nusselt se determina con esta expresión.

$$Nu = \frac{h D_h}{k} \quad \text{Ec. 3.50}$$

$$Nu = 0,023 Re^{0,8} * Pr^{0,3}$$

$$Nu = 0,023 (7218,05)^{0,8} * (1,01)^{0,3}$$

$$Nu = 28,168$$

Al despejar el coeficiente de convección h de esta expresión.

$$h = \frac{k}{D_h} Nu$$

$$h = \frac{0,0288 \frac{W}{mK} * 28,168}{0,064 m}$$

$$h = 12,68 \frac{W}{m^2K}$$

$$As = 2(a + b) * L$$

$$As = 2(0,043 + 0,12) m * 1 m$$

$$As = 0,326 m^2$$

La temperatura de salida del agua se obtiene con la fórmula:

$$T_e = T_s - (T_s - T_i) e^{-\frac{h As}{\dot{m}_v c_p}} \quad \text{Ec. 3.51}$$

$$T_e = 150 \text{ }^\circ\text{C} - (150 - 130) e^{-\frac{12,68*0,326}{0,012*2177}} \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_e = 90,24 \text{ }^\circ\text{C}$$

La razón de pérdida del calor se determina con la diferencia media logarítmica de temperatura

$$\Delta T_{lm} = \frac{T_i - T_e}{\ln \frac{T_s - T_e}{T_s - T_i}} \quad \text{Ec. 3.52}$$

$$\Delta T_{lm} = \frac{130 - 90,24}{\ln \frac{150 - 90,24}{150 - 130}} \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{lm} = 36,32 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = h A_s \Delta T_{lm} \quad \text{Ec. 3.53}$$

$$Q = 12,68 \frac{\text{W}}{\text{m }^\circ\text{C}} * 0,326 \text{ m}^2 * 36,32 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 150,135 \text{ W}$$

Esto indica que el vapor saturado cede calor a las paredes del recipiente a razón de 150,135 W, pero para obtener el tiempo estimado de calentamiento usamos esta expresión.

$$q = m C_p \Delta T \quad \text{Ec. 3.54}$$

$$q = \rho * V * C_p (T_i - T_e)$$

$$q = 1,496 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,846 \text{ m}^3 * 2177 \frac{\text{J}}{\text{kg }^\circ\text{C}} * (130 - 90,24) \text{ }^\circ\text{C}$$

$$q = 67127,64 \text{ J}$$

$$\Delta t = \frac{q}{Q} \quad \text{Ec. 3.55}$$

$$\Delta t = \frac{67127 \text{ J}}{150,135 \text{ W}}$$

$$\Delta t = 447,12 \text{ s}$$

Lo que determina es que el tiempo de calentamiento del recipiente corresponde a 447,12 s un aproximado de 7 minutos en los que la temperatura de las superficies ronda los 150 °C.

3.3.6. Conexión del Sistema de vapor.

En la Figura 47 se presenta un esquema de la conexión del sistema de vapor.

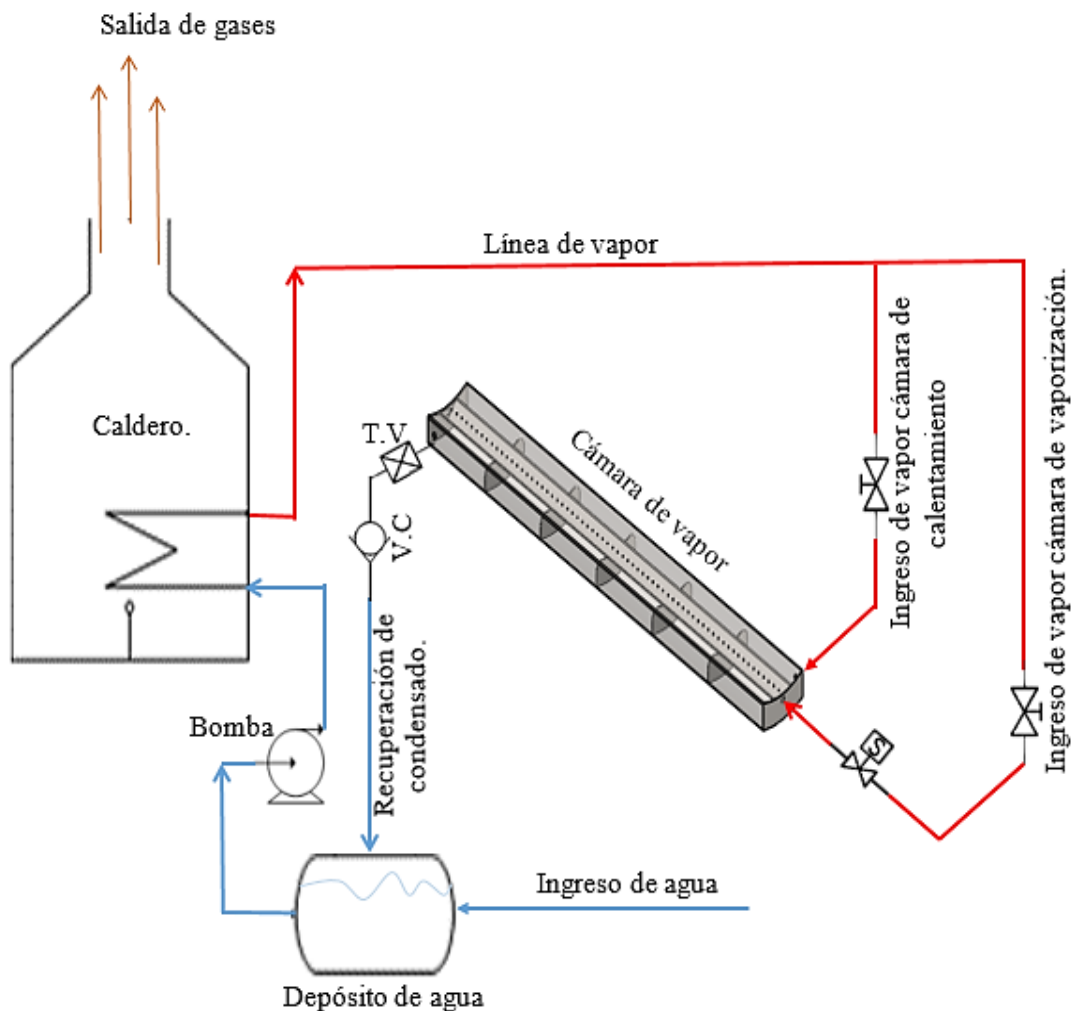


Figura 47: Esquema de conexión de vapor [Autor].

La cámara de vapor está compuesta por dos cámaras internas, una de ellas permite el calentamiento de todo el sistema, mientras que la otra permite la vaporización de las prendas o de los textiles a ser planchados.

El vapor ingresa hacia cada una de las cámaras internas mediante mangueras de presión de diámetro ¼ de pulgada.

3.3.6.1. Sistema de regulación de la salida de vapor.

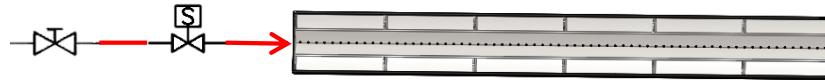


Figura 48: Esquema de salida de vapor para vaporizar prendas [Autor].

Como se muestra en la Figura 48 la salida del vapor hacia la cámara de vaporización está controlada mediante una electroválvula. Al accionar el pedal de giro del rodillo también se activa el solenoide de la electroválvula permitiendo así el paso del vapor únicamente si el rodillo está girando, evitando de esta manera el desperdicio del vapor.

La cámara de vaporización está compuesta por una hilera de 67 agujeros de forma longitudinal con un diámetro de 2 mm. Para obtener mayor detalle de la geometría revisar **Anexo 8**.

3.3.7. Diseño de la estructura.

3.3.7.1. Selección de perfil

Cada una de las columnas va a soportar la mitad del peso total de los componentes de la máquina, además la carga aplicada es excéntrica, es peso estimado de los componentes de la máquina son 69 Kg por lo que tenemos:

$$P_{cr} = \frac{W_T}{2} \quad \text{Ec. 3.56}$$

$$P_{cr} = \frac{69 \text{ Kg} \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)}{2}$$

$$P_{cr} = 338.45 \text{ N}$$

La sección transversal requerida es:

$$n = \frac{0.5S_y}{\sigma} \quad \text{Ec. 3.57}$$

$$n = \frac{0.5S_y}{\frac{P_{cr}}{A} \left[1 + \frac{e * c}{k^2} * \sec \left(\frac{l}{2k} \sqrt{\frac{P_{cr}}{EA}} \right) \right]}$$

$$n = \frac{0.5 * 248.21 * 10^6 Pa}{\frac{338.45}{A} \left[1 + \frac{0.2 * c}{k^2} * \sec \left(\frac{0.62}{2k} \sqrt{\frac{338.45}{200 * 10^9 A}} \right) \right]}$$

Mediante un proceso iterativo, se ha seleccionado el perfil estructural de sección cuadrada 50x50x2, para a más de soportar la carga aplicada, no se produzca la falla por pandeo. En la Tabla 14 se presentan los daos obtenidos y el perfil seleccionado mediante el proceso iterativo.

Tabla 14: Selección de perfil cuadrado [Autor].

Perfil cuadrado	Espesor (mm)	A		c		k		n	Pandeo
		cm ²	m ²	mm	m	cm	m		
30x30	2	2.72	0.000272	25	0.025	1.12	0.0112	3.05	Si
30x30	3.0	3.20	0.000320	25	0.025	1.10	0.0110	3.46	Si
30x30	3.2	3.38	0.000338	25	0.025	1.09	0.0109	3.59	Si
40x40	2	3.72	0.000372	25	0.025	1.53	0.0153	7.63	No
40x40	3.0	4.40	0.000440	25	0.025	1.51	0.0151	8.80	No
40x40	3.2	4.66	0.000466	25	0.025	1.50	0.0150	9.20	No
50x50	2	4.72	0.000472	25	0.025	1.94	0.0194	15.16	No
50x50	3.0	5.60	0.000560	25	0.025	1.92	0.0192	17.64	No
50x50	3.2	5.94	0.000594	25	0.025	1.91	0.0191	18.53	No

Se realizó la simulación de la estructura en Solid Works, aplicando las cargas que soporta la misma y se obtuvo los resultados como se muestra en la Figura 49.

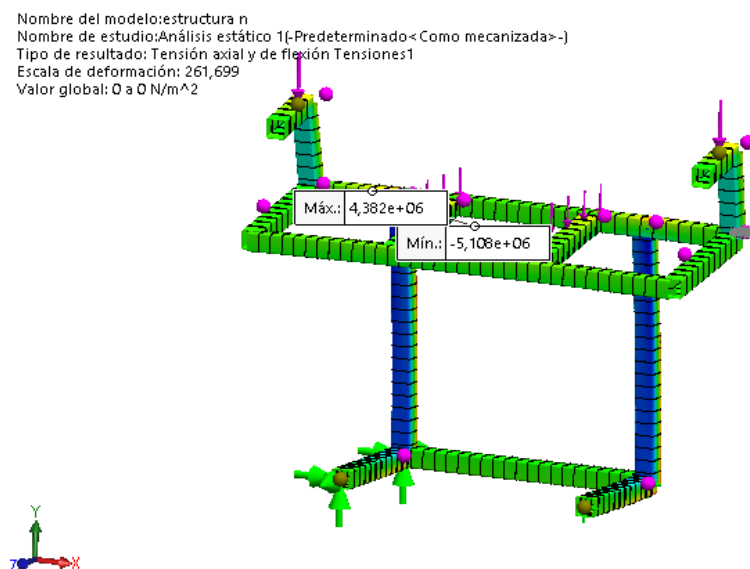


Figura 49: Tensión axial y deflexión en la estructura, Solid Works [Autor].

Como se muestra en la Figura 50 el factor de seguridad del programa es de 3 lo que indica que la estructura oportara las cargas sin ningun problema.

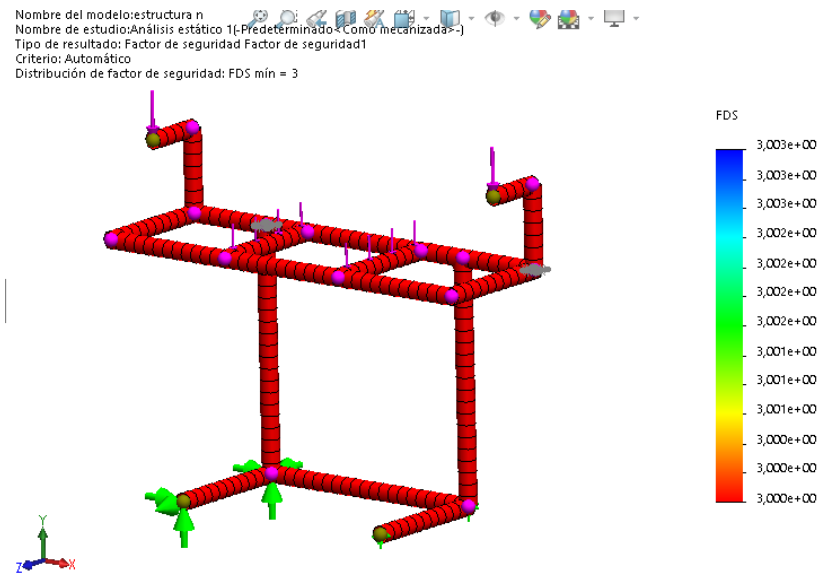


Figura 50: Factor de seguridad , Solid Works [Autor].

3.3.8. Textiles para recubrir el rodillo.

Es necesario recubrir el rodillo para obtener un mejor arrastre de las prendas y evitar que estas se dañen, las fibras textiles que necesitan para recubrir el rodillo se detallan a continuación:



Figura 51: Textiles para recubrir el rodillo [Autor].

El rodillo será recubierto por tres capas de diferentes materiales como se muestra en la Figura 51 los cuales son:

- **A:** Paño de algodón, lavable, reemplazable.
- **B:** Cubierta acojinable, reutilizable.
- **C:** Cubierta de yute no reemplazable.

3.4. Costos del proyecto.

3.4.1. Costos directos.

Los costos directos que consideraremos para este análisis son: los materiales y la mano de obra y procesos que incidieron de manera directa para la construcción, estos costos están detallados a continuación.

Costos de materiales.

Tabla 15: Costos de materiales [Autor].

Detalle	Cantidad	Valor
Tubo de Acero inoxidable 6 pulgadas, espesor 3 mm	1 m	\$ 60
Motor Servo	1	\$ 180
Tubo cuadrado estructura 50x50 mm	8m	\$ 41,45
Plancha de acero inoxidable	610x1220 cm	\$ 30
Muelles	2	\$ 6
Chumaceras, ejes y poleas	-	\$ 46,53
Bandas	2	\$ 7,6
Pedales	2	\$ 15
Niveladores	4	\$ 2
Tapas de tubo cuadrado	2	\$ 0,60
Pintura sintética	½ lt	\$ 2,85
Pernos y tuercas	14	\$ 5,55
Acoples ¼ x ¼ para vapor	2	\$ 3
Electroválvula de vapor ¼	1	\$ 35
Tablero de melamina hidrófuga	100x100	\$40
Trampa de vapor ½	60	\$60
TOTAL		\$535.58

En la tabla 15 se detallan los de materiales necesarios para la construcción de la máquina os cuales alcanzan un valor \$ 535.58 dólares americanos.

Costos de mano de obra y procesos adicionales:

Tabla 16:Costos de mano de obra y procesos adicionales[Autor].

Detalle	Valor
Mano de obra	\$ 190
Rolado y doblado de plancha de acero inoxidable de 3mm	\$ 10
Soldadura Tig	\$ 50
TOTAL	\$ 250

Los cosos de mano de obra y procesos adicionales se detallan en la Tabla 16 los cuales alcanzan un valor \$ 535.58 dólares americanos.

Total, costos directos.

Tabla 17: Costos directos [Autor].

Detalle	Valor
Mano de obra	\$ 535.58
Costos de mano de obra y procesos adicionales	\$ 250
TOTAL	\$ 785.58

En la tabla 17 se detallan los cosos directos de la construcción de la máquina mismos que toman un valor de \$ 785.58 dólares americanos.

3.4.2. Costos indirectos.

Estos costos son los que no incidieron de manera directa en la construcción de la máquina, pero también formaron parte del proceso, y se detallan en la Tabla 18.

Tabla 18: Costos indirectos [Autor].

Detalle	Valor
Combustible	\$30
Alimentación	\$ 10
Impresiones	\$ 5
TOTAL	\$ 35

Costo total del proyecto:

Tabla 19:Costos total del proyecto [Autor].

Detalle	Valor
Costos directos	\$ 785,58
Costos indirectos	\$ 35
TOTAL	\$ 820,58

En la Tabla 19 se detalla el costo total de la construcción de la máquina el cual es de \$820, 58 dólares americanos.

3.5. Construcción de la máquina.

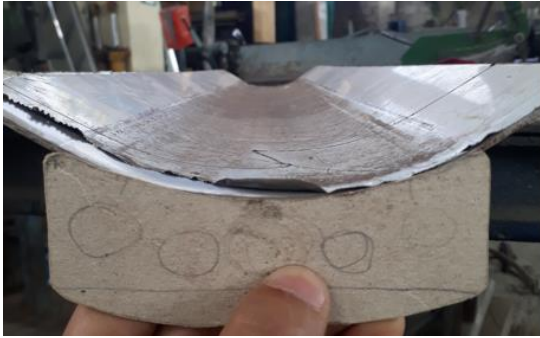
Tabla 20: Construcción de la máquina [Autor].

CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA	
	
	

CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA



CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA



CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA



CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA



CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA



3.6. Manual de usuario

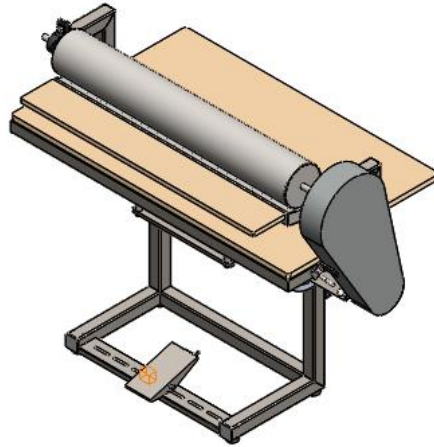


Figura 52: Máquina de planchado de rodillo [Autor].

Para el funcionamiento de la máquina de planchar semiautomática se debe tener en cuenta los siguientes aspectos, debido a que la máquina es alimentada de vapor funciona con un caldero de vapor a presión, el mismo que se lo debe encender 30 minutos antes de poner la máquina en funcionamiento, es decir cuando el caldero se encuentre con una presión de 40 psi de vapor, para un óptimo funcionamiento de la máquina.

- Abrir la llave que permite el ingreso del vapor.
- Encender el servo motor.
- Accionar el pedal izquierdo que opera el mecanismo de la cámara de vapor permitiendo que exista una luz entre la cámara de vapor y el rodillo.
- Introducir la prenda entre la cámara de vapor y rodillo.
- Accionar el pedal derecho acelerador para que el rodillo arrastre la prenda a través de la cámara de vapor.

Requerimientos de instalación.

Se debe tener en cuenta para la instalación de la máquina los siguientes aspectos.

- La máquina debe estar ubicada en un lugar amplio y fresco cercano a conexiones de entradas y salida de vapor cercanas de un caldero.
- Contar con instalación eléctrica de 220V
- El área de trabajo debe estar en una atmosfera limpia, ya que se maneja el producto terminado.

Precauciones

- No introducir las manos entre la cámara de vapor y rodillo
- Arrastrar completamente las prendas de entre la cámara de vapor y rodillo para evitar daños.
- Si las prendas cuentan con remaches botones u otro tipo de materiales, introducirlos con la cara hacia el rodillo ya que su composición permitirá que se moldee a su forma.

Riesgo eléctrico

- No conectar la máquina a una conexión que no sea de 220V, evitar el contacto de líquidos y fluidos cerca de la caja de control de la máquina.

3.7. Verificación de funcionamiento.

Una vez concluida las etapas de diseño y construcción de la máquina, pasamos a su instalación en el taller de la ASOCIACIÓN DE CONFECCIONES HIDALGO HERMANOS ASOCONHIHER con el fin de verificar si la máquina de planchado tiene un correcto funcionamiento dentro del proceso de producción y si cumple con los requerimientos de planchado y diseño mecánico.

Para esto se realizó una prueba comparativa con la siguiente relación, una persona que realiza este proceso de planchado manualmente y una persona operando la máquina

planchadora, se entregó 12 prendas a cada persona con el fin de medir tiempo que se demora cada una en planchar las prendas.

Realizamos la prueba de funcionamiento y el resultado de estos están presentadas en las siguientes tablas.

Tabla 21: Planchado manual [Autor].

PLANCHADO MANUALMENTE			
MUESTRA	PRESIÓN DE VAPOR [Psi]	TIEMPO [seg]	TEMPERATURA [°C]
1	40	50	130
2	40	61	130
3	40	59	130
4	40	65	129
5	40	66	129
6	39	72	125
7	38	72	124
8	40	59	130
9	40	55	130
10	40	57	130
11	39	65	129
12	38	62	128

Tabla 22: Planchado con la Máquina [Autor].

MÁQUINA PLANCHADORA DE RODILLO			
MUESTRA	PRESIÓN DE VAPOR [Psi]	TIEMPO [seg]	TEMPERATURA [°C]
1	40	35	130
2	40	38	130
3	40	42	130
4	40	38	129
5	40	40	129
6	39	35	125
7	40	36	124
8	40	40	130
9	40	45	130
10	39	38	130
11	40	39	129
12	40	37	128

El resultado de la Tabla 21 y 22 nos arroja el siguiente análisis, en promedio una prenda planchada en la máquina se tarda 38.5 segundos. a una temperatura de 129.8 °C y una presión de vapor de 39.8 psi, con relación a la forma manual de planchado que se demoró en promedio de las 12 prendas de muestra, con los siguientes datos 61.21 segundos. promedio por cada prenda, a una temperatura de 128 °C, y 39.5 psi de vapor, por lo que podemos decir que en total la relación entre máquina y forma manual de planchado en las 12 prendas se obtuvo una diferencia de 4.6 minutos en el tiempo de demora de planchado de las 12 prendas, además la presión de vapor y temperatura se mantiene constante por más tiempo, permitiendo así optimizar el tiempo, el vapor con relación a la plancha no va directamente a las manos de la operadora.

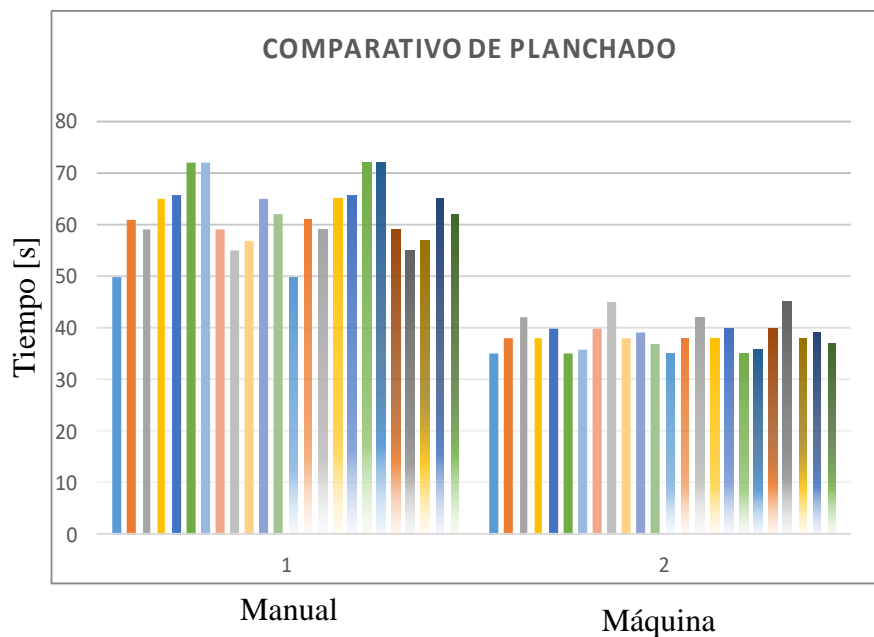


Gráfico 2:Comparativo de planchado [Autor].

En el Gráfico 2 comparativo entre el planchado de forma manual y la máquina planchadora, se pudo notar una diferencia de 4.6 minutos en las 12 prendas utilizadas como muestra, siendo así un promedio de 38.5 segundos por prenda la demora de planchado, por lo que podemos decir que la máquina permite optimizar los recursos por ende aumentar la productividad de la ASOCIACIÓN DE CONFECCIONES HIDALGO HERMANOS.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones.

- Se diseñó una máquina para el planchado de prendas de vestir la misma que está constituida por un rodillo giratorio y una cámara de vaporización que cumple con los requerimientos de la asociación tales como: mejorar el tiempo de planchado en relación al proceso manual; que el área de trabajo no sobrepase a 2 m², además que la máquina debe funcionar con vapor de agua a una presión máxima de 40 psi.
- La salida del vapor hacia la cámara de vaporización está controlada mediante una electroválvula. Por lo tanto, al accionar el pedal de giro del rodillo también se activa el solenoide de la válvula en mención permitiendo así el paso del vapor únicamente si el rodillo está girando, evitando de esta manera el desperdicio del vapor si la máquina no está en funcionamiento.
- La selección de materiales se la realizó en dos conjuntos el primero para la estructura y el segundo que está conformada por la cámara de vapor y el rodillo. En la estructura se consideró un acero ASTM A-500 por su facilidad de soldabilidad y bajo costo, mientras que para los componentes que están expuestos a vapor de agua se seleccionó Acero inoxidable AISI 304 con el fin de prolongar la vida útil de estos elementos.
- La selección del perfil para la estructura se realizó mediante proceso iterativo, y se seleccionó un perfil estructural de sección cuadrada 50x50x2, para a más de soportar la carga aplicada, no se produzca la falla por pandeo, además se realizó el análisis estático con la ayuda del software Solid Works y se obtuvo un factor de seguridad de 3 lo que indica que la estructura soportara las cargas de una manera óptima.
- El análisis de la cámara de vapor se realizó con la ayuda del software ANSYS, debido a que por la geometría especial del mismo imposibilita el análisis de manera

analítica, y se obtuvo que la mayor concentración de esfuerzos se localiza en las brechas que están sobre los refuerzos verticales, con un valor máximo de $3,319 \cdot 10^5$ Pa = 0,332 MPa; lo cual es considerablemente inferior incluso al esfuerzo de tracción del acero de 276 MPa. Lo que indica que el material no fallara.

- De acuerdo al diseño realizado se efectuó la construcción de la máquina para el proceso de ennoblecimiento textil y después de su puesta a punto se determinó que el tiempo real precalentamiento de la cámara de vapor es de 9 minutos, mientras que el tiempo de precalentamiento teórico calculado es de 7 minutos, esta diferencia de tiempo se da debido a que en la tubería de vapor se encuentra condensado el cual retrasa el tiempo de calentamiento.

4.2. Recomendaciones.

- Revisar la presión del caldero de forma periódica la cual debe estar en un rango de 40 a 50 psi.
- Revisar el nivel de GLP del caldero para evitar inconvenientes en el proceso de planchado.
- Depurar de manera correcta el caldero antes poner en funcionamiento, así mismo revisar el nivel de agua y las conexiones de energía eléctrica de la unidad de control.
- Encender el caldero 30 minutos antes de poner en funcionamiento de la máquina.
- Evitar el contacto de las manos con la cámara de vapor, ya que se puede producir riesgo de quemaduras.

BIBLIOGRAFÍA.

- [1] G. Westreicher, «Industria textil,» ECONOMIPEDIA, 30 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/industria-textil.html>. [Último acceso: 27 Febrero 2021].
- [2] J. Diaz y M. Augusto, «Gestión de calidad en las empresas textiles: Un estado de arte,» UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN, Lima, 2020.
- [3] ASOCIACIÓN DE INDUSTRIALES TEXTILES DEL ECUADOR, «Industria Textil Ecuatoriana Historia y Actualidad,» AITE, Quito, 2020.
- [4] C. d. I. d. Tungurahua, «Industria Textil, TERCERA en generación de empleo en Tungurahua,» CIT, Ambato, 2016.
- [5] J. Yagual, «ANÁLISIS DEL SECTOR DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU APORTE A LA ECONOMÍA ECUATORIANA 2007-2016,» UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, Guayaquil, 2018.
- [6] Cámara de Industrias de Tungurahua, «Industria Textil, TERCERA en generación de empleo,» 7 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://camaradeindustriasdetungurahua.wordpress.com/2016/03/07/industria-textil-tercera-en-generacion-de-empleo-en-tungurahua/>. [Último acceso: 18 Noviembre 2020].
- [7] INSTITUTO NACIONAL DE ECONOMI POPULAR Y SOLIDARIA, 2 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://www.economiasolidaria.gob.ec/>. [Último acceso: 23 Noviembre 2020].
- [8] L. Jiménez, Planchado y arreglo de ropa en alojamientos: operaciones básicas de pisos en alojamientos (MF0708_1), Andalucía: IC EDITORIAL, 2011.
- [9] Innovación y Cualificación, S. L., TÉCNICAS BÁSICAS DE CORTE, ENSAMBLADO Y ACABADO DE PRODUCTOS TEXTILES., Andalucía-España: IC Editorial, 2018.

- [10] J. Vaquero, Operaciones básicas de pisos en alojamientos: planchado y arreglo de ropa en alojamientos., Madrid: Editorial CEP, S.L., 2013.
- [11] L. BLZ, «Planchado industrial en Albacete,» 18 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://luberalba.com/>. [Último acceso: 28 Febrero 2021].
- [12] Laura, «PRENSA DE PLANCHADO,» PORTAL CUAL , 25 Agosto 2018. [En línea]. Available: <https://portalcual.com/comprar-prensa-de-planchado/>. [Último acceso: 3 Marzo 2021].
- [13] DANUBE, «Maniquí de planchado industrial,» 10 Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://www.danube-international.com/es/productos/acabado-14/maniquies-46.htm>. [Último acceso: 14 Marzo 2021].
- [14] MACRUN, «Cabinas de Planchado Rotatoria Modelo SIRIO-291,» 29 Abril 2017. [En línea]. Available: <https://www.macrun.es/portfolio-item/cabinas-de-planchado-rotatoria-modelo-sirio-291/>. [Último acceso: 18 Marzo 2021].
- [15] Montaje Soluciones Ingeniería, «PRINCIPIOS BÁSICOS DEL VAPOR EN LA INDUSTRIA,» 7 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.ms-ingenieria.com.mx/capacitacion-y-normativas/principios-basicos-del-vapor-en-la-industria/>. [Último acceso: 14 Marzo 2021].
- [16] TLV, «Tipos de vapor de Agua,» 19 Julio 2018. [En línea]. Available: <https://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/types-of-steam.html#superheat>. [Último acceso: 23 Marzo 2021].
- [17] Y. Cengel y M. Boles, Termodinámica, Mexico: McGraw-Hill, 2012.
- [18] F. Pardinas, Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales., Buenos Aires: Siglo Veintiuno, 2011.
- [19] METINVEST, «Características Aceros de Grado ASTM A36,» 25 Febrero 2006. [En línea]. Available: <https://metinvestholding.com/es/products/steel-grades/astma36>. [Último acceso: 18 Octubre 2021].

- [20] UNITED STEEL INDUSTRY, «Tubo ASTM A500, Tubo estructural ASTM A500,» 2 Abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.united-steel.com/es/newsshow/363.html>. [Último acceso: 19 Noviembre 2021].
- [21] DIPAC, «Eje AISI 304 inoxidable,» 5 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://www.dipacmanta.com/acero-inoxidable-aisi>. [Último acceso: 12 Noviembre 2021].
- [22] BOHMAN, «BARRA TRANSMISION SAE 1018,» 18 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://bohman.com.ec/shop/product/barra-transmision-sae-1018-12143#attr=7138,7146>. [Último acceso: 17 Octubre 2021].
- [23] MACAPLAST, «Poleas en aluminio de excelente resistencia y funcionalidad,» 25 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://www.macaplast.com/poleas-aluminio/>. [Último acceso: 14 Noviembre 2021].
- [24] OPTIBELT, «Manual técnico para transmisiones por correas trapeciales,» Arntz Optibelt Gruppe, 2017.
- [25] BRR® Refacciones Industriales, «Chumaceras (Rodamientos Montados),» 1 Septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://brr.mx/chumaceras/>. [Último acceso: 24 Noviembre 2021].
- [26] TRANSELEC, «QUÉ ES UN MOTOR ELÉCTRICO Y CÓMO FUNCIONA,» 5 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://www.transelec.com.ar/soporte/18450/que-es-un-motor-electrico-y-como-funciona/>. [Último acceso: 28 Noviembre 2021].
- [27] DISTRITEC, «¿Qué es una electroválvula y para qué sirve?,» 12 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://www.distritec.com.ar/que-es-una-electrovalvula-y-para-que-sirve/>. [Último acceso: 26 Noviembre 2021].
- [28] TLV. Compañía especialista en vapor., «¿Qué es una Trampa de Vapor?,» 14 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/what-is-a-steam-trap.html>. [Último acceso: 24 Noviembre 2021].

- [29] Essentra Components, S.L.U., «Patatas niveladoras: mantienen la estabilidad de equipos industriales y mobiliario,» 21 Mayo 2019. [En línea]. Available: <http://www.interempresas.net/>. [Último acceso: 31 Octubre 2021].
- [30] DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS., «Soldadura con tecnología SMAW,» 7 Julio 2013. [En línea]. Available: <https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-smaw-que-es-y-procedimiento>. [Último acceso: 28 Noviembre 2021].
- [31] ESCUELA DE SOLDADORES.COM, «Descripción del procedimiento para soldar con TIG,» 22 Abril 2016. [En línea]. Available: <http://www.escueladesoldadores.com/como-soldar-con-tig-tutorial-parte-2/>. [Último acceso: 27 Noviembre 2021].
- [32] ÁREA TECNOLOGÍA, «TORNO,» 18 Abril 2013. [En línea]. Available: <https://www.areatecnologia.com/herramientas/torno.html>. [Último acceso: 28 Noviembre 2021].
- [33] HB Machinery Co., Ltd., «Máquina Roladora de Placa,» 17 Marzo 2016. [En línea]. Available: <http://www.rollingmachine.com.es/plate-rolling-machine.html>. [Último acceso: 30 Noviembre 2021].
- [34] ADH, «Cizalla de guillotina,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.adhmt.com/es/products/hydraulic-shear/>. [Último acceso: 30 Noviembre 2021].
- [35] HARSLE, «PRESS BRAKE,» 9 Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.harsle.com/PRESS-BRAKE-DEFINITION-id561779.html>. [Último acceso: 30 Noviembre 2021].
- [36] DH, «Prensa plegadora electrohidráulica CNC,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.adhmt.com/es/products/press-brake/>. [Último acceso: 30 Noviembre 2021].
- [37] R. Carles y ROMEVA, «El enmarque del diseño,» de *Diseño de máquinas V. Metodología*, ETSEIB - UPC, 2002, pp. 59-62.

- [38] M. d. t. y. a. s. España, «NTP 242: Ergonomía: análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas,» Madrid, 1987.
- [39] SKF RODAMIENTOS, «SKF,» Estados Unidos, 2015.
- [40] SUMELEC, «Medición e importancia del uso del vapor en procesos industriales II,» 16 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://blog.sumelec.es/medicion-e-importancia-del-uso-del-vapor-en-procesos-industriales-ii/>. [Último acceso: 15 Marzo 2021].
- [41] INDUCON, «MOTORES PARA MAQUINAS DE COSER,» Quito, 2018.
- [42] OLEOSTATIC, «CORREAS TRAPECIALES CONVENCIONALES,» 2006.

ANEXOS

ANEXO 1. Coeficiente de fricción.

TABLA 1
Hilos sin vaporizar
Coeficiente de fricción: producto HB-1.
Superficie de rozamiento: acero inoxidable.

Muestra	Coeficiente de fricción	
	50 m/min.	100 m/min.
Original	0,164	0,242
1 0,25% s.p.f.	0,148	0,221
2 0,5% s.p.f.	0,133	0,183
3 1,0% s.p.f.	0,129	0,158
4 1,5% s.p.f.	0,148	0,206

ANEXO 2. Tubería redonda acero inoxidable.

TUBERÍA INOXIDABLE 304



TUBERÍA REDONDA ACERO INOXIDABLE 304

Son los elementos más utilizados en procedimientos industriales y aplicaciones domésticas.

Las industrias prefieren utilizar estas tuberías por su excelente resistencia a temperaturas extremas, así como a elementos destructivos.

Además, debido a que el acero inoxidable es un metal con bastante adaptabilidad, las tuberías pueden ser de cualquier diámetro, o grosor,

dependiendo del uso que se les quiera dar, vienen el largo de 6 metros.

DESCRIPCIÓN

Tubo redondo acero inoxidable 304

Calidad:	AISI 304
Largo normal:	6,00 m
Espesor:	1,00 mm, 1,2 mm, 1,5 mm, 2,00 mm y 3,00 mm
Dimensiones:	3/8 pulgadas hasta 6 pulgadas



Usos y aplicaciones:

- Industria automotriz.
- Estructuras
- Decoración
- Industria alimentaria.
- Maquinarias.
- Construcción e ingeniería.
- Electrodomésticos.
- Herramientas quirúrgicas, entre otras aplicaciones.

Especificaciones Generales:

Descripción: tubo redondo inoxidable 304 acabado N4 pulido. Largo 6 mts

DIMENSIONES			PROPIEDADES	
plg	mm	ESPESOR mm	PESO Kg/mt	PESO Kg/6mt
3/8"	9,52	1	0,21	1,27
3/8"	9,52	1,2	0,25	1,49
3/8"	9,52	1,5	0,30	1,8
3/8"	9,52	2	0,38	2,25
1/2"	12,7	1	0,29	1,75
1/2"	12,7	1,2	0,34	2,06
1/2"	12,7	1,5	0,42	2,51
1/2"	12,7	2	0,53	3,2
5/8"	15,9	1	0,37	2,23
5/8"	15,9	1,2	0,44	2,64
5/8"	15,9	1,5	0,54	3,23
5/8"	15,9	2	0,69	4,15
3/4"	19,1	1	0,45	2,71
3/4"	19,1	1,2	0,54	3,21
3/4"	19,1	1,5	0,66	3,95
3/4"	19,1	2	0,85	5,11
7/8"	22	1	0,52	3,14
7/8"	22	1,2	0,62	3,73
7/8"	22	1,5	0,77	4,6
7/8"	22	2	1,00	5,98
1"	25,4	1	0,61	3,65
1"	25	1,2	0,72	4,34

DIMENSIONES			PROPIEDADES	
plg	mm	ESPESOR mm	PESO Kg/mt	PESO Kg/6mt
1"	25,4	1,5	0,89	5,36
1"	25,4	2	1,17	6,99
1 1/4"	31,8	1	0,77	4,6
1 1/4"	31,8	1,2	0,92	5,49
1 1/4"	31,8	1,5	1,13	6,79
1 1/4"	31,8	2	1,49	8,91
1 1/2"	38,1	1	0,92	5,54
1 1/2"	38,1	1,2	1,10	6,62
1 1/2"	38,1	1,5	1,37	8,2
1 1/2"	38,1	2	1,80	10,79
1 3/4"	44,5	1	1,61	9,64
1 3/4"	44,5	1,2	1,30	7,77
1 3/4"	44,5	1,5	1,61	9,64
1 3/4"	44,5	2	2,12	12,7
2"	50,8	1	1,24	7,44
2"	50,8	1,2	1,48	8,9
2"	50,8	1,5	1,84	11,05
2"	50,8	2	2,43	14,59
2 1/2"	63,5	1	1,56	9,34
2 1/2"	63,5	1,2	1,86	11,17

DIMENSIONES			PROPIEDADES	
plg	mm	ESPESOR mm	PESO Kg/mt	PESO Kg/6mt
2 1/2"	63,5	1,2	1,86	11,17
2 1/2"	63,5	1,5	2,32	13,9
2 1/2"	63,5	2	3,06	18,38
3"	76,2	2	3,70	22,18
4"	101,6	2	4,96	29,77
5"	127	2	6,23	37,36
6"	152,4	2	7,49	44,95

ANEXO 3. Propiedades de eje acero inoxidable AISI 304

EJES ACERO INOXIDABLE

Especificaciones Generales:

- Norma: AISI 304
- Descripción: Acero Inoxidable austenítico al cromo-níquel con bajo contenido de carbono. Resiste a la corrosión intercrystalina hasta 300 C. Resiste al efecto corrosivo del medio ambiente, vapor, agua y ácidos, así como de soluciones alcalinas, si se emplea con la superficie pulida espejo.
- Aplicaciones: Industrias alimenticias, cervecera, azucarera, utensillos domésticos, industria del cuero, farmacéutica, dental, etc...
- Largo: 6 mts



COMPOSICIÓN QUÍMICA

%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr
0 - 0,08	0 - 1	0 - 2	0 - 0,045	0 - 0,03	8 - 10.5	18 - 20

PROPIEDADES MECÁNICAS

RESISTENCIA MECÁNICA (N/mm ²)	PUNTO DE FLUENCIA (N/mm ²)	Elongación % Min.	DUREZA ROCKWELL B
520	220	20	249 - 278

DIMENSIONES

DIÁMETRO

3/16"
1/4"
5/16"
3/8"
1/2"
5/8"
3/4"
1"
1-1/4"
1-1/2"
2"
2-1/2"
3"
3-1/2"
4"
5"
6"

EJES

ANEXO 4. Tubo cuadrado estructural características.



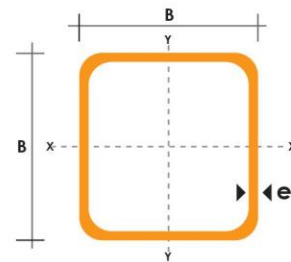
TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6 mts.
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 20mm a 100mm
Espesor	Desde 2,0mm a 3,0mm



DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	i
mm	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84



ANEXO 5. Tabla 10-5 diseño de Shigley.

Table 10-5

Mechanical Properties of Some Spring Wires

Material	Elastic Limit, Percent of S_{uw}		Diameter d , in	E		G	
	Tension	Torsion		Mpsi	GPa	Mpsi	GPa
Music wire A228	65–75	45–60	<0.032	29.5	203.4	12.0	82.7
			0.033–0.063	29.0	200	11.85	81.7
			0.064–0.125	28.5	196.5	11.75	81.0
			>0.125	28.0	193	11.6	80.0
HD spring A227	60–70	45–55	<0.032	28.8	198.6	11.7	80.7
			0.033–0.063	28.7	197.9	11.6	80.0
			0.064–0.125	28.6	197.2	11.5	79.3
			>0.125	28.5	196.5	11.4	78.6
Oil tempered A239	85–90	45–50		28.5	196.5	11.2	77.2
Valve spring A230	85–90	50–60		29.5	203.4	11.2	77.2
Chrome-vanadium A231	88–93	65–75		29.5	203.4	11.2	77.2
	A232	88–93		29.5	203.4	11.2	77.2
Chrome-silicon A401	85–93	65–75		29.5	203.4	11.2	77.2
Stainless steel							
A313*	65–75	45–55		28	193	10	69.0
17-7PH	75–80	55–60		29.5	208.4	11	75.8
414	65–70	42–55		29	200	11.2	77.2
420	65–75	45–55		29	200	11.2	77.2
431	72–76	50–55		30	206	11.5	79.3
Phosphor-bronze B159	75–80	45–50		15	103.4	6	41.4
Beryllium-copper B197	70	50		17	117.2	6.5	44.8
	75	50–55		19	131	7.3	50.3
Inconel alloy X-750	65–70	40–45		31	213.7	11.2	77.2

*Also includes 302, 304, and 316.

Note: See Table 10–6 for allowable torsional stress design values.

ANEXO 6. Tabla para agua saturada termodinámica Cengel.

TABLA A-5

Agua saturada. Tabla de presiones

Pres., <i>P</i> kPa	Temp. sat., <i>T_{sat}</i> °C	Volumen específico, m ³ /kg		Energía interna, kJ/kg			Entalpía, kJ/kg			Entropía, kJ/kg · K		
		Liq. sat., <i>v_f</i>	Vapor sat., <i>v_g</i>	Liq. sat., <i>u_f</i>	Evap., <i>u_{fg}</i>	Vapor sat., <i>u_g</i>	Liq. sat., <i>h_f</i>	Evap., <i>h_{fg}</i>	Vapor sat., <i>h_g</i>	Liq. sat., <i>s_f</i>	Evap., <i>s_{fg}</i>	Vapor sat., <i>s_g</i>
1.0	6.97	0.001000	129.19	29.302	2355.2	2384.5	29.303	2484.4	2513.7	0.1059	8.8690	8.9749
1.5	13.02	0.001001	87.964	54.686	2338.1	2392.8	54.688	2470.1	2524.7	0.1956	8.6314	8.8270
2.0	17.50	0.001001	66.990	73.431	2325.5	2398.9	73.433	2459.5	2532.9	0.2606	8.4621	8.7227
2.5	21.08	0.001002	54.242	88.422	2315.4	2403.8	88.424	2451.0	2539.4	0.3118	8.3302	8.6421
3.0	24.08	0.001003	45.654	100.98	2306.9	2407.9	100.98	2443.9	2544.8	0.3543	8.2222	8.5765
4.0	28.96	0.001004	34.791	121.39	2293.1	2414.5	121.39	2432.3	2553.7	0.4224	8.0510	8.4734
5.0	32.87	0.001005	28.185	137.75	2282.1	2419.8	137.75	2423.0	2560.7	0.4762	7.9176	8.3938
7.5	40.29	0.001008	19.233	168.74	2261.1	2429.8	168.75	2405.3	2574.0	0.5763	7.6738	8.2501
10	45.81	0.001010	14.670	191.79	2245.4	2437.2	191.81	2392.1	2583.9	0.6492	7.4996	8.1488
15	53.97	0.001014	10.020	225.93	2222.1	2448.0	225.94	2372.3	2598.3	0.7549	7.2522	8.0071
20	60.06	0.001017	7.6481	251.40	2204.6	2456.0	251.42	2357.5	2608.9	0.8320	7.0752	7.9073
25	64.96	0.001020	6.2034	271.93	2190.4	2462.4	271.96	2345.5	2617.5	0.8932	6.9370	7.8302
30	69.09	0.001022	5.2287	289.24	2178.5	2467.7	289.27	2335.3	2624.6	0.9441	6.8234	7.7675
40	75.86	0.001026	3.9933	317.58	2158.8	2476.3	317.62	2318.4	2636.1	1.0261	6.6430	7.6691
50	81.32	0.001030	3.2403	340.49	2142.7	2483.2	340.54	2304.7	2645.2	1.0912	6.5019	7.5931
75	91.76	0.001037	2.2172	384.36	2111.8	2496.1	384.44	2278.0	2662.4	1.2132	6.2426	7.4558
100	99.61	0.001043	1.6941	417.40	2088.2	2505.6	417.51	2257.5	2675.0	1.3028	6.0562	7.3589
101.325	99.97	0.001043	1.6734	418.95	2087.0	2506.0	419.06	2256.5	2675.6	1.3069	6.0476	7.3545
125	105.97	0.001048	1.3750	444.23	2068.8	2513.0	444.36	2240.6	2684.9	1.3741	5.9100	7.2841
150	111.35	0.001053	1.1594	466.97	2052.3	2519.2	467.13	2226.0	2693.1	1.4337	5.7894	7.2231
175	116.04	0.001057	1.0037	486.82	2037.7	2524.5	487.01	2213.1	2700.2	1.4850	5.6865	7.1716
200	120.21	0.001061	0.88578	504.50	2024.6	2529.1	504.71	2201.6	2706.3	1.5302	5.5968	7.1270
225	123.97	0.001064	0.79329	520.47	2012.7	2533.2	520.71	2191.0	2711.7	1.5706	5.5171	7.0877
250	127.41	0.001067	0.71873	535.08	2001.8	2536.8	535.35	2181.2	2716.5	1.6072	5.4453	7.0525
275	130.58	0.001070	0.65732	548.57	1991.6	2540.1	548.86	2172.0	2720.9	1.6408	5.3800	7.0207
300	133.52	0.001073	0.60582	561.11	1982.1	2543.2	561.43	2163.5	2724.9	1.6717	5.3200	6.9917
325	136.27	0.001076	0.56199	572.84	1973.1	2545.9	573.19	2155.4	2728.6	1.7005	5.2645	6.9650
350	138.86	0.001079	0.52422	583.89	1964.6	2548.5	584.26	2147.7	2732.0	1.7274	5.2128	6.9402
375	141.30	0.001081	0.49133	594.32	1956.6	2550.9	594.73	2140.4	2735.1	1.7526	5.1645	6.9171
400	143.61	0.001084	0.46242	604.22	1948.9	2553.1	604.66	2133.4	2738.1	1.7765	5.1191	6.8955

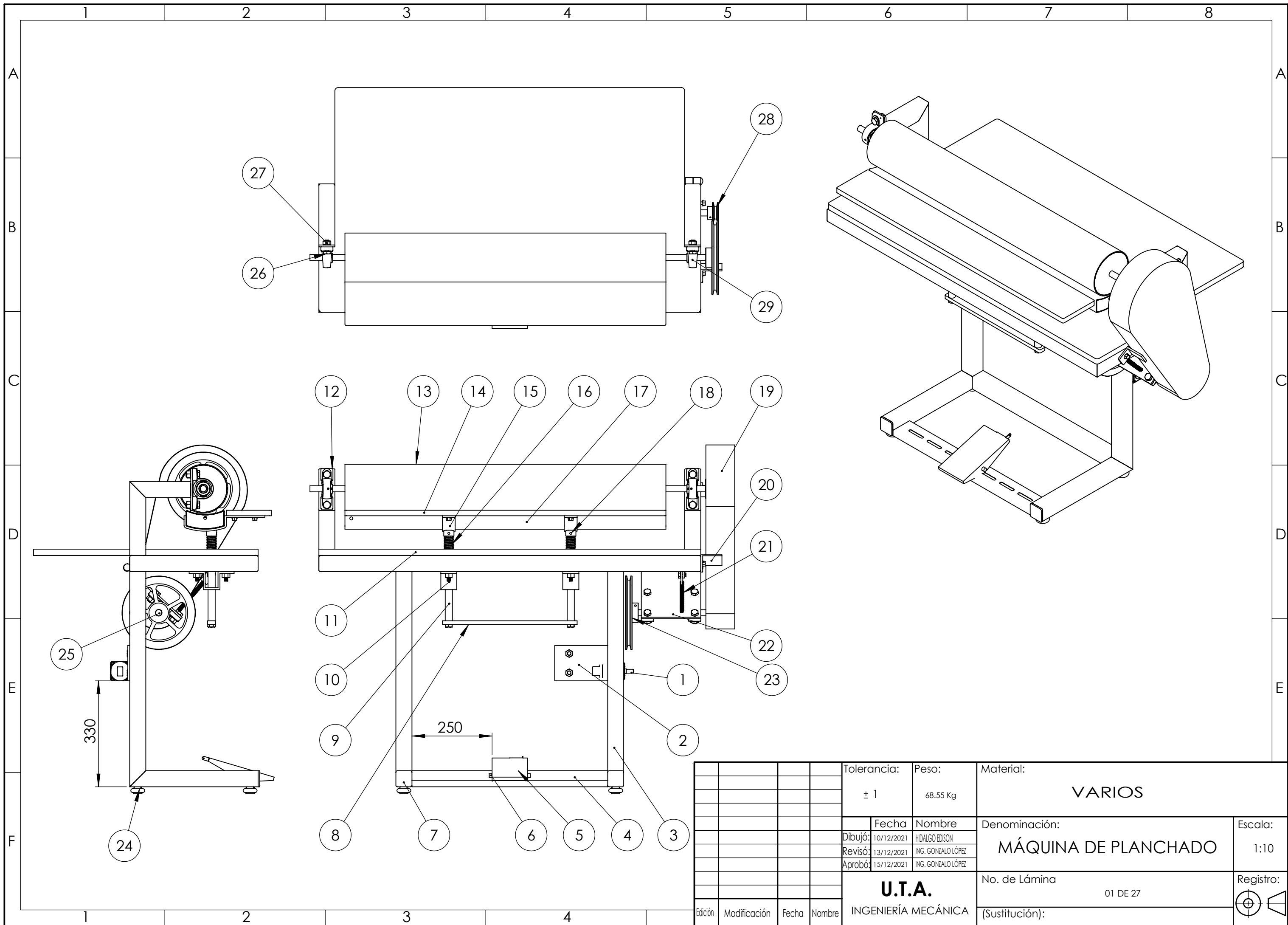
ANEXO 7. Tabla A9 transferencia de calor Cengel.

TABLA A-9

Propiedades del agua saturada

Temp., T °C	Presión de saturación, P_{sat} , kPa	Densidad, ρ kg/m ³		Entalpía de vaporización, h_{fg} , kJ/kg	Calor específico, c_p , J/kg · K		Conductividad térmica, k W/m · K		Viscosidad dinámica, μ kg/m · s		Número de Prandtl, Pr		Coeficiente de expansión volumétrica, β 1/K
		Líquido	Vapor		Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	
0.01	0.6113	999.8	0.0048	2 501	4 217	1 854	0.561	0.0171	1.792×10^{-3}	0.922×10^{-5}	13.5	1.00	-0.068×10^{-3}
5	0.8721	999.9	0.0068	2 490	4 205	1 857	0.571	0.0173	1.519×10^{-3}	0.934×10^{-5}	11.2	1.00	0.015×10^{-3}
10	1.2276	999.7	0.0094	2 478	4 194	1 862	0.580	0.0176	1.307×10^{-3}	0.946×10^{-5}	9.45	1.00	0.733×10^{-3}
15	1.7051	999.1	0.0128	2 466	4 185	1 863	0.589	0.0179	1.138×10^{-3}	0.959×10^{-5}	8.09	1.00	0.138×10^{-3}
20	2.339	998.0	0.0173	2 454	4 182	1 867	0.598	0.0182	1.002×10^{-3}	0.973×10^{-5}	7.01	1.00	0.195×10^{-3}
25	3.169	997.0	0.0231	2 442	4 180	1 870	0.607	0.0186	0.891×10^{-3}	0.987×10^{-5}	6.14	1.00	0.247×10^{-3}
30	4.246	996.0	0.0304	2 431	4 178	1 875	0.615	0.0189	0.798×10^{-3}	1.001×10^{-5}	5.42	1.00	0.294×10^{-3}
35	5.628	994.0	0.0397	2 419	4 178	1 880	0.623	0.0192	0.720×10^{-3}	1.016×10^{-5}	4.83	1.00	0.337×10^{-3}
40	7.384	992.1	0.0512	2 407	4 179	1 885	0.631	0.0196	0.653×10^{-3}	1.031×10^{-5}	4.32	1.00	0.377×10^{-3}
45	9.593	990.1	0.0655	2 395	4 180	1 892	0.637	0.0200	0.596×10^{-3}	1.046×10^{-5}	3.91	1.00	0.415×10^{-3}
50	12.35	988.1	0.0831	2 383	4 181	1 900	0.644	0.0204	0.547×10^{-3}	1.062×10^{-5}	3.55	1.00	0.451×10^{-3}
55	15.76	985.2	0.1045	2 371	4 183	1 908	0.649	0.0208	0.504×10^{-3}	1.077×10^{-5}	3.25	1.00	0.484×10^{-3}
60	19.94	983.3	0.1304	2 359	4 185	1 916	0.654	0.0212	0.467×10^{-3}	1.093×10^{-5}	2.99	1.00	0.517×10^{-3}
65	25.03	980.4	0.1614	2 346	4 187	1 926	0.659	0.0216	0.433×10^{-3}	1.110×10^{-5}	2.75	1.00	0.548×10^{-3}
70	31.19	977.5	0.1983	2 334	4 190	1 936	0.663	0.0221	0.404×10^{-3}	1.126×10^{-5}	2.55	1.00	0.578×10^{-3}
75	38.58	974.7	0.2421	2 321	4 193	1 948	0.667	0.0225	0.378×10^{-3}	1.142×10^{-5}	2.38	1.00	0.607×10^{-3}
80	47.39	971.8	0.2935	2 309	4 197	1 962	0.670	0.0230	0.355×10^{-3}	1.159×10^{-5}	2.22	1.00	0.653×10^{-3}
85	57.83	968.1	0.3536	2 296	4 201	1 977	0.673	0.0235	0.333×10^{-3}	1.176×10^{-5}	2.08	1.00	0.670×10^{-3}
90	70.14	965.3	0.4235	2 283	4 206	1 993	0.675	0.0240	0.315×10^{-3}	1.193×10^{-5}	1.96	1.00	0.702×10^{-3}
95	84.55	961.5	0.5045	2 270	4 212	2 010	0.677	0.0246	0.297×10^{-3}	1.210×10^{-5}	1.85	1.00	0.716×10^{-3}
100	101.33	957.9	0.5978	2 257	4 217	2 029	0.679	0.0251	0.282×10^{-3}	1.227×10^{-5}	1.75	1.00	0.750×10^{-3}
110	143.27	950.6	0.8263	2 230	4 229	2 071	0.682	0.0262	0.255×10^{-3}	1.261×10^{-5}	1.58	1.00	0.798×10^{-3}
120	198.53	943.4	1.121	2 203	4 244	2 120	0.683	0.0275	0.232×10^{-3}	1.296×10^{-5}	1.44	1.00	0.858×10^{-3}
130	270.1	934.6	1.496	2 174	4 263	2 177	0.684	0.0288	0.213×10^{-3}	1.330×10^{-5}	1.33	1.01	0.913×10^{-3}
140	361.3	921.7	1.965	2 145	4 286	2 244	0.683	0.0301	0.197×10^{-3}	1.365×10^{-5}	1.24	1.02	0.970×10^{-3}
150	475.8	916.6	2.546	2 114	4 311	2 314	0.682	0.0316	0.183×10^{-3}	1.399×10^{-5}	1.16	1.02	1.025×10^{-3}
160	617.8	907.4	3.256	2 083	4 340	2 420	0.680	0.0331	0.170×10^{-3}	1.434×10^{-5}	1.09	1.05	1.145×10^{-3}
170	791.7	897.7	4.119	2 050	4 370	2 490	0.677	0.0347	0.160×10^{-3}	1.468×10^{-5}	1.03	1.05	1.178×10^{-3}
180	1 002.1	887.3	5.153	2 015	4 410	2 590	0.673	0.0364	0.150×10^{-3}	1.502×10^{-5}	0.983	1.07	1.210×10^{-3}
190	1 254.4	876.4	6.388	1 979	4 460	2 710	0.669	0.0382	0.142×10^{-3}	1.537×10^{-5}	0.947	1.09	1.280×10^{-3}
200	1 553.8	864.3	7.852	1 941	4 500	2 840	0.663	0.0401	0.134×10^{-3}	1.571×10^{-5}	0.910	1.11	1.350×10^{-3}

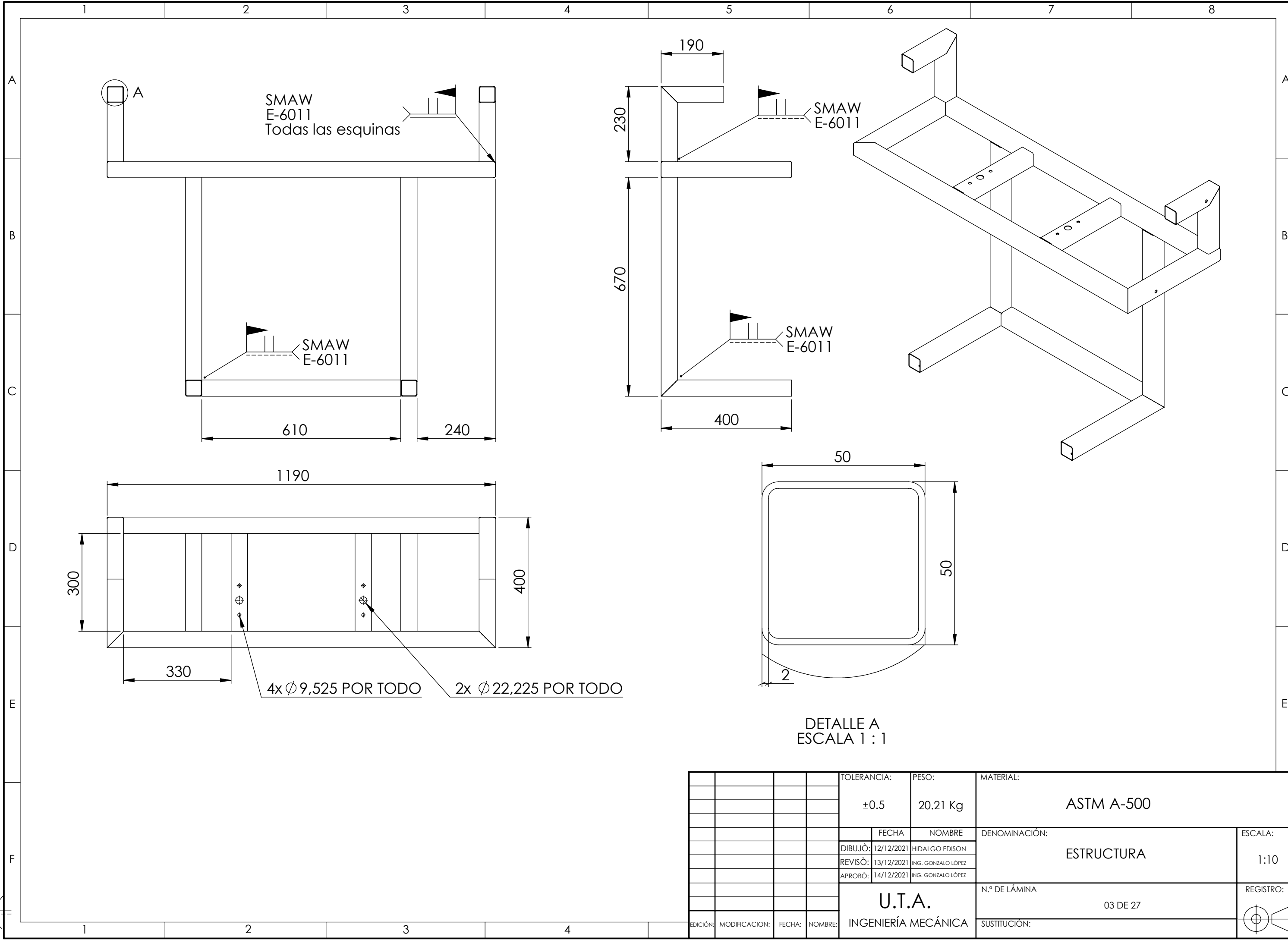
ANEXO 8. PLANOS.



				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 1	68.55 Kg	VARIOS	
						Denominación:	Escala:
						MÁQUINA DE PLANCHADO	1:10
						No. de Lámina	Registro:
						01 DE 27	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución):	

		1	2	3			4	
A	4	Chumacera		Acero	29		Adquirido	
	2	Polea 2 1/2 pulgadas		Aluminio	28		Adquirido	
	12	Tuerca M10 x 6 x2		Acero	27		Adquirido	
	14	Perno M12 x 25 x2		Acero	26		Adquirido	
	1	Eje de transmisión	Lámina 25	AISI 1018	25	0.65	Maquinado	
B	4	Nivelador		Caucho	24		Adquirido	
	2	Polea 9 pulgadas		Aluminio	23		Adquirido	
	1	Base sistema de transmisión	Lámina 24	ASTM A36	22	1.89	Mecanizado	
	1	Perno templador		Acero	21		Adquirido	
	2	Soporte tapa poleas	Lámina 23	ASTM A36	20	0.18	Mecanizado	
	1	Tapa poleas	Lámina 22	Acero galvanizado	19	1.98	Mecanizado	
C	1	Bocin	Lámina 21	ASTM A36	18	0.06	Mecanizado	
	1	Cámara de vapopr	Lámina 16	AISI 304	17	6.92	Mecanizado	
	2	Muelle de compresión		Acero	16		Adquirido	
	2	Soporte ducto de vapor	Lámina 15	ASTM A36	15	0.62	Mecanizado	
	1	Soporte de manos	Lámina 26	Melamina Hidrófuga	14	1.17	Adquirido , cortado	
	1	Rodillo	Lámina 10	AISI 304	13	14.49	Mecanizado	
	2	Base chumacera	Lámina 09	ASTM A36	12		Mecanizado	
D	1	Tablero mesa	Lámina 27	Melamina Hidrófuga	11	7.80	Adquirido , cortado	
	2	Guia de eje	Lámina 08	ASTM A36	10	0.54	Mecanizado	
	2	Eje	Lámina 07	AISI 304	9	0.86	Mecanizado	
	1	Barra de accionamiento	Lámina 06	ASTM A36	8	0.97	Mecanizado	
	2	Tapa tubo 50x50		Caucho	7		Adquirido	
	4	Soporte pedal		Acero	6		Adquirido	
E	2	Pedal		AISI 1020	5		Adquirido	
	1	Base de pedales	Lámina 05	AISI 1020	4	0.50	Mecanizado	
	1	Estructura	Lámina 03	ASTM A500	3	20.21	Mecanizado	
	1	Base de Motor	Lámina 04	ASTM A36	2	1.10	Mecanizado	
	1	Motor de potencia		-	1		Adquirido	
N.º de Pieza	/Denominación		/N.º de Norma/Lamina	/Material	N.º de orden	/N.º del modelo	/Peso Kg	/Observaciones

				Tolerancia:	Peso:	Material:			
				± 1	68.55 Kg	VARIOS			
					FECHA	NOMBRE	Denominación:		Escala:
				DIBUJÓ:	10/12/2021	HIDALGO EDISON	MÁQUINA DE PLANCHADO		1:10
				REVISÓ:	13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ			
				APROBÓ:	13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ			
				U.T.A.			N.º DE Lámina:	Registro :	
							INGENIERÍA MECÁNICA		
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:	Sustitución:					



SMAW
E-6011
Todas las esquinas

SMAW
E-6011

SMAW
E-6011

SMAW
E-6011

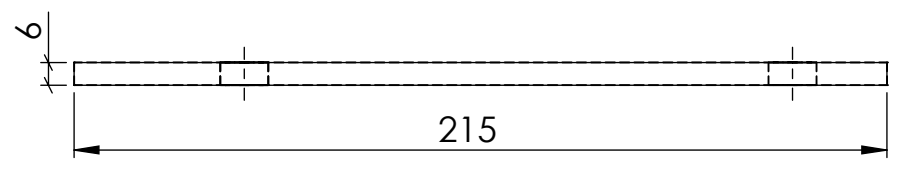
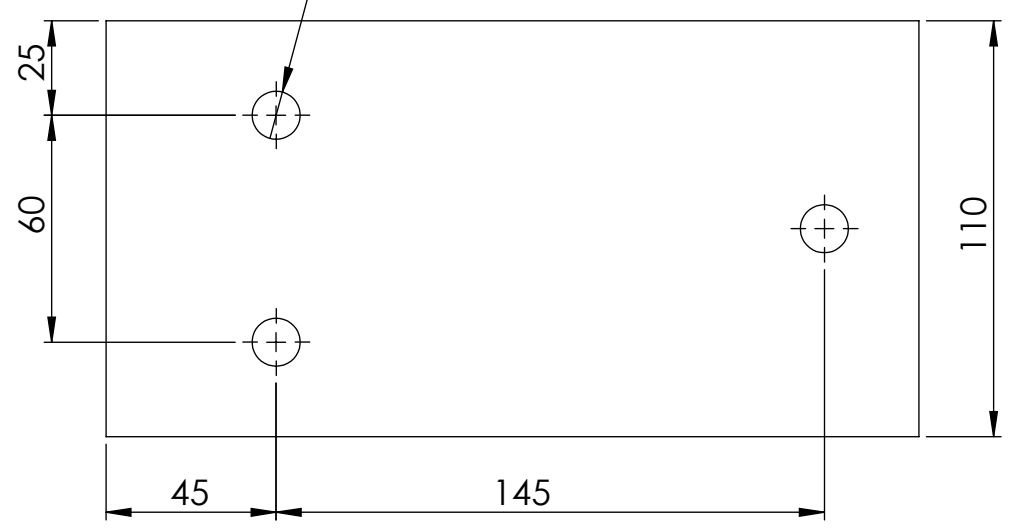
4x ϕ 9,525 POR TODO 2x ϕ 22,225 POR TODO

DETALLE A
ESCALA 1 : 1

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±0.5	20.21 Kg	ASTM A-500		
				FECHA	NOMBRE	DENOMINACIÓN:		ESCALA:
				DIBUJÓ: 12/12/2021	HIDALGO EDISON	ESTRUCTURA		1:10
				REVISÓ: 13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ			
				APROBÓ: 14/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ			
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA	REGISTRO:	
						03 DE 27		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:		

Rectificado
N7/M

3x ϕ 12,700 POR TODO



				Tolerancia: ± 0.5	Peso: 1.10 Kg	Material: ASTM A36 Acero		
						Denominación: Base de Motor	Escala: 1:2	
				DIBUJÓ:	FECHA		NOMBRE	
				REVISÓ:	13/12/2021		ING. GONZALO LÓPEZ	
				APROBÓ:	13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE Lámina: 04 DE 27	Registro :	
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			Sustitución:		

1

2

3

4

N7 Fresado

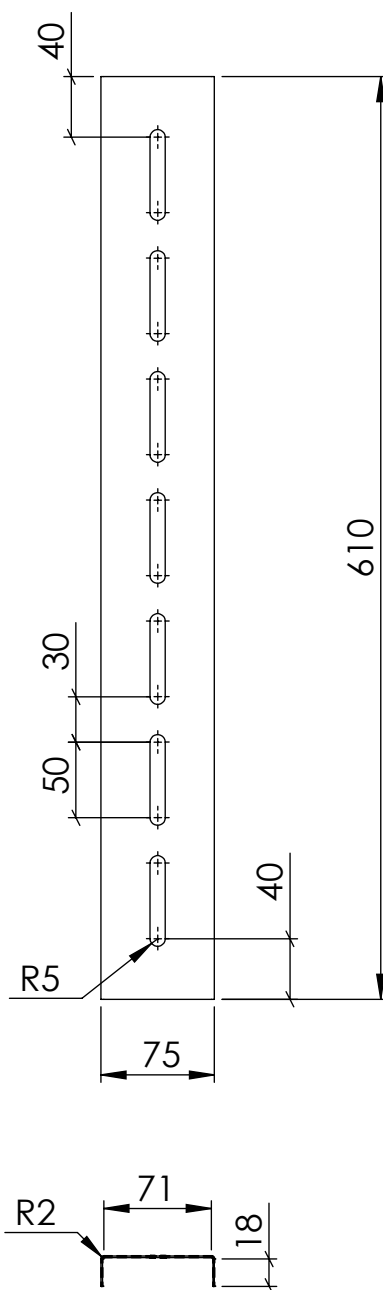
A

B

C

D

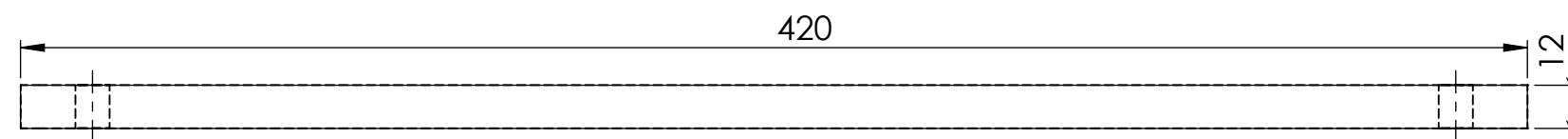
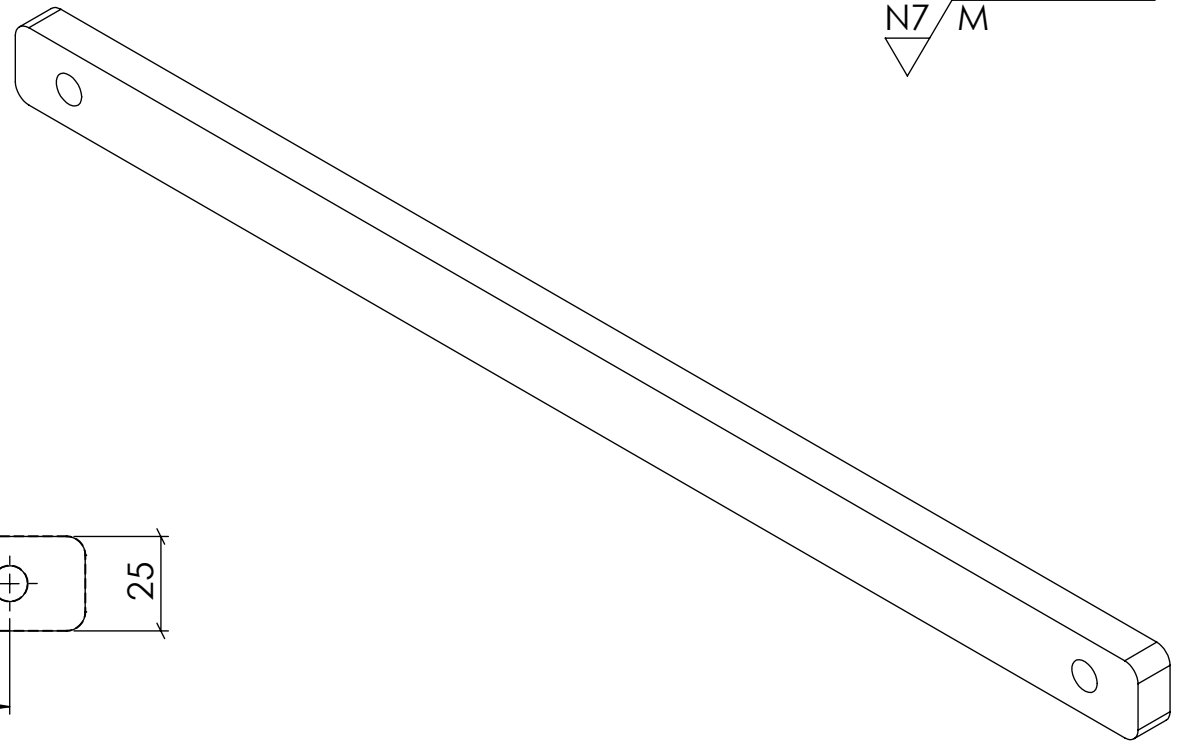
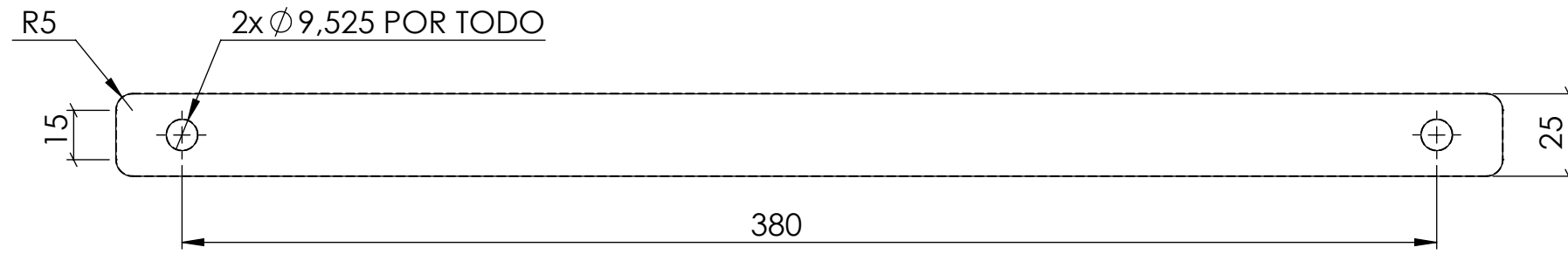
E



NOTA: Todos los espesores de chapa son de 1 mm

				Tolerancia: ±0.5	Peso: 0.50 Kg	Material: AISI 1020 Acero laminado en frío
						Denominación: Base de pedales
						Escala: 1:5
						N.º DE Lámina: 05 DE 27
						Registro : 
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Sustitución:

Rectificado
N7/M



				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:			
				±0.5	0.97 Kg	ASTM A36 Acero			
					FECHA	NOMBRE	DENOMINACIÓN:		ESCALA:
				DIBUJÓ:	09/12/2021	HIDALGO EDISON	BARRA DE ACCIONAMIENTO		1:2
				REVISÓ:	13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ			
				APROBÓ:	13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ			
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			N.º DE LÁMINA		REGISTRO:
							06 DE 27		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:				SUSTITUCIÓN:		

1

2

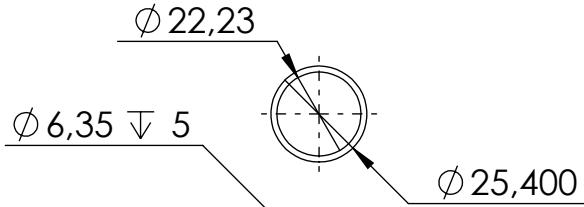
3

4

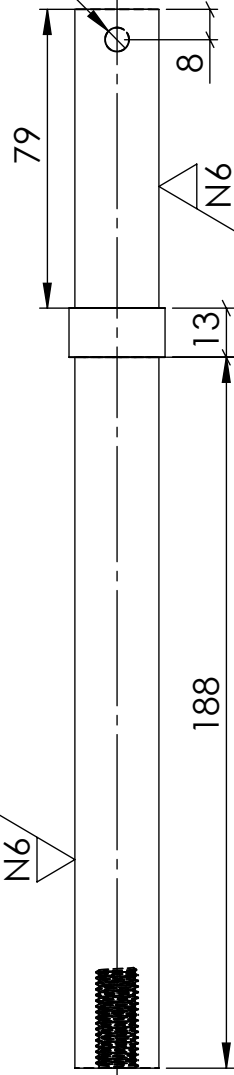
Torneado



A



B

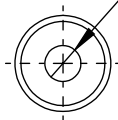


C

D

E

$\phi 9,53 \nabla 25,40$



				Tolerancia: ± 0.1	Peso: 0.86 Kg	Material: AISI 304	
							Escala: 1:2
				DIBUJÓ: 10/12/2021	HIDALGO EDISON	Denominación: Eje	
				REVISÓ: 13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ		
				APROBÓ: 13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE Lámina: 07 DE 27	Registro :
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			Sustitución:	

1 2 3 4

Rectificado
N6/M

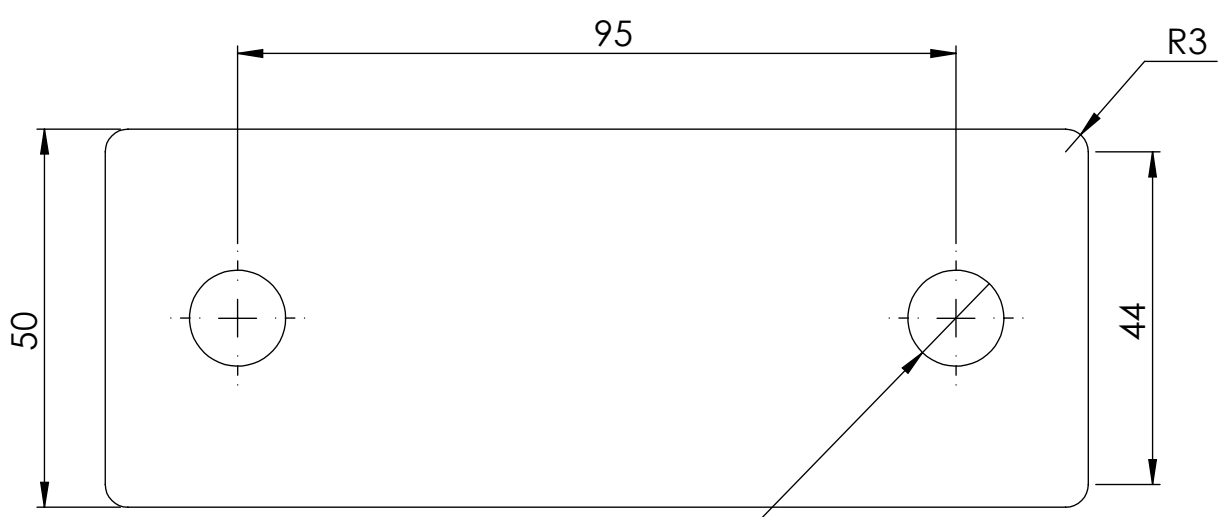
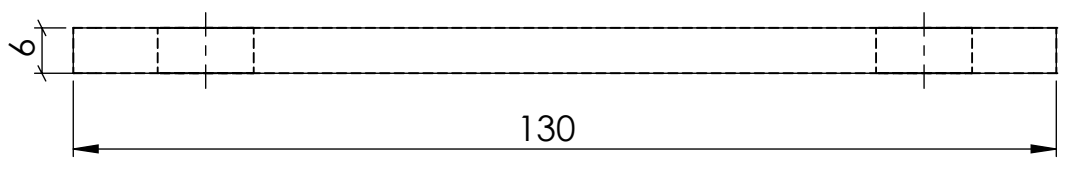
A

B

C

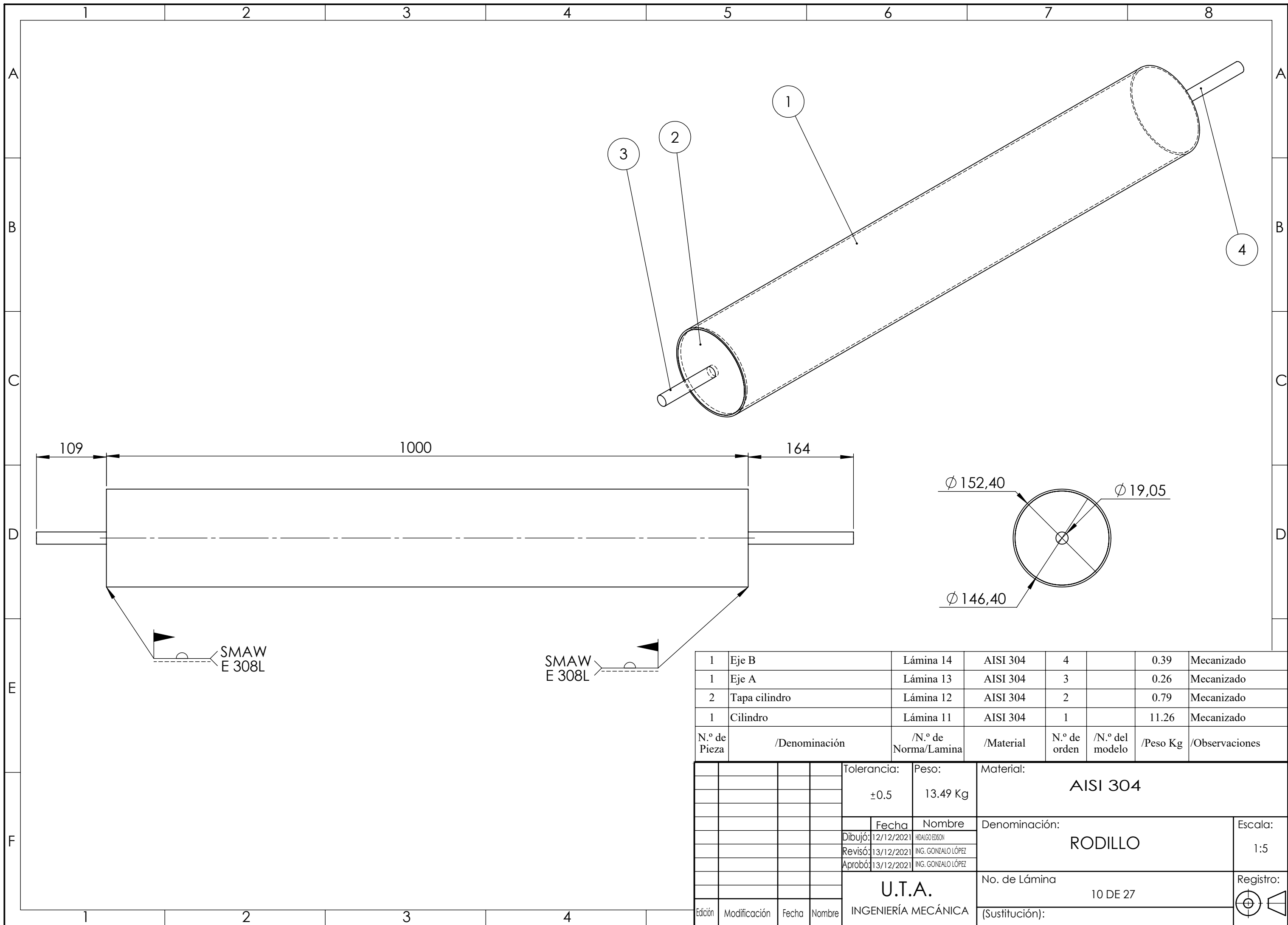
D

E



2x Ø 12,70 POR TODO

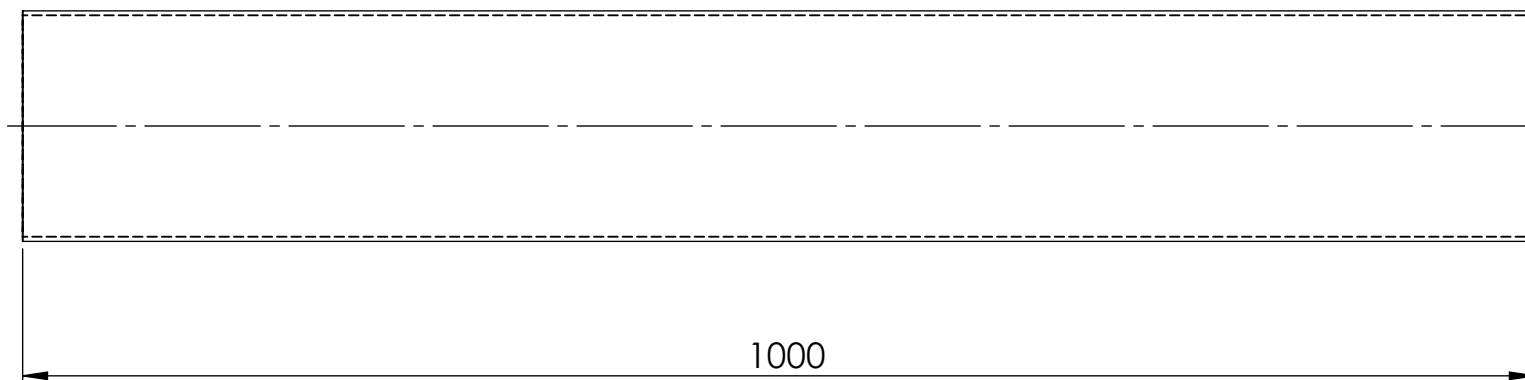
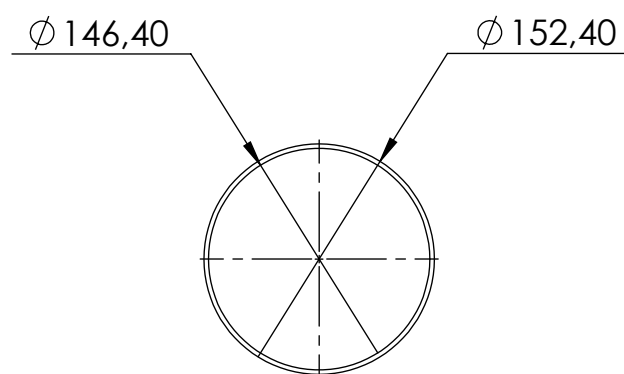
				Tolerancia: ±0.5	Peso: 0.29 Kg	Material: ASTM A36 Acero	
				FECHA	NOMBRE	Denominación: Base de chumacera	Escala: 1:1
				DIBUJÓ: 10/12/2021	HIDALGO EDISON		
				REVISÓ: 13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ		
				APROBÓ: 13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ	N.º DE Lámina: 09 DE 27	Registro :
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		Sustitución:	
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:				



1	Eje B	Lámina 14	AISI 304	4		0.39	Mecanizado
1	Eje A	Lámina 13	AISI 304	3		0.26	Mecanizado
2	Tapa cilindro	Lámina 12	AISI 304	2		0.79	Mecanizado
1	Cilindro	Lámina 11	AISI 304	1		11.26	Mecanizado
N.º de Pieza	/Denominación	/N.º de Norma/Lamina	/Material	N.º de orden	/N.º del modelo	/Peso Kg	/Observaciones

Tolerancia:		Peso:		Material:			
±0.5		13.49 Kg		AISI 304			
Fecha		Nombre		Denominación:		Escala:	
Dibujó: 12/12/2021		HIDALGO EDISON		RODILLO		1:5	
Revisó: 13/12/2021		ING. GONZALO LÓPEZ					
Aprobó: 13/12/2021		ING. GONZALO LÓPEZ					
U.T.A.				No. de Lámina		Registro:	
INGENIERÍA MECÁNICA				10 DE 27			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución):			

Rectificado
N6/M



				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:			
				± 0.5	11.26 Kg	AISI 304			
					FECHA	NOMBRE	DENOMINACIÓN:		ESCALA:
				DIBUJÓ:	12/12/2021	HIDALGO EDISON	CILINDRO		1:5
				REVISÓ:	13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ			
				APROBÓ:	13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ			
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			N.º DE LÁMINA	11 DE 27	REGISTRO:
							SUSTITUCIÓN:		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:						

1

2

3

4

Rectificado
N6/M

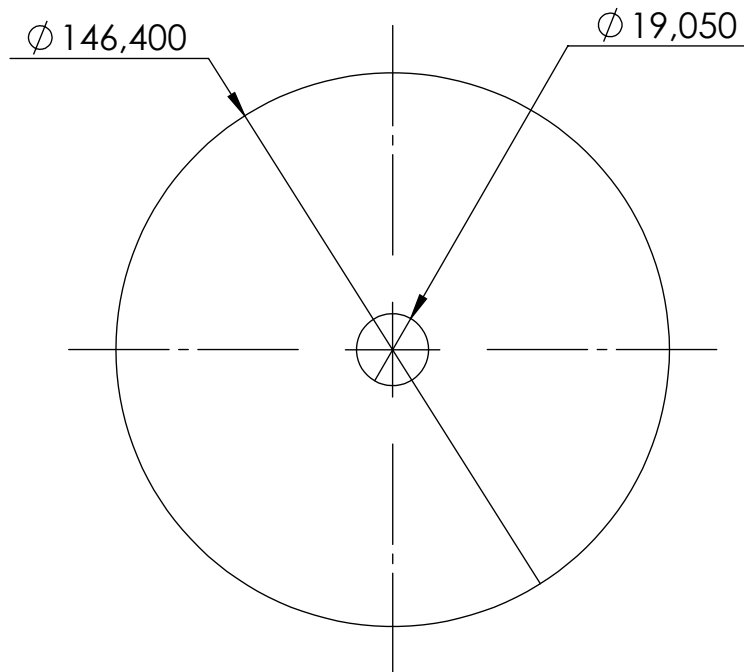
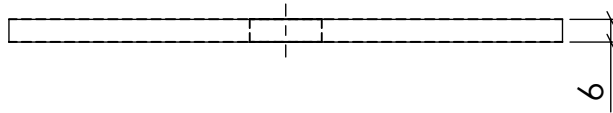
A

B

C

D

E



				Tolerancia: ± 0.5	Peso: 0.79 Kg	Material: AISI 304	
							Escala: 1:2
				FECHA	NOMBRE	Denominación: Tapa cilindro	
				DIBUJÓ: 10/12/2021	HIDALGO EDISON		
				REVISÓ: 12/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ		
				APROBÓ: 13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE Lámina: 12 DE 27	Registro :
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			Sustitución:	

1

2

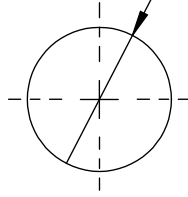
3

4

Torneado

N9

Ø 19,050



A

B

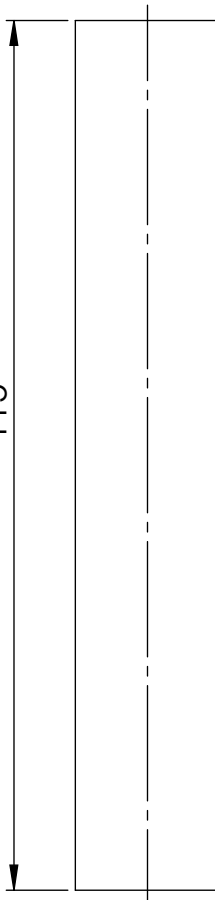
C

D

E

115

N9



				Tolerancia: ± 0.1	Peso: 0.26 Kg	Material: AISÍ 304	
						Denominación: Eje A	Escala: 1:1
				DIBUJÓ: 10/12/2021	HIDALGO EDISON		
				REVISÓ: 13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ		
				APROBÓ: 13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE Lámina: 13 DE 27	Registro :
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			Sustitución:	

1

2

3

4

A

B

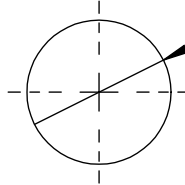
C

D

E

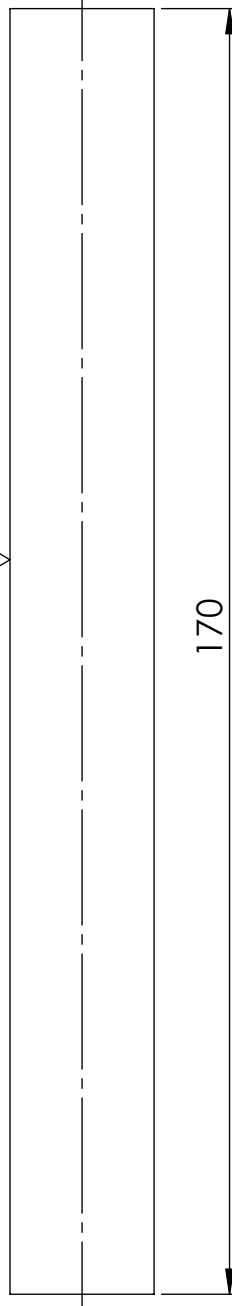
Torneado

N9

 $\varnothing 19,050$ 

N9

170



Tolerancia:

 ± 0.1

Peso:

0.39 Kg

Material:

AISI 304

FECHA

NOMBRE

DIBUJÓ: 10/12/2021 HIDALGO EDISON

REVISÓ: 13/12/2021 ING. GONZALO LÓPEZ

APROBÓ: 13/12/2021 ING. GONZALO LÓPEZ

Denominación:

Eje B

Escala:

1:1

U.T.A.

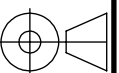
INGENIERÍA MECÁNICA

N.º DE Lámina:

14 DE 27

Sustitución:

Registro :



Edición:

Modificación:

Fecha:

Nombre:

1

2

3

4

N6

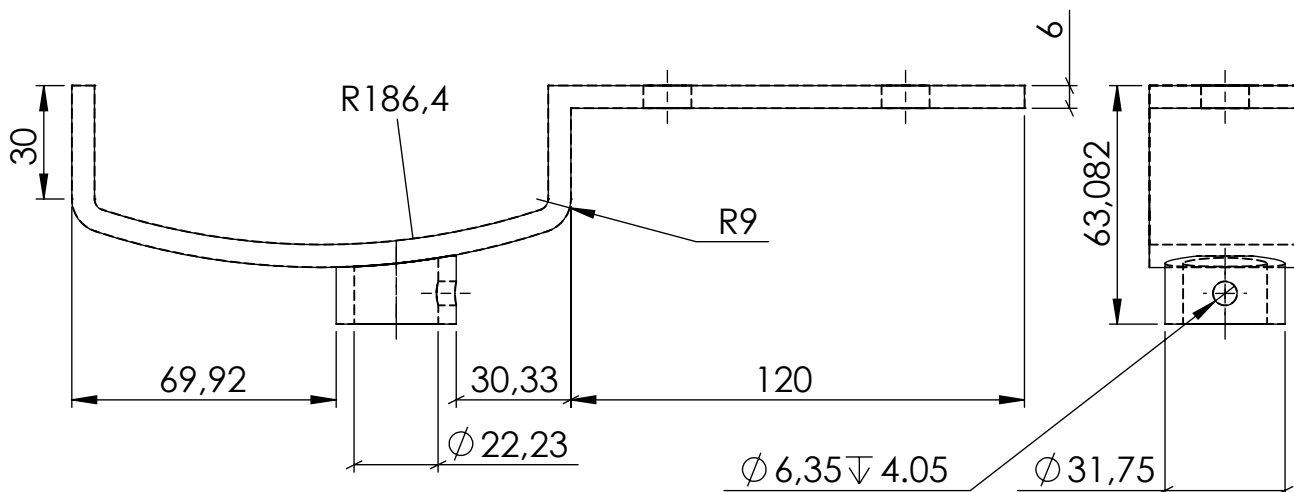
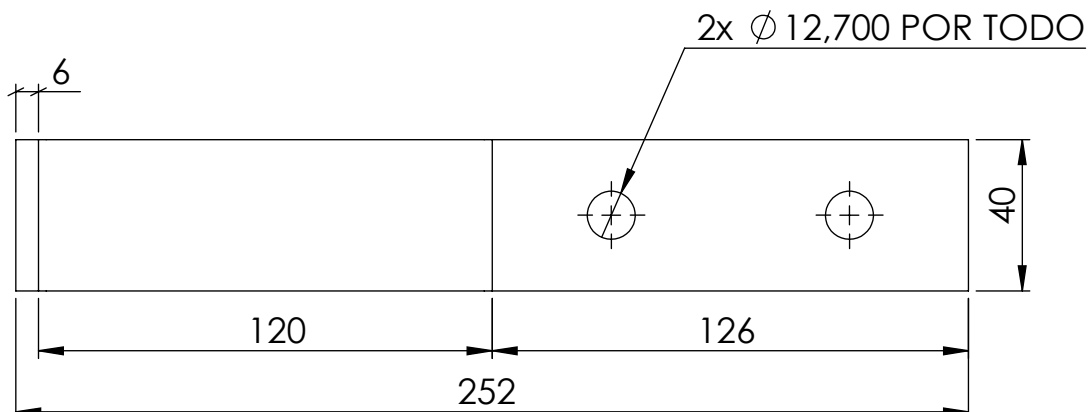
A

B

C

D

E



Tolerancia:

Peso:

Material:

 ± 0.5

0.63 Kg

ASTM A36 Acero

FECHA

NOMBRE

Denominación:

Escala:

DIBUJÓ: 10/12/2021

HIDALGO EDISON

Soporte ducto de vapor

1:2

REVISÓ: 13/12/2021

ING. GONZALO LÓPEZ

APROBÓ: 13/12/2021

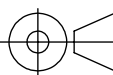
ING. GONZALO LÓPEZ

U.T.A.

N.º DE Lámina:

Registro :

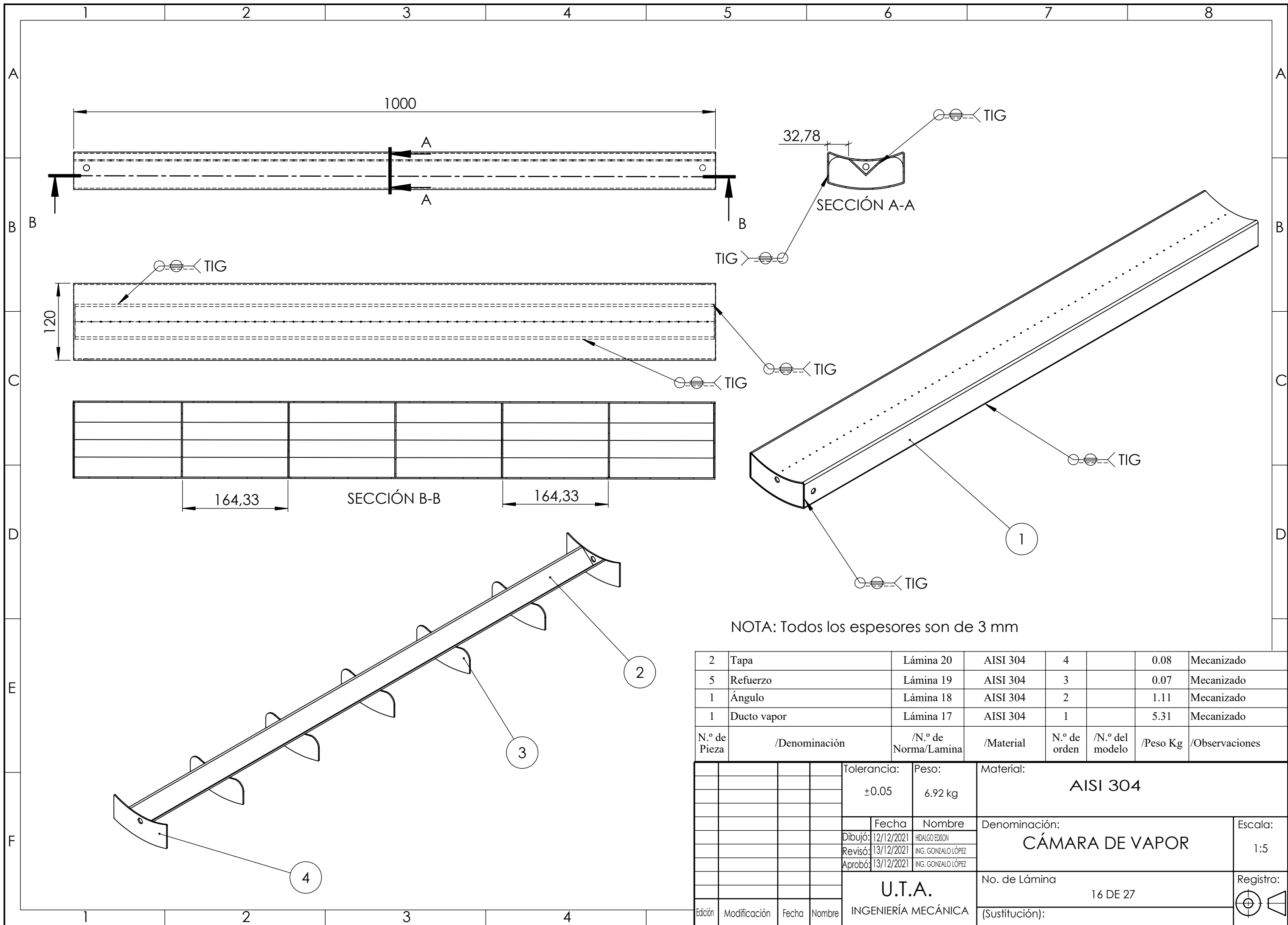
15 DE 27



Edición: Modificación: Fecha: Nombre:

INGENIERÍA MECÁNICA

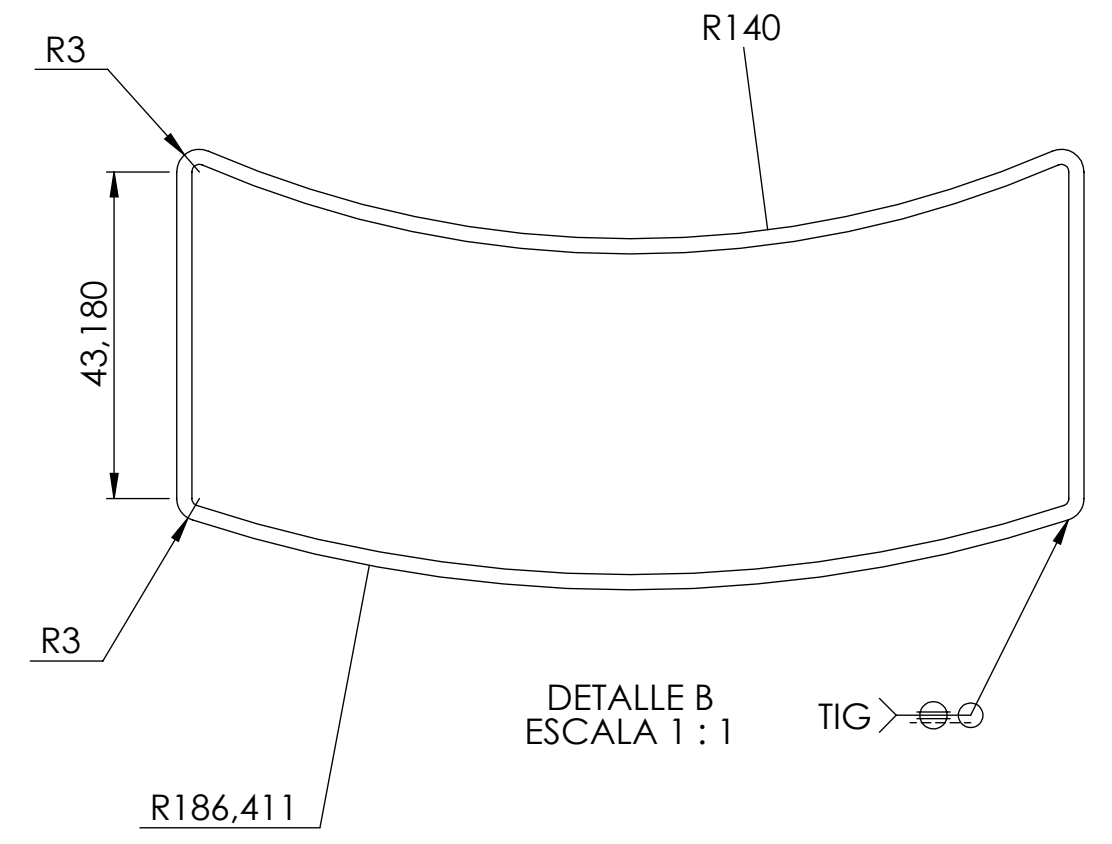
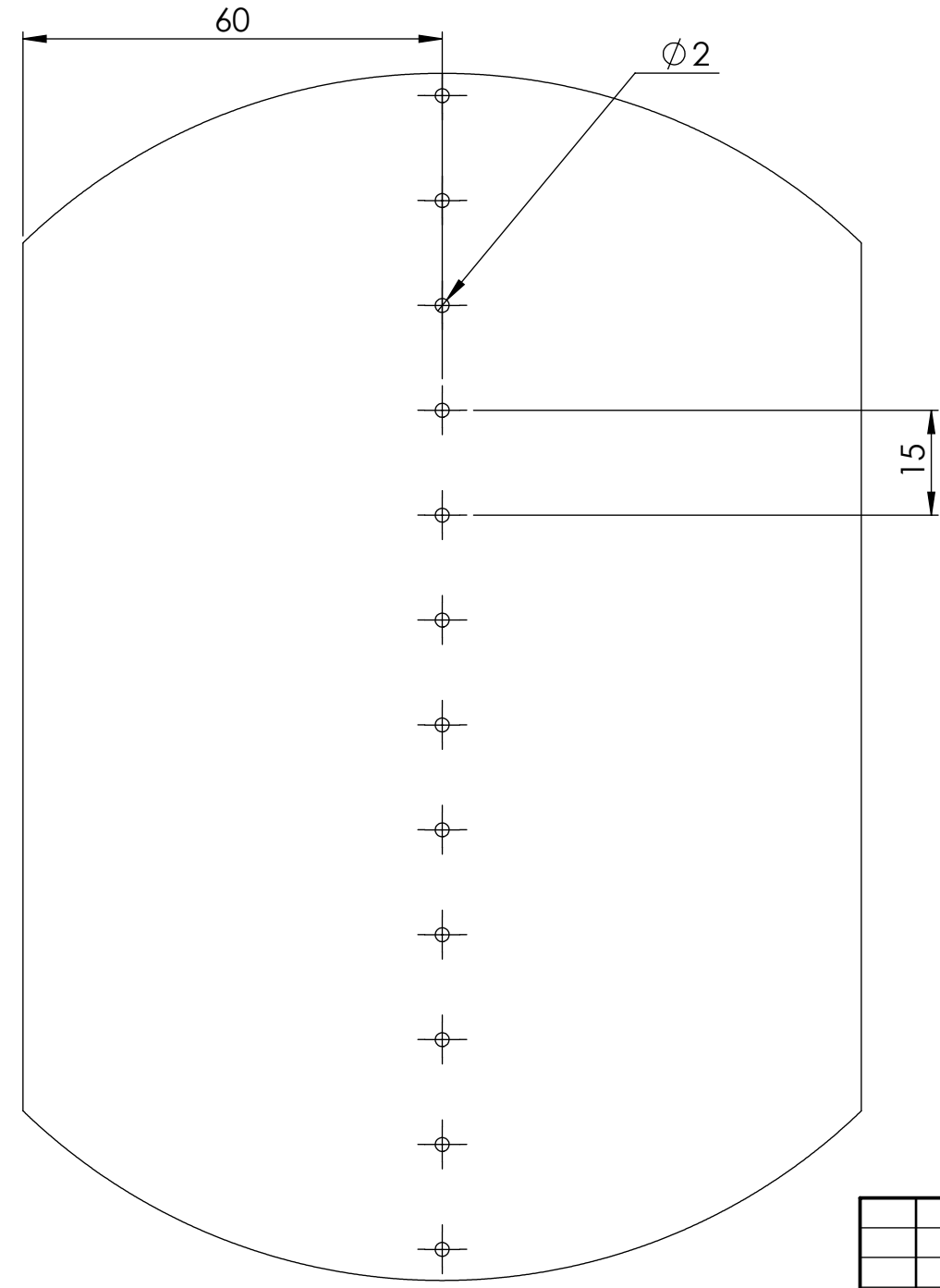
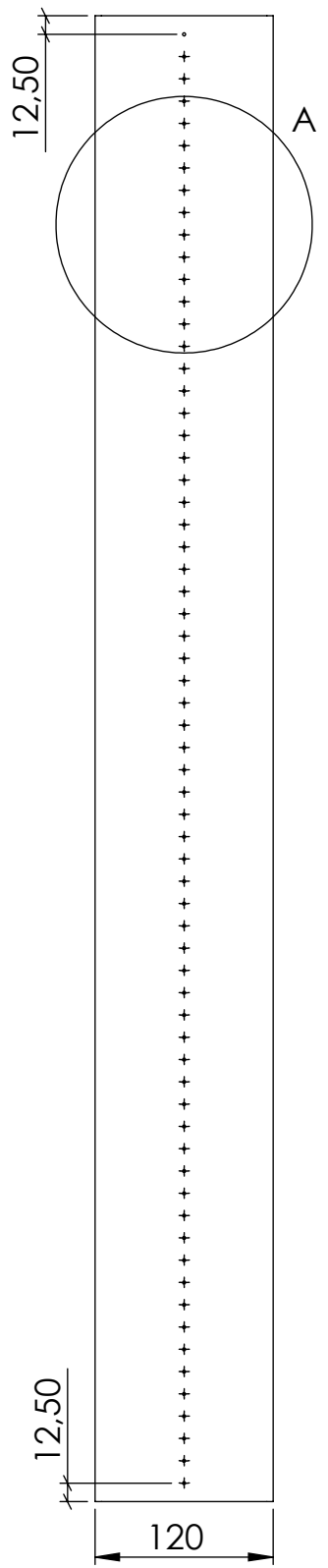
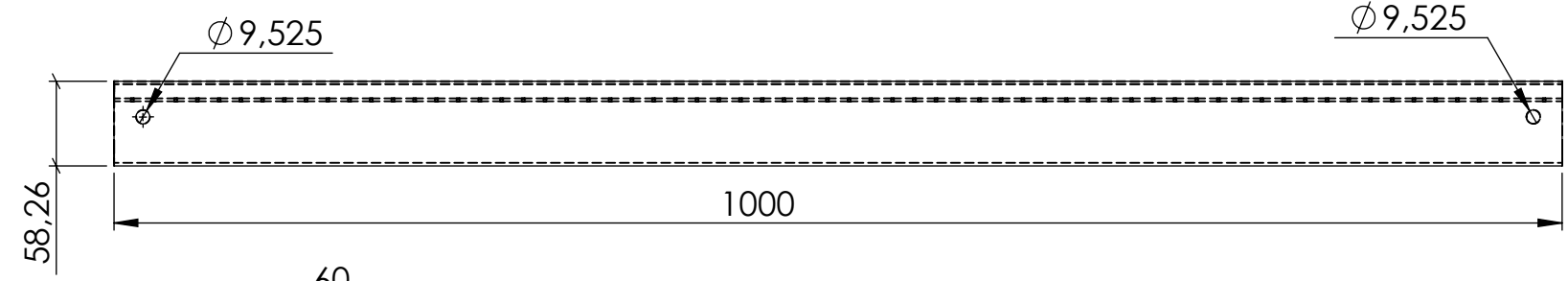
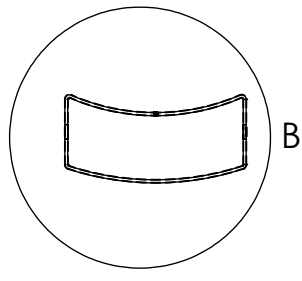
Sustitución:



NOTA: Todos los espesores son de 3 mm

N.º de Pieza	/Denominación	/N.º de Norma/Lamina	/Material	N.º de orden	/N.º del modelo	/Peso Kg	/Observaciones
2	Tapa	Lámina 20	AISI 304	4		0.08	Mecanizado
5	Refuerzo	Lámina 19	AISI 304	3		0.07	Mecanizado
1	Ángulo	Lámina 18	AISI 304	2		1.11	Mecanizado
1	Ducto vapor	Lámina 17	AISI 304	1		5.31	Mecanizado

Tolerancia:		Peso:		Material:			
±0.05		6.92 kg		AISI 304			
Fecha		Nombre		Denominación:		Escala:	
12/12/2021		HIDALGO EDISON		CÁMARA DE VAPOR		1:5	
13/12/2021		ING. GONZALO LÓPEZ					
13/12/2021		ING. GONZALO LÓPEZ					
U.T.A.				No. de Lámina		Registro:	
INGENIERÍA MECÁNICA				16 DE 27			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución):			



DETALLE B
ESCALA 1 : 1

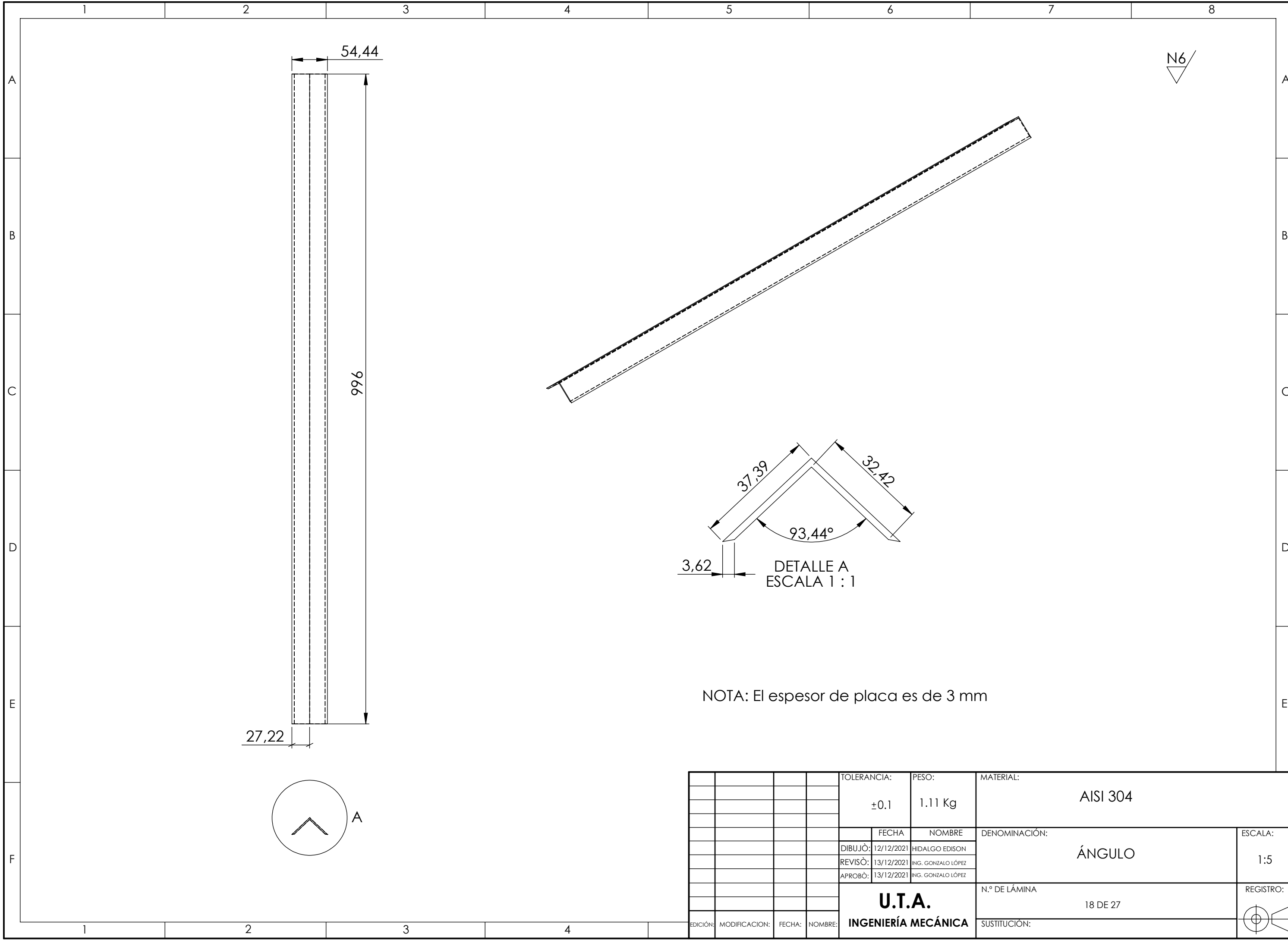
DETALLE A
ESCALA 1 : 1

NOTA: El espesor de placa es de 3 mm

TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:	
±0.05		5.31 Kg		AISI 304	
FECHA		NOMBRE		DENOMINACIÓN:	
DIBUJÓ: 12/12/2021		HIDALGO EDISON		DUCTO DE VAPOR	
REVISÓ: 12/12/2021		ING. GONZALO LÓPEZ			
APROBÓ: 13/12/2021		ING. GONZALO LÓPEZ			
EDICIÓN:		MODIFICACION:		FECHA:	
NOMBRE:		U.T.A.		N.º DE LÁMINA	
		INGENIERÍA MECÁNICA		17 DE 27	
				SUSTITUCIÓN:	
				REGISTRO:	

ESCALA:
1:5





NOTA: El espesor de placa es de 3 mm

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±0.1	1.11 Kg	AISI 304	
					FECHA	NOMBRE	DENOMINACIÓN:
				DIBUJÓ:	12/12/2021	HIDALGO EDISON	ÁNGULO
				REVISÓ:	13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ	
				APROBÓ:	13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ	
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA	ESCALA:
						18 DE 27	1:5
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:	REGISTRO:

1

2

3

4

N6/M

A

B

C

D

E

30,78

54,44

116

R142

R15

27,22

48,41

23,33

25,63

R184,41

NOTA: Todos los espesores de placa son 3mm

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.5	0.07 Kg	AISI 304	
				FECHA	NOMBRE	Denominación:	Escala:
				DIBUJÓ: 10/12/2021	HIDALGO EDISON	REFUERZO	1:1
				REVISÓ: 12/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ		
				APROBÓ: 13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE Lámina:	Registro :
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			19 DE 27	
						Sustitución:	

1

2

3

4

N6/M

A

B

C

D

E

116

54,26

43,180

R142

 $\phi 9,525$

R1

19,85

R184,41

58

NOTA: Todos los espesores de placa son de 3mm

Tolerancia:

Peso:

Material:

 ± 0.05

0.08 Kg

AISI 304

FECHA

NOMBRE

Denominación:

Escala:

DIBUJÓ: 10/12/2021

HIDALGO EDISON

TAPA

1:1

REVISÓ: 12/12/2021

ING. GONZALO LÓPEZ

APROBÓ: 13/12/2021

ING. GONZALO LÓPEZ

U.T.A.

N.º DE Lámina:

Registro :

20 DE 27

Edición:

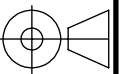
Modificación:

Fecha:

Nombre:

INGENIERÍA MECÁNICA

Sustitución:



1

2

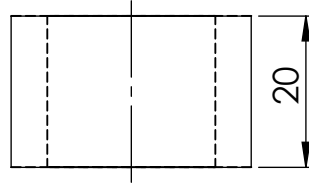
3

4

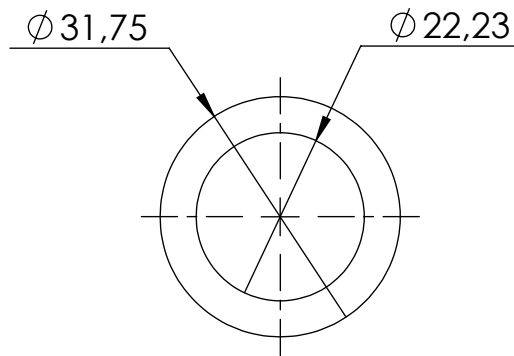
A

N6


B




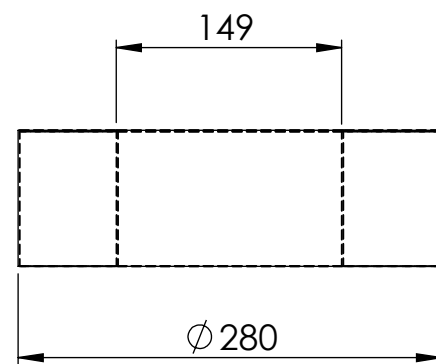
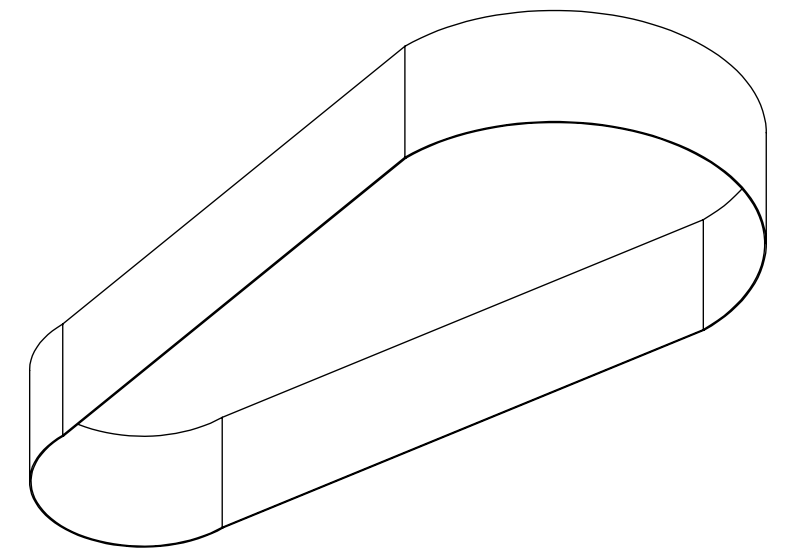
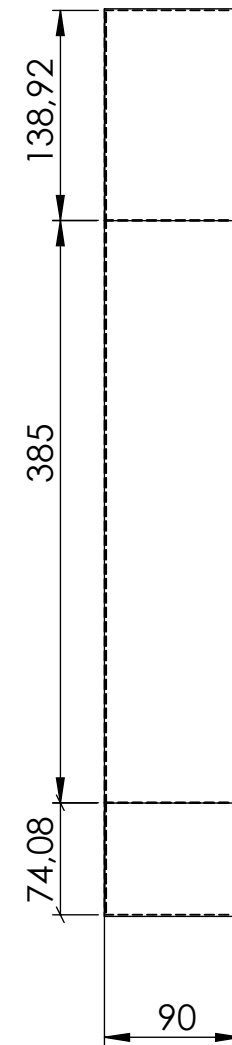
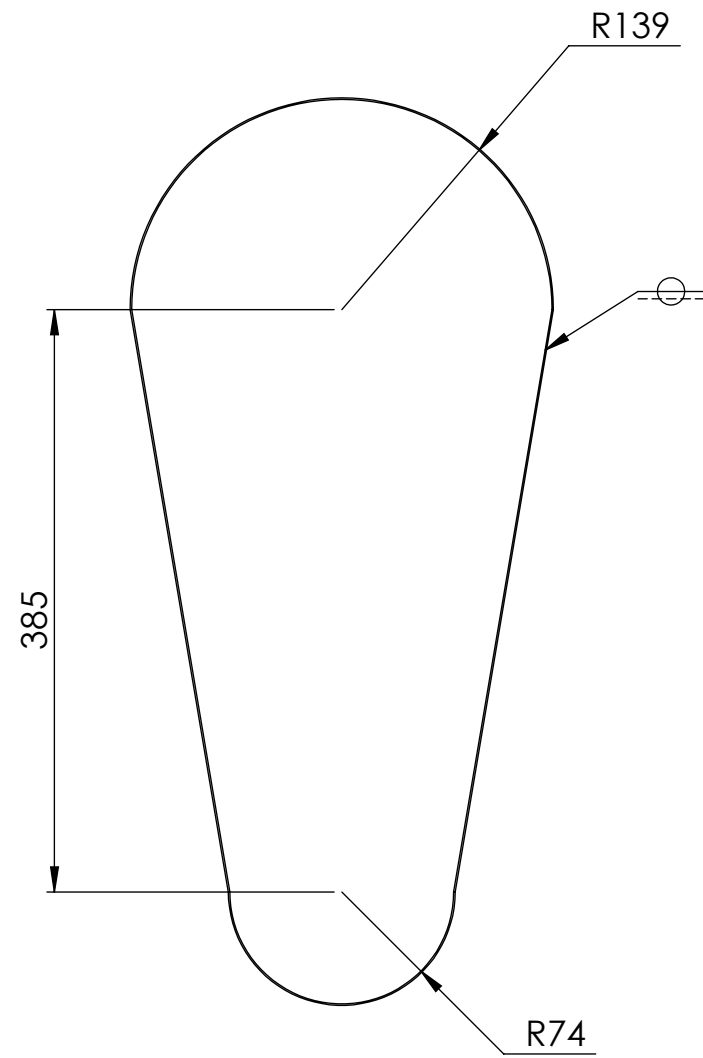
C



D

E

				Tolerancia: ± 0.5	Peso: 0.06 kg	Material: ASTM A36 Acero		
						Denominación: BOCIN	Escala: 1:1	
				DIBUJÓ:	FECHA		NOMBRE	
				REVISÓ:	12/12/2021		ING. GONZALO LÓPEZ	
				APROBÓ:	13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE Lámina: 21 DE 27	Registro :	
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			Sustitución:		



NOTA: Todos los espesores de chapa son de 1mm

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±0.3	1.98 Kg	Acero galvanizado		
				FECHA	NOMBRE	DENOMINACIÓN:		ESCALA:
				DIBUJÓ: 12/12/2021	HIDALGO EDISON	TAPA DE POLEAS		1:5
				REVISÓ: 13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ			
				APROBÓ: 13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ			
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA		REGISTRO:
						22 DE 27		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCIÓN:				

1

2

3

4

Rectificado
N7

$\phi 9,53$

35

6

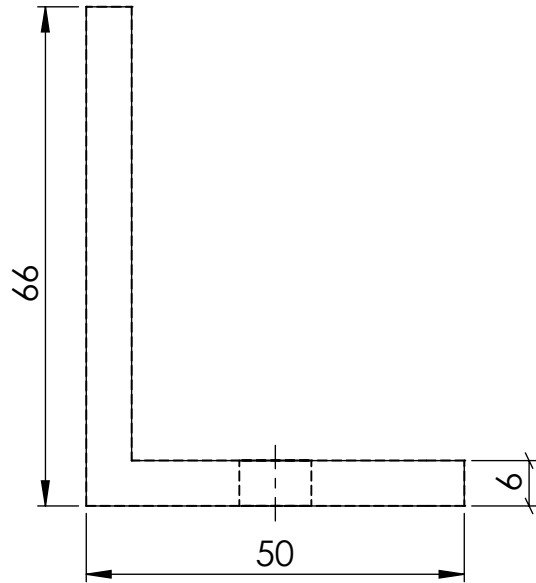
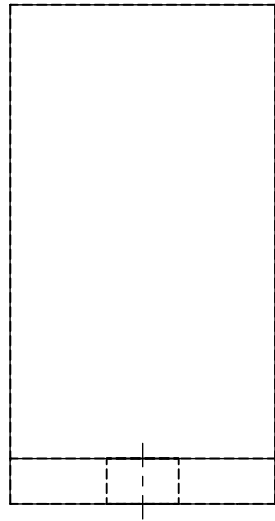
A

B

C

D

E



Tolerancia:

± 0.3

Peso:

0.18 Kg

Material:

ASTM A36 Acero

FECHA

NOMBRE

Denominación:

Escala:

DIBUJÓ: 10/12/2021

HIDALGO EDISON

BASE DE TAPA POLEAS

1:2

REVISÓ: 12/12/2021

ING. GONZALO LÓPEZ

APROBÓ: 13/12/2021

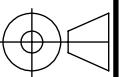
ING. GONZALO LÓPEZ

U.T.A.

N.º DE Lámina:

23 DE 27

Registro :



Edición:

Modificación:

Fecha:

Nombre:

INGENIERÍA MECÁNICA

Sustitución:

1

2

3

4

Rectificado
N6
M

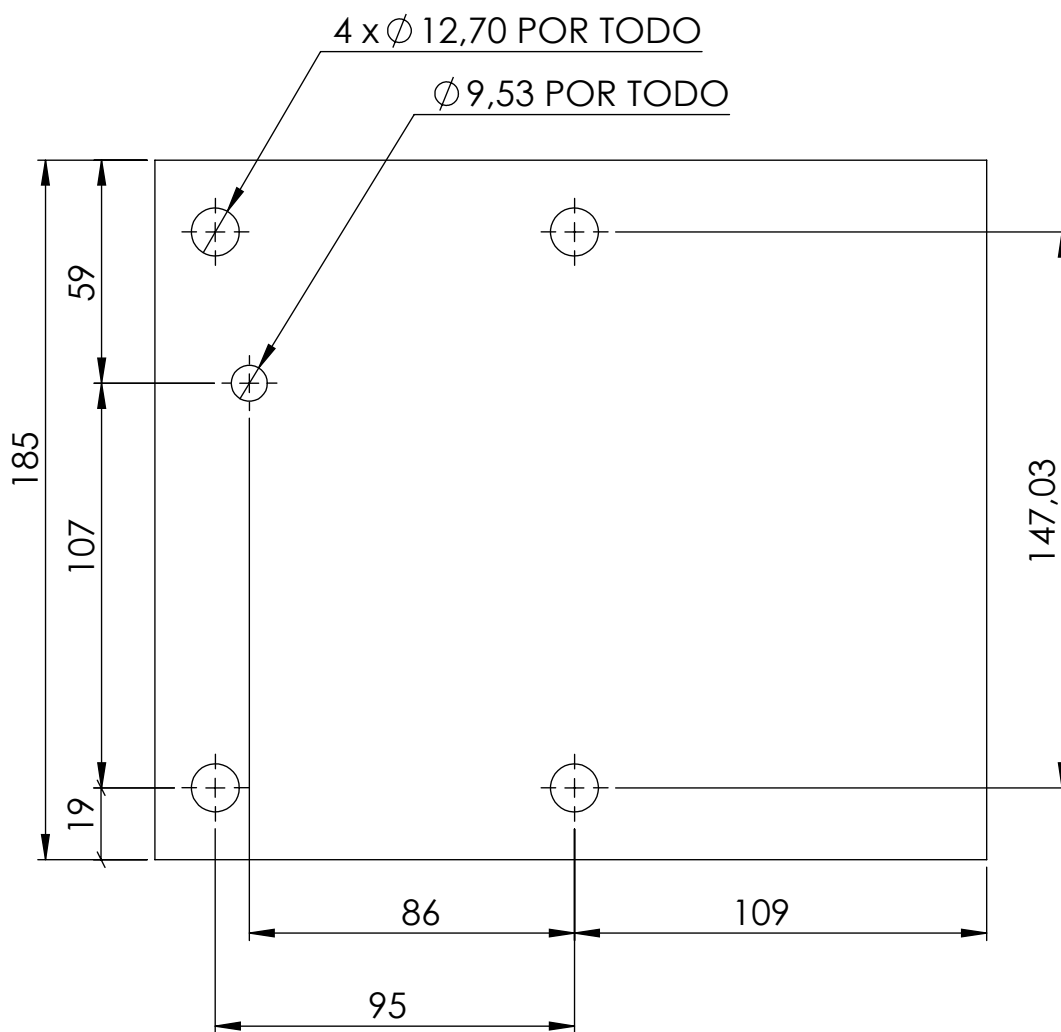
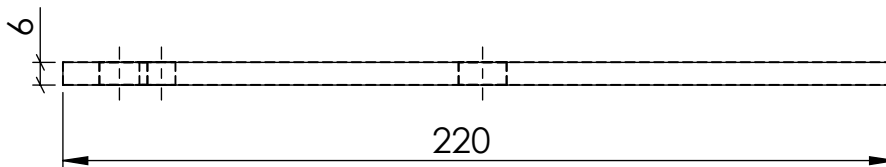
A

B

C

D

E



Tolerancia:

 ± 0.5

Peso:

1.89 Kg

Material:

ASTM A36 Acero

FECHA

DIBUJÓ: 10/12/2021

REVISÓ: 12/12/2021

APROBÓ: 13/12/2021

NOMBRE

HIDALGO EDISON

ING. GONZALO LÓPEZ

ING. GONZALO LÓPEZ

Denominación:

Base sistema de transmición

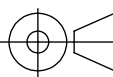
Escala:

1:2

N.º DE Lámina:

24 DE 27

Registro :

**U.T.A.**

INGENIERÍA MECÁNICA

Edición:

Modificación:

Fecha:

Nombre:

Sustitución:

1

2

3

4

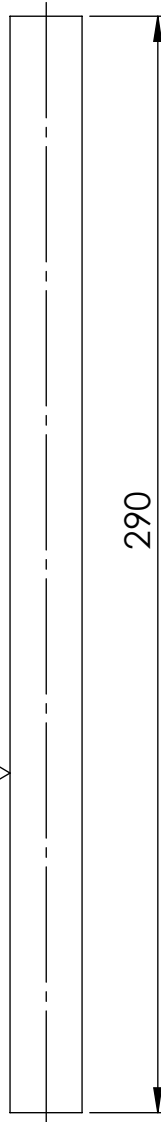
Torneado

N9

A

 $\varnothing 19,050$ 

B



290

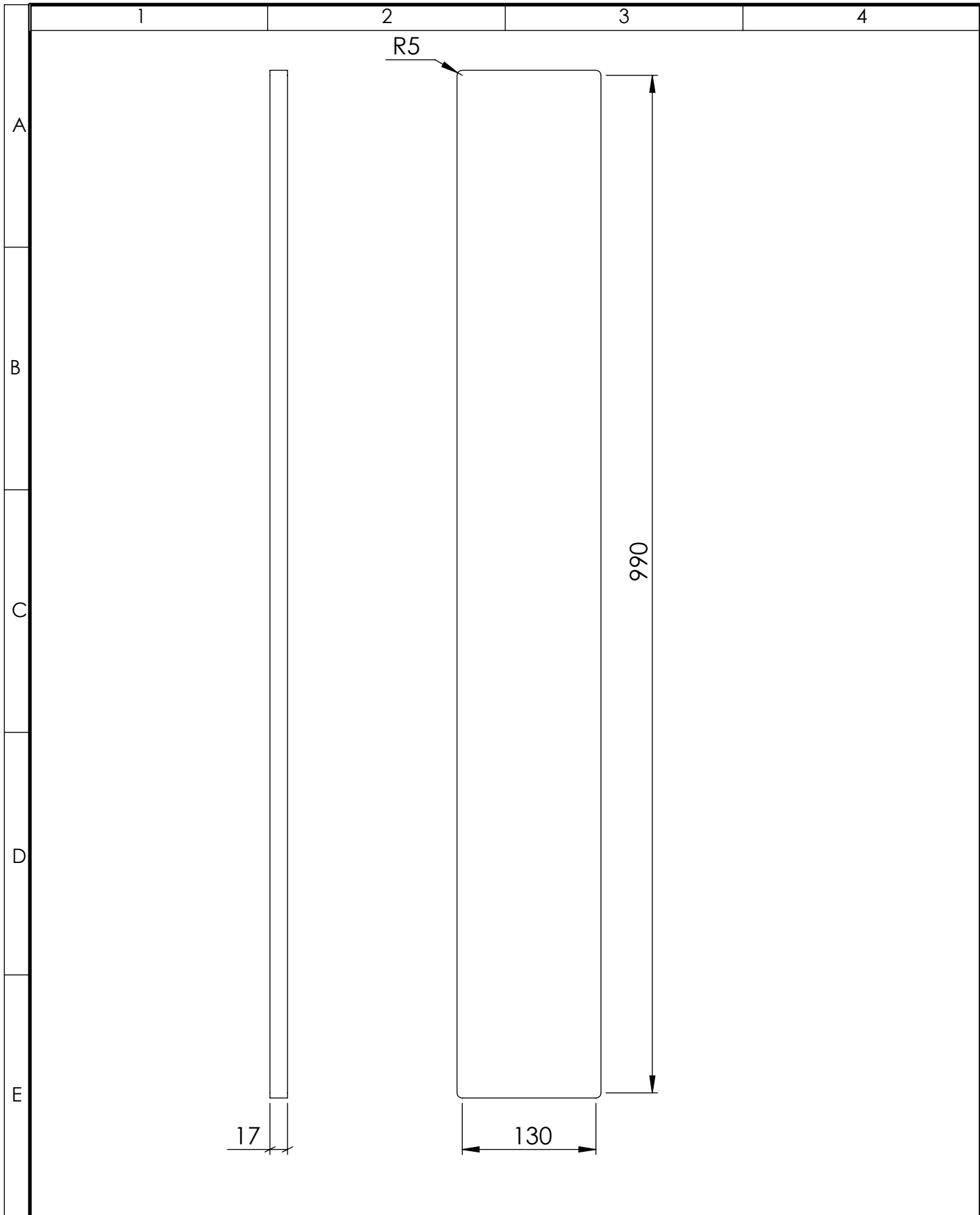
N9

C

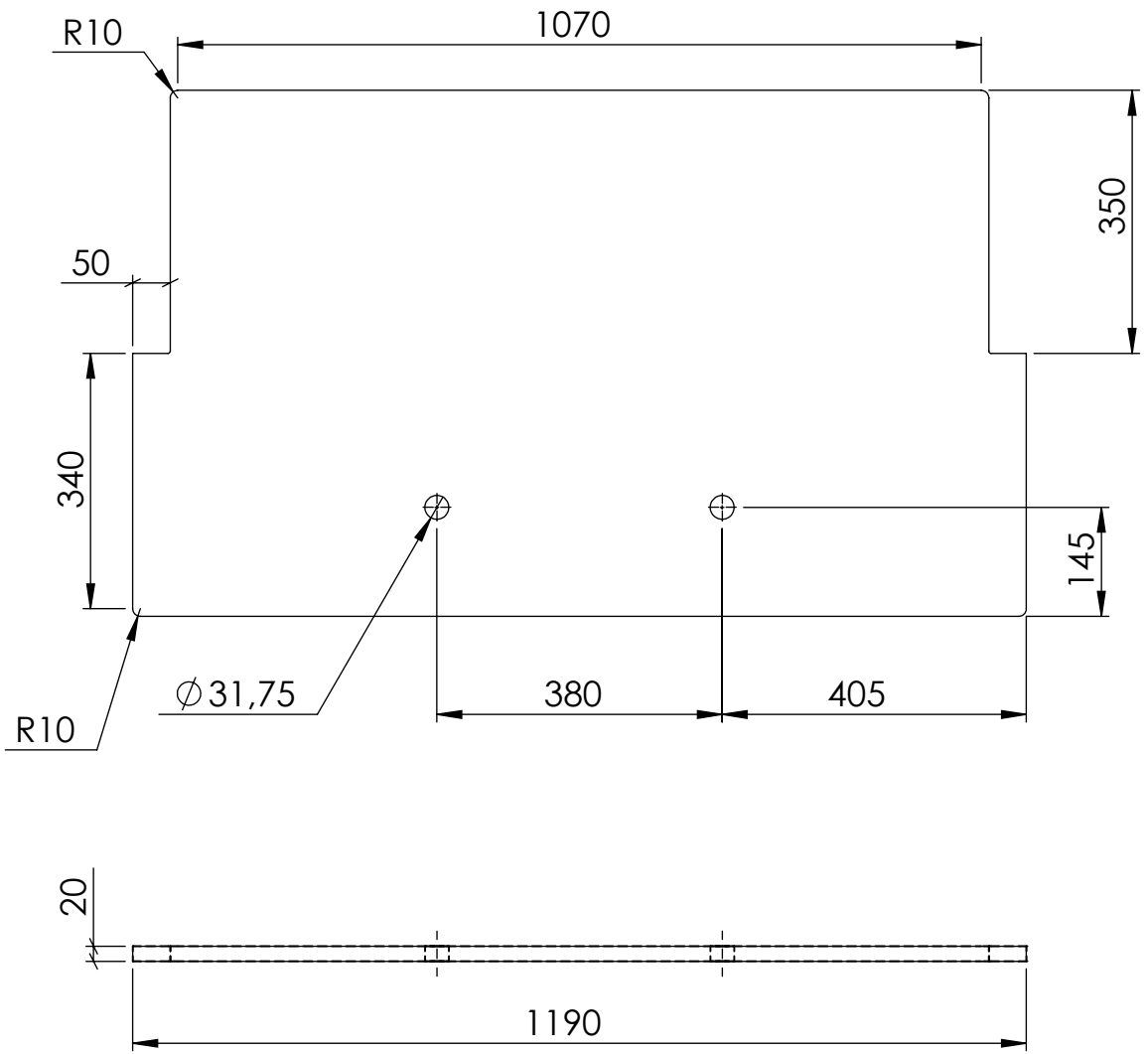
D

E

				Tolerancia:	Peso:	Material:		
				± 0.1	0.65 Kg	AISI 1018		
					FECHA	NOMBRE	Denominación:	Escala:
				DIBUJÓ:	10/12/2021	HIDALGO EDISON		
				REVISÓ:	13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ		
				APROBÓ:	13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ	Eje de transmisión	1:2
				U.T.A.				
				INGENIERÍA MECÁNICA			25 DE 27	
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:				Sustitución:	



				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 0.5	1.17 Kg	Melamina Hidrófuga	
				FECHA	NOMBRE	Denominación:	Escala:
				DIBUJÓ: 10/12/2021	HIDALGO EDISON		
				REVISÓ: 13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ		
				APROBÓ: 13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ	Soporte de manos	1:5
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			Sustitución:	



				Tolerancia:	Peso:	Material:		
				± 0.5	7.80 Kg	Melamina Hidrófuga		
				FECHA	NOMBRE	Denominación:	Escala:	
				DIBUJÓ: 10/12/2021	HIDALGO EDISON		Tablero de mesa	1:10
				REVISÓ: 13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ			
				APROBÓ: 13/12/2021	ING. GONZALO LÓPEZ			
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE Lámina:	Registro :	
						27 DE 27		
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:	Sustitución:				