



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**TEMA:**

**“MÁQUINA PLISADORA DE TELA DE DACRÓN”**

**Trabajo de grado previo a la obtención de título de Ingeniero en Mecatrónica**

**Línea de investigación:** Producción industrial y tecnología sostenible

**Autor:**

Pupiales Pupiales Jefferson Andrés

**Director:**

Ing. David Alberto Ojeda Peña, PhD.

**Asesor:**

Ing. Brizeida Nohemí Gámez Aparicio, PhD.

Ibarra, septiembre de 2025



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1004462600		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Pupiales Pupiales Jefferson Andres		
<b>DIRECCIÓN:</b>	La Florida, La Esperanza, Ibarra		
<b>EMAIL:</b>	japupialesp@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	+593983626411

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	<b>“MÁQUINA PLISADORA DE TELA DE DACRÓN”</b>
<b>AUTOR (ES):</b>	Pupiales Pupiales Jefferson Andrés
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	05/09/2025
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero en Mecatrónica
<b>DIRECTOR/ASESOR:</b>	Ing. David Alberto Ojeda Peña, PhD. Ing. Brizeida Nohemí Gámez Aparicio, PhD.

## 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 5 días del mes de septiembre de 2025.

### EL AUTOR:



.....  
Nombre: Pupiales Pupiales Jefferson Andres

Cédula:1004462600



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR**

Ibarra, 05 de septiembre de 2025

Ing. David Alberto Ojeda Peña, PhD.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f).....

Ing. David Alberto Ojeda Peña, PhD.

C.C.: 1757898489



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR**

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “MÁQUINA PLISADORA DE TELA DE DACRÓN” elaborado por PUPIALES PUPIALES JEFFERSON ANDRES, previo a la obtención del título de INGENIERO EN MECATRÓNICA, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f).....

Ing. David Alberto Ojeda Peña, PhD.  
C.C.: 1757898489

(f).....

Ing. Brizeida Nohemí Gámez Aparicio, PhD.  
C.C.: 1758387383

## AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mi más profundo agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, en especial a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera ingeniería en Mecatrónica, por el apoyo invaluable que me han brindado a lo largo de mi formación. Mi paso por esta institución ha sido una experiencia sumamente enriquecedora, tanto en el ámbito académico como personal.

Agradezco profundamente la guía y el apoyo brindado por los profesores David Ojeda y Brizeida Gámez, quienes, con su vasta experiencia y conocimiento, hicieron posible la culminación de este trabajo de grado. Su orientación fue clave en cada etapa de este proceso.

A lo largo de estos años, he tenido la fortuna de contar con docentes destacados, compañeros dedicados y un equipo administrativo siempre colaborador. Sin su guía, esfuerzo y constante motivación, la realización de esta tesis no habría sido posible.

De igual manera, quiero agradecer de corazón a mi madre por su respaldo económico y emocional durante este proceso. Su apoyo incondicional fue clave no solo para el desarrollo de este proyecto, sino también para mi crecimiento como profesional.

*Jefferson Andrés Pupiales Pupiales*

## **DEDICATORIA**

A Dios, Por darme la fortaleza y sabiduría para culminar este desafío académico.

A mi madre, Ermelinda Pupiales, por ser mi sustento y guía, cumpliendo el rol de padre y madre con admirable fortaleza en el hogar. Aun en medio de sus desafíos de salud, encontró la manera de apoyarme económicamente y emocionalmente, haciendo posible cada avance en esta meta académica. Su sacrificio es el cimiento sobre el que se construye este logro.

A mi abuelita, Pastora Pupiales, por sembrar en mí los valores de perseverancia que hoy cosecho en mi formación profesional.

A mi padre y su pareja, Leónidas Pupiales, por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo y disciplina. Con tu trabajo callado pero incansable me enseñaste que el éxito se construye con dedicación. Tu apoyo moral y tu fe en mí fueron mi motor. Hoy entiendo que la verdadera herencia es tu lección de vida.

A mis hermanos: Jonatan, Alexandra, Jessica, Joel, a mis progenitores, por constituir un sistema de soporte emocional adaptativo durante los periodos de mayor estrés académico.

A mi compañera de vida, Nayeli Pupiales, por ser mi colaboradora intelectual y soporte emocional durante este recorrido hacia el título profesional.

*Jefferson Andrés Pupiales Pupiales*

## RESUMEN

Este proyecto nació para resolver un problema real de los artesanos textiles: el plisado manual de prendas indígenas en dacrón consumía mucho tiempo, dejaba pliegues irregulares y exponía a los trabajadores a quemaduras. Como solución, se diseña y construye una máquina plisadora automatizada que hace este trabajo de forma más rápida, segura y precisa. Todo comenzó estudiando a detalle el proceso tradicional, cómo sostienen la tela, qué temperatura necesitan, cuánta presión aplican. Con estos datos, se utilizó software de diseño 3D CAD-CAM para crear una máquina adaptada a sus necesidades reales. Se seleccionó cuidadosamente cada componente, desde los rodamientos que guían la tela hasta el sistema de calentamiento que evita riesgos. Lo más importante era garantizar seguridad, por eso todos los elementos estructurales fueron calculados para soportar cinco veces más fuerza de la necesaria. La fabricación combinó técnicas modernas como impresión 3D para piezas complejas con métodos tradicionales como soldadura de precisión. El resultado fue una máquina intuitiva que reduce el tiempo de plisado en más de la mitad, produce pliegues perfectamente uniformes con menos de 0,5 mm de variación y lo más valioso, elimina por completo el riesgo de quemaduras para los artesanos. Más que un equipo, se implementó una herramienta que respeta la esencia de la confección tradicional mientras incorpora lo mejor de la tecnología. Los primeros usuarios reportan no solo mayor productividad, sino también mayor comodidad y orgullo en su trabajo. Este es solo el primer paso para modernizar la artesanía textil sin perder su alma.

Palabras claves: Máquina Plisadora, Tela Dacrón, Pliegue, Planchado, Indumentaria Indígena.

## ABSTRACT

This project emerged from a practical challenge faced by textile artisans: manual pleating of indigenous garments in dacron fabric was time-consuming, produced inconsistent folds, and exposed workers to burn hazards. Our solution was an automated pleating machine designed to perform this work faster, safer, and with greater precision.

The development process began with detailed observation of traditional techniques - analyzing how artisans handle fabric, required temperatures, and applied pressure. These empirical findings informed our 3D CAD-CAM design process, creating equipment tailored to real workshop needs. We meticulously selected each component, from fabric-guiding bearings to our risk-free heating system, with particular emphasis on safety. All structural elements were engineered to withstand five times the necessary operational loads.

Manufacturing blended advanced techniques (3D printing for complex parts) with traditional methods (precision welding). The resulting intuitive machine reduces pleating time by over 50%, produces perfectly uniform folds (<0,5 mm variation), and most importantly, completely eliminates burn risks for artisans.

Beyond mere equipment, we've implemented a tool that preserves traditional craftsmanship's essence while integrating modern technology. Initial users report not only increased productivity but also enhanced comfort and pride in their work. This represents a first step in modernizing textile artistry without compromising its soul.

Keywords: Pleating Machine, Dacron Fabric, Pleat, Ironing, Indigenous Garments.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA .....	2
2. CONSTANCIAS .....	3
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
4	
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR.....	5
AGRADECIMIENTOS .....	6
DEDICATORIA .....	7
RESUMEN .....	8
ABSTRACT.....	9
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	10
ÍNDICE DE TABLAS .....	15
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....	17
1.1 Planteamiento del problema .....	17
1.2 Objetivos .....	18
1.2.1 General.....	18
1.2.2 Específicos .....	18
1.3 Alcance.....	19
1.4 Justificación.....	19
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 Antecedentes .....	20
2.2 Bases teóricas .....	22
2.2.1 Industria textil .....	22
2.2.2 Máquinas plisadoras.....	29
2.2.3 Aplicación de la plisadora.....	33
2.2.4 Ventajas de las máquinas plegadoras.....	34
2.2.5 Desventajas de la máquina plisadoras.....	35
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO .....	36
3.1 Enfoque y tipos de investigación .....	36
3.2 Diseño de la investigación.....	37

3.2.1	Fase 1: Identificación de necesidades relacionadas con el tratamiento de telas en las vestimentas típicas de los pueblos indígenas. ....	37
3.2.2	Fase 2: diseño de sistema de plisado de tela .....	37
	Actividad 1: “determinar los requerimientos del sistema”: en la presente actividad se plantea analizar cuáles son los requerimientos que debe el sistema de plisado de tela....	38
3.2.3	Fase 3: construcción del sistema de plisado de tela. ....	38
3.2.4	Fase 4: evaluación del sistema con la ayuda de pruebas de funcionamiento.....	39
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS .....		40
4.1	Especificaciones del dispositivo a diseñar. ....	40
4.2	Planteamiento de alternativas de solución. ....	41
4.2.1	Primera alternativa de solución.....	41
4.2.2	Segunda alternativa de solución.....	43
4.2.3	Tercera alternativa de solución .....	45
4.2.4	Cuarta alternativa de solución.....	48
4.2.5	Selección de la mejor alternativa de solución.....	50
4.2.6	Ponderación de criterios.....	52
4.3	Especificaciones del sistema diseñado.....	56
4.3.1	Descripción de partes que conforman.....	56
4.3.2	Cálculos.....	75
4.3.3	Sistema estructural .....	77
4.4	proceso de selección de materiales .....	81
4.4.1	selección de rodamientos .....	81
4.4.2	selección de resistencia eléctrica .....	82
4.5	Diagrama de conexiones electrónico y eléctrico del sistema .....	82
4.6	Diseño y ensamble del dispositivo .....	84
4.7	Software de Modelado .....	84
4.8	Elaboración de piezas que componen el mecanismo .....	85
4.9	Manufactura de estructuras y componentes para piezas mecánicas.....	86
4.10	Diseño e implementación de sistemas eléctricos/electrónicos del gabinete para control industrial. ....	91
4.11	Costos de implementación del sistema.....	97
4.12	pruebas de funcionamiento.....	99
4.12.1	pruebas finales .....	99
4.12.2	Resultados .....	102
CONCLUSIONES .....		104

RECOMENDACIONES.....	105
REFERENCIAS.....	106
ANEXOS .....	112
A. PLANOS MECÁNICOS .....	112

## ÍNDICE FIGURAS

<b>FIG. 1.0.1</b> VESTUARIO TRADICIONAL DE LA COMUNIDAD DE LA ESPERANZA [1] .....	17
<b>FIG. 1.0.2</b> PROCESO DE COSTURA Y CONFECCIÓN Y ROPA ARTESANAL [3] .....	18
<b>FIG. 2.0.1</b> REPRESENTACIÓN DE UNA FÁBRICA DEDICADA A LA INDUSTRIA TEXTIL [10].....	22
<b>FIG. 2.0.2</b> REPRESENTACIÓN DE FIBRAS DE NYLON [12] .....	24
<b>FIG. 2.0.3</b> PROCESO DE HILADO INDUSTRIAL [15].....	25
<b>FIG. 2.0.4</b> PROCESO DE TEJEDURÍA ARTESANAL [18] .....	26
<b>FIG. 2.0.5</b> TELAS NO TEJIDAS FABRICADAS EN ECUADOR [23].....	27
<b>FIG. 2.0.6</b> FIBRAS DE POLIPROPILENO [25].....	28
<b>FIG. 2.0.7</b> TEJIDO DE POLIAMIDA [27].....	28
<b>FIG. 2.0.8</b> MÁQUINA PLISADORA [29].....	30
<b>FIG. 2.0.9</b> MODELO DE PLISADO EN CUCHILLO. [30] .....	31
<b>FIG. 2.0.10</b> REPRESENTACIÓN DE PLISADO DE CAJA [31] .....	31
<b>FIG. 2.0.11</b> PLISADO DE ACORDEÓN. [32] .....	32
<b>FIG. 2.0.12</b> PLISADO DE CARTUCHO [6] .....	33
<b>FIG. 4.0.1</b> EXPLOSIÓN PRIMERA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN .....	42
<b>FIG. 4.0.2</b> ISOMETRÍA DEL CONJUNTO (SEGUNDA ALTERNATIVA).....	44
<b>FIG. 4.0.3</b> DIBUJO EN EXPLOSIÓN (SEGUNDA ALTERNATIVA) .....	44
<b>FIG. 4.0.4</b> DIBUJO EN EXPLOSIÓN (TERCERA ALTERNATIVA) .....	46
<b>FIG. 4.0.5</b> DIBUJO EN EXPLOSIÓN (TERCERA ALTERNATIVA) .....	47
<b>FIG. 4.0.6</b> DIBUJO EN EXPLOSIÓN (CUARTA ALTERNATIVA).....	49
<b>FIG. 4.0.7</b> DIBUJO EN EXPLOSIÓN (CUARTA ALTERNATIVA).....	50
<b>FIG. 4.0.8</b> CABLE DE PODER CON CONECTORES DE 3 PINES [41] .....	57
<b>FIG. 4.0.9</b> FUENTE CONMUTADA 12V/5A CON CARCASA METÁLICA [42].....	58
<b>FIG. 4.0.10</b> VISTA TÉCNICA DEL MOTOR JGY370 [43].....	59
<b>FIG. 4.0.11</b> CONTROLADOR PWM CCM5D [44] .....	60
<b>FIG. 4.0.12</b> HILO DE NIQUELINA EN ESPIRAL [45] .....	61
<b>FIG. 4.0.13</b> PANEL DE CONTROL REX C100 [46].....	61
<b>FIG. 4.0.14</b> RELÉ SSR-40DA CON DISIPADOR TÉRMICO [47].....	62
<b>FIG. 4.0.15</b> TERMOCUPLA TIPO K CON ROSCA M6 [48] .....	63
<b>FIG. 4.0.16</b> TERMINALES TIPO HORQUILLA CAMSCO [49] .....	64
<b>FIG. 4.0.17</b> CONDUCTOR FLEXIBLE 16 AWG [50] .....	65
<b>FIG. 4.0.18</b> GABINETE METÁLICO INGELCOM 30×20×15 CM [51].....	65
<b>FIG. 4.0.19</b> TUBO CUADRADO GALVANIZADO [52].....	67
<b>FIG. 4.0.20</b> FILAMENTO PLA + FIBRA DE CARBONO [53].....	68
<b>FIG. 4.0.21</b> PLANCHA GALVANIZADA [54].....	69
<b>FIG. 4.0.22</b> REMACHE POP DE ALA ANCHA [55] .....	70
<b>FIG. 4.0.23</b> RODAMIENTO SKF VA201 6004 [56] .....	71
<b>FIG. 4.0.24</b> PERNO HEXAGONAL M5 XL 8.8 [57].....	72
<b>FIG. 4.0.25</b> PERNO HEXAGONAL M10 XL 8.8 [57].....	72
<b>FIG. 4.0.26</b> TUERCA HEXAGONAL M5 GRADO 8 [57] .....	73
<b>FIG. 4.0.27</b> TUERCA HEXAGONAL M10 GRADO 8 [57] .....	74
<b>FIG. 4.0.28</b> BASE GIRATORIA DE ALEACIÓN/ACERO [58].....	75
<b>FIG. 4.0.29</b> MALLADO DE LA ESTRUCTURA SÓLIDA .....	78
<b>FIG. 4.0.30</b> RESULTADO DEL MALLADO DE LA ESTRUCTURA .....	78

<b>FIG. 4.0.31</b>	<b>MALLADO TÉRMICO PARA EL ANÁLISIS RODILLO .....</b>	<b>80</b>
<b>FIG. 4.0.32</b>	<b>RESULTADO DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DEL SISTEMA .....</b>	<b>80</b>
<b>FIG. 4.0.33</b>	<b>RODAMIENTO SKF VA201 6004 [56] .....</b>	<b>81</b>
<b>FIG. 4.0.34</b>	<b>DISEÑO DE LA MÁQUINA PLISADORA .....</b>	<b>85</b>
<b>FIG. 4.0.35</b>	<b>COMPONENTES EN IMPRESIÓN 3D. ....</b>	<b>86</b>
<b>FIG. 4.0.36</b>	<b>CORTES DE TUBO MEDIANTE LA MÁQUINA TROZADORA. ....</b>	<b>87</b>
<b>FIG. 4.0.37</b>	<b>PROCESO DE SOLDADURA MIG EMPLEADO PARA LA UNIÓN PERMANENTE DE LOS PERFILES TUBULARES. ....</b>	<b>88</b>
<b>FIG. 4.0.38</b>	<b>PROCESO DE MECANIZADO DE PIEZAS MECÁNICAS. ....</b>	<b>89</b>
<b>FIG. 4.0.39</b>	<b>ESTRUCTURA METÁLICA DE LA MÁQUINA PLISADORA.....</b>	<b>90</b>
<b>FIG. 4.0.40</b>	<b>ESTRUCTURA METÁLICA CON RECUBRIMIENTO DE PINTURA ESMALTADA. ....</b>	<b>91</b>
<b>FIG. 4.0.41</b>	<b>PREPARACIÓN DE GABINETE ELÉCTRICO PARA CONTROL.....</b>	<b>92</b>
<b>FIG. 4.0.42</b>	<b>INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA BASE DEL GABINETE ELÉCTRICO. ....</b>	<b>93</b>
<b>FIG. 4.0.43</b>	<b>DISPOSICIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS/ELECTRÓNICOS PRINCIPALES.....</b>	<b>94</b>
<b>FIG. 4.0.44</b>	<b>CONEXIONADO DE COMPONENTES ELÉCTRICOS.....</b>	<b>95</b>
<b>FIG. 4.0.45</b>	<b>SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO DE LA MÁQUINA. ....</b>	<b>96</b>
<b>FIG. 4.0.46</b>	<b>PRUEBAS Y VERIFICACIÓN EL CONTROL.....</b>	<b>97</b>
<b>FIG. 4.47</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE DIFERENTES CASOS “A”, “B” Y “C” .....</b>	<b>103</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 4.0.1</b>	ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA PRIMERA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN. ....	43
<b>TABLA 4.0.2</b>	ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA SEGUNDA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN. ....	45
<b>TABLA 4.0.3</b>	ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA TERCERA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN. ....	47
<b>TABLA 4.0.4</b>	ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA CUARTA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN. ....	51
<b>TABLA 4.0.5</b>	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS. ....	51
<b>TABLA 4.0.6</b>	ASIGNACIÓN DE PESOS A LOS CRITERIOS (%) .....	53
<b>TABLA 4.0.7</b>	PONDERACIÓN DE SOLUCIONES DE CADA CRITERIO.....	53
<b>TABLA 4.0.8</b>	EVALUACIÓN COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS BASADA EN EL FACTOR COSTO .	54
<b>TABLA 4.0.9</b>	ANÁLISIS DE EFICIENCIA EN EL USO DE ENERGÍA POR ALTERNATIVA .....	54
<b>TABLA 4.0.10</b>	CLASIFICACIÓN DE SOLUCIONES POR PRECISIÓN EN EL PLISADO .....	55
<b>TABLA 4.0.11</b>	ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS EN CUANTO A FACILIDAD DE MANTENIMIENTO .....	55
<b>TABLA 4.0.12</b>	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS EN FUNCIÓN DE SU POTENCIAL DE CRECIMIENTO .....	55
<b>TABLA 4.0.13</b>	CLASIFICACIÓN DE PROPUESTAS POR FACILIDAD DE ADQUISICIÓN LOCAL .....	55
<b>TABLA 4.0.14</b>	CÁLCULO FINAL DE PUNTUACIÓN PONDERADA .....	56
<b>TABLA 4.0.15</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CABLE DE PODER .....	57
<b>TABLA 4.0.16</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DETALLADAS DE FUENTE CONMUTADA .....	58
<b>TABLA 4.0.17</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DETALLADAS DEL MOTOR JGY370 .....	59
<b>TABLA 4.0.18</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONTROLADOR PWM CCM5D .....	60
<b>TABLA 4.0.19</b>	PROPIEDADES TÉCNICAS DEL HILO DE NIQUELINA .....	61
<b>TABLA 4.0.20</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONTROLADOR REX C100.....	61
<b>TABLA 4.0.21</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, RELÉ SSR-40DA .....	62
<b>TABLA 4.0.22</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, TERMOCUPLA TIPO K .....	63
<b>TABLA 4.0.23</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES, TERMINALES ELÉCTRICOS. ....	64
<b>TABLA 4.0.24</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, CONDUCTOR FLEXIBLE 16 AWG.....	65
<b>TABLA 4.0.25</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, GABINETE METÁLICO 30*20*15 .....	66
<b>TABLA 4.0.26</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTÁNDAR, TUBO CUADRADO GALVANIZADO 25*25MM.....	67
<b>TABLA 4.0.27</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, FILAMENTO PLA + FIBRA DE CARBONO .....	68
<b>TABLA 4.0.28</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTÁNDAR, PLANCHA GALVANIZADA .....	69
<b>TABLA 4.0.29</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTÁNDAR, REMACHE POP DE ALA ANCHA. ....	70
<b>TABLA 4.0.30</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SEGÚN SKF .....	71
<b>TABLA 4.0.31</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SEGÚN ISO 4014/4017, PERNO HEXAGONAL M5 [57].....	72
<b>TABLA 4.0.32</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SEGÚN ISO 4014/4017, PERNO HEXAGONAL M10 [57].....	73
<b>TABLA 4.0.33</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SEGÚN ISO 4032/4034, TUERCA HEXAGONAL M5 [57].....	73
<b>TABLA 4.0.34</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SEGÚN ISO 4032/4034, TUERCA HEXAGONAL M10 [57].....	74
<b>TABLA 4.0.35</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BASE DE GOMA [58].....	75
<b>TABLA 4.0.36</b>	INFORMACIÓN DE TIPO DE MALLADO PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO .....	77
<b>TABLA 4.0.37</b>	MALLA DETALLADO POR NÚMERO TOTAL DE NODOS .....	77
<b>TABLA 4.0.38</b>	INFORMACIÓN DE TIPO DE MALLADO PARA EL ANÁLISIS TÉRMICO .....	79

<b>TABLA 4.0.39</b> INFORMACIÓN DETALLADA DEL NÚMERO TOTAL DE NODOS DEL MALLADO. ....	79
<b>TABLA 4.0.40</b> CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL RODAMIENTO SKF VA201 [58]......	81
<b>TABLA 4.0.41</b> COSTO DE COMPONENTES ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.....	97
<b>TABLA 0.42</b> COSTOS POR IMPRESIÓN 3D. ....	98
<b>TABLA 4.0.43</b> COSTOS COMPONENTES MECÁNICOS. ....	99
<b>TABLA 4.0.44</b> PROCESO PARA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA. ....	99
<b>TABLA 4.0.45</b> PRUEBA DE UNIFORMIDAD DE PLIEGUES. ....	102
<b>TABLA 4.46</b> ANÁLISIS DE DATOS EN LAS VARIABLES PRINCIPALES DEL PLISADO.....	102

# CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En el capítulo que se describe a continuación se da a conocer el problema en estudio y sus posibles razones. Además, se establecen los elementos que definen la investigación mediante el planteamiento de los objetivos, alcance y aspectos que la justifican.

## 1.1 Planteamiento del problema

Ecuador es reconocido como un país con gran diversidad cultural y de tradiciones, en varias regiones del país se celebran diferentes fiestas y eventos de gala, tales como: fiestas de comunidades de diferentes culturas indígenas, fiestas parroquiales, Inty Raymi, navidad, fin de año. Entre otros. La vestimenta femenina, de arraigo comunitario, se caracteriza por el uso de faldas y blusas o camisas con un Plisado especial, realizado en forma manual con una plancha caliente [1]. En la Fig. 1.1 se muestra un ejemplo del vestuario tradicional de la comunidad indígena de la Esperanza.



Fig. 1.0.1 Vestuario tradicional de la comunidad de la Esperanza [1]

En el mercado comercial, a este tipo de vestimenta se le conoce como bordado de blusa con centro o falda; donde se localizan diferentes adornos, y distintos tipos de plisado, las cuales se conocen como: plisado fino, plisado medio fino y plisado grueso [2]. Este tipo de vestimenta requieren un planchado especial, en su mayoría realizado por profesionales artesanos que ofrecen sus servicios, pero debido a la gran cantidad de solicitudes muchas personas recurren

a terceros que en varias ocasiones la tela resulta dañada, las telas no mantengan su uniformidad, se produzcan quemaduras y pérdida de dinero.

Cabe mencionar que las personas que realizan esta actividad se exponen a riesgos, como son el cansancio muscular, quemaduras en las manos y enfermedades en las articulaciones de los dedos del trabajador debido a que se encuentran en lugares que exponen alta temperatura. Por lo antes mencionado, puede considerarse una de las causas de mortalidad y de afección a la salud de los miembros del pueblo indígena [3] (véase Fig1.2). Es posible evidenciar el proceso artesanal que realiza el pueblo indígena para la confección de su vestimenta.



Fig. 1.0.2 Proceso de costura y confección y ropa artesanal [3]

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 *General.*

- Desarrollar una máquina plisadora de tela de dacrón.

### 1.2.2 *Específicos*

- Identificar los parámetros del proceso de plisado de tela.
- Diseñar los elementos mecatrónicos de la máquina plisadora.
- Construir la máquina diseñada.

### **1.3 Alcance**

El presente proyecto se basa en el diseño de una máquina plisadora de ropa tradicional. Posteriormente, se realizará la construcción y el ensamblaje del dispositivo. Finalmente se llevarán a cabo las pruebas y se evaluará el desempeño.

### **1.4 Justificación**

La confección de ropa típica para las mujeres indígenas de tradición Karanqui y Kayambi es llevada a cabo por diversas microempresas dedicadas a la producción de este tipo de vestimentas. Estas prendas, elaboradas a mano por artesanos tanto profesionales como no profesionales, requieren una considerable inversión de tiempo en el proceso de plisado. Este factor incrementa el costo final de la prenda, especialmente durante las temporadas de alta demanda como Inty Raymi, fin de año y otras fiestas especiales, cuando la mano de obra local no está disponible. En los talleres artesanales, para cumplir con los pedidos, es común recurrir a la ayuda de terceros, lo que conlleva gastos adicionales en transporte de material y planchado.

Con el desarrollo del presente proyecto se proporciona una alternativa que permite aliviar las afecciones de salud provocada por el proceso de plisado, a su vez se plantea mejorar la productividad y eficiencia del trabajo realizado por los artesanos.

En última instancia, este proyecto refleja la esencia de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, elevando la calidad de vida de las personas mediante la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos.

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

Este capítulo proporciona una descripción detallada de los conocimientos necesarios para desarrollar la solución al problema planteado. También se abordan aspectos cruciales, como las técnicas de plisado, el tratamiento de la tela y la ejecución del proceso mecánico.

### **2.1 Antecedentes**

Actualmente existe varios tipos de maquinaria que permite automatizar procesos tanto en el sector industrial como en el artesanal, por ejemplo, un grupo de ingenieros automatizaron una máquina neumática planchadora de mandiles tipo maniquí, el proceso se realizó mediante la implementación de vapor saturado para calentar superficies de contacto con la prenda. Mediante este proceso se redujo la carga de trabajo de los empleados del hospital en donde se implementó, además, se redujo el índice de accidentes que se producía en el proceso de planchado de los mandiles [4].

De igual manera, un grupo de ingenieros del sector textil desarrollaron una máquina planchadora automática, el objetivo de su proyecto fue mejorar la eficiencia, la constancia y la uniformidad del planchado de unas camisas en una fábrica. Como resultado aumentaron la capacidad de producción gracias a la automatización que todo el proceso, mejoraron la calidad del producto al generar un planchado uniforme y redujeron costos, tiempos de ciclo y recursos [1].

Así mismo, se diseñó una máquina bordadora automática, la cual se propuso automatizar el proceso de bordado en algunos tipos de telas que requieren un trabajo delicado. Al implementar esta máquina automatizada, se redujo el tiempo de producción y de desperdicio de material. Se incremento la precisión y uniformidad de los bordados en telas delicadas. Y finalmente se implementó un sistema de control numérico computarizado para el bordado [2].

Del mismo modo, un grupo de ingenieros de una universidad de Tecnología diseñaron y construyeron una máquina tejedora de punto para la industria de la moda. Construyeron esta máquina con el propósito de facilitar la producción de tejido de punto con una gran calidad gracias a la automatización del proceso. Como resultado disminuyeron el costo operativo y el tiempo de fabricación y mejoraron la velocidad de producción y la calidad de los productos [3].

De igual manera, se diseñó y desarrolló un sistema automatizado de corte de telas para la industria de muebles con la finalidad de mejorar la precisión y la velocidad en el corte de telas utilizadas en la fabricación de varios tipos de productos relacionados a la línea de muebles. Como resultado integraron tecnología de corte laser para el corte de telas. Incrementaron la precisión del corte y redujeron la cantidad de desperdicios que se generaba en el proceso. Adicional, mejoraron el proceso de fabricación y la seguridad de los trabajadores [4].

Así mismo, se automatizó una máquina que confecciona ropa deportiva gracias a un grupo de ingenieros que decidieron incursar en una empresa de ropa deportiva. El objetivo de desarrollar esta implementación fue automatizar la capacidad de producción y mejorar la calidad de las prendas que se comercializan. Al finalizar el diseño, construcción e implementación de esta maquinaria se mejoró la calidad y durabilidad de las prendas confeccionadas. Adicional aumentaron la capacidad de producción y redujeron los tiempos de ciclo en el desarrollo de nuevos productos [5].

Finalmente, una ingeniera innovo en la implementación de una máquina de estampado en una empresa textil. Con la finalidad de desarrollar una máquina estampadora que permita implementar diseños personalizados e impresión digital con la ayuda de una modernización de maquinaria. Como resultado de esta implementación se incorporaron nuevas tecnologías de impresión digital en el estampado textil. Además, mejoraron la capacidad de producir diseños

nuevos a gran escala. Y mejoraron la calidad del estampado y redujeron tiempos de producción [6].

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 *Industria textil*

La industria textil es una rama de la manufactura enfocada en la producción de fibras, tanto naturales como sintéticas, así como de telas, hilados y otros artículos relacionados con la vestimenta [7]. Este sector generalmente incluye la fabricación de ropa, prendas de vestir y, en algunos casos, calzado, llevándose a cabo en fábricas textiles o mediante maquinaria especializada.

La industria textil es una de las actividades económicas más relevantes a nivel mundial, proporcionando empleo a amplios sectores de la población en diversos países debido a la alta demanda y comercialización constante de sus productos [8].

Sin embargo, es también una fuente de grandes controversias, ya que el uso de maquinaria liviana facilita la deslocalización geográfica, lo cual puede derivar en condiciones laborales y salariales precarias. Además, el término "sectores textiles" se utiliza para referirse a los diferentes componentes o etapas de la producción textil, que conforman directamente esta industria [9]. En la Fig. 2.1 se muestra el proceso de producción de una industria textil.



**Fig. 2.0.3** Representación de una fábrica dedicada a la industria textil [10]

Existen algunos tipos de productos fabricados en la industria textil, como:

### **2.2.1.1 Fibras**

Los textiles están generalmente compuestos de hilos, los cuales son una serie de fibras entrelazadas o, en el caso de textiles sintéticos, uno o más filamentos entrecruzados. Estos pueden ser obtenidos tanto de fuentes naturales como a través de procesos de síntesis química.

La producción habitual de telas sigue una serie de etapas generales:

- producción de fibras naturales o sintéticas
- procesamiento de las fibras
- fabricación de hilos a partir de las fibras - hilado
- creación de textiles a partir de los hilos producidos - tejido
- acabado

El proceso de fabricación puede variar según el fabricante, pero generalmente primero, se produce la materia prima, que puede ser natural o artificial, para obtener las fibras. Los bríos naturales pueden venir de plantas como el algodón o el lino, o de animales como las ovejas o los gusanos de seda. Las fibras artificiales, como el nylon o la celulosa, se producen mediante procesos químicos [11].

Después, se procesan las fibras. Las fibras naturales se limpian, clasifican y, a veces, se agrupan en hebras porque cada tipo de fibra necesita un tratamiento diferente. Las fibras sintéticas pasan por procesos que les dan propiedades específicas, y a veces se convierten directamente en un solo filamento que se llama hilo [11]. En la Fig. 2.2 se muestra un ejemplo del material nylon.



Fig. 2.0.4 Representación de fibras de nylon [12]

El tercer paso es el hilado. Las fibras naturales se combinan y se estiran hasta formar hebras continuas. En el caso de las fibras sintéticas, los filamentos se entrelazan o se combinan las fibras cortas para formar el hilo. En algunos textiles llamados "no tejidos", no se hace este paso porque no necesitan hilos para su fabricación [12].

Con el hilo listo, se fabrican los textiles. Estos pueden ser de tres tipos: tejido plano, tejido de punto o no tejidos. En este caso, solo nos interesan las telas de tejido plano, así que no hablaremos de los otros tipos. Finalmente, se realiza el acabado, que le da al textil propiedades especiales para diferentes usos [13]. Estas operaciones pueden incluir teñido, estampado o resistencia a las arrugas. También se puede mejorar la resistencia al encogimiento, las manchas y la suciedad, y proteger contra daños como el moho, las polillas o el fuego.

#### **2.2.1.2 Hilado**

El hilado de fibras consiste en convertir las fibras en hilos. Esta operación se hace en una "hilatura" o "hilandería". Hilar es retorcer varias fibras cortas al mismo tiempo para unir las y crear una hebra continua. Cuando se hilan filamentos largos, se obtienen hilos más resistentes, que también se llaman "hilaza" o "hilados". [14]

La manera en que se hilan las fibras y se obtienen los hilados afecta directamente las propiedades y la apariencia del tejido final. La dirección del hilado también influye en la textura del tejido. En la Fig. 2.3 se muestra un ejemplo del proceso de hilado en la industria textil.



**Fig. 2.0.5** Proceso de hilado industrial [15]

Las fibras naturales, excepto la seda, son cortas y se procesan para producir hilados con los que se harán tejidos [16]. Los no tejidos se producen directamente de la fibra. Las "fibras químicas", tanto artificiales como sintéticas, pasan por el proceso de hilado durante su manufactura. Esto crea filamentos largos y continuos que deben cortarse si se van a mezclar con fibras naturales. El hilado se realiza en varias etapas y puede ser de dos tipos: artesanal o industrial [17].

### **2.2.1.3 Tejeduría**

El proceso de tejeduría necesita un control preciso del aire para conseguir una alta calidad del tejido y un buen rendimiento. Los telares modernos trabajan a velocidades muy altas, lo que genera mucho polvo y pelusa mientras operan. Además, el calor que producen los telares en funcionamiento se libera en la sala. También necesitan una buena lubricación para trabajar a esas velocidades, y esto desprende pequeñas partículas de aceite en el aire. Por eso, es importante controlar el ambiente de la sala en dos áreas diferentes de forma separada. En la Fig. 2.4 se puede observar el proceso de tejeduría de forma artesanal.



**Fig. 2.0.6** Proceso de tejeduría artesanal [18]

En la zona donde está el telar, se necesita un cierto número de renovaciones de aire para mantener un nivel óptimo de limpieza en la urdimbre [19]. Además, se debe suministrar aire con alta humedad para asegurar la resistencia del hilo y evitar cargas electrostáticas. Esto reduce el número de roturas en el tejido y aumenta la producción.

#### **2.2.1.4 Tintorería**

Teñir telas o prendas es una práctica que se remonta a miles de años. Hay pruebas de que en China e India se tiñen textiles desde hace más de 5.000 años. También en Egipto y en el Medio Oriente se ha hecho el teñido desde hace mucho tiempo [20].

Los tintes naturales eran la única fuente de color hasta mediados del siglo XIX, cuando aparecieron los tintes sintéticos [20]. Los materiales y procesos para teñir eran secretos muy bien guardados, y las comunidades "poseían" diferentes colores. Muchas veces, los hilos y telas pasaban de una comunidad a otra, y cada una añadía su color. La mezcla de estos colores daba como resultado el producto final.

#### **2.2.1.5 No tejidos**

En general, los no-tejidos se refieren a textiles fabricados mediante tecnologías no tradicionales. Estos se hacen a partir de redes de fibra que se unen gracias a la fricción entre las fibras, tratamiento mecánico, calor o métodos químicos [21].

Los textiles no tejidos son diferentes de los textiles convencionales, como los tejidos de punto, porque se forman directamente a partir de fibras individuales en lugar de hilos. Las redes son el material de partida para los no tejidos y se crean principalmente a partir de fibras, a veces mezcladas con otros tipos de fibras, pero utilizando filamentos continuos que se producen mediante hilatura por fusión [22]. En la Fig. 2.5 se muestra una representación de las fibras no tejidas



**Fig. 2.0.7** Telas no tejidas fabricadas en Ecuador [23]

Predominan las fibras sintéticas orgánicas, siendo las más importantes las de polipropileno, seguidas por las de poliéster, viscosa y poliamida.

### **Fibras de Polipropileno**

Estas fibras tienen una baja densidad y son hidrofóbicas. Se usan en forma de fibras cortadas y como filamentos en telas no tejidas hiladas, especialmente para láminas superiores de pañales y en el sector médico. Debido a su resistencia a ácidos y bases, también se utilizan en aplicaciones técnicas como separadores para baterías. Además, su bajo punto de fusión las hace ideales para el tratamiento térmico con rodillos de calandrado en caliente [24]. A continuación, en la Fig. 2.6 se puede observar los rollos de este tipo de fibras.



*Fig. 2.0.8 Fibras de polipropileno [25]*

### **Fibras de Poliéster**

Las fibras de poliéster son importantes en una amplia variedad de telas no tejidas debido a su fácil procesabilidad como fibras cortadas. Pueden unirse mediante métodos químicos, mecánicos y térmicos, y son esenciales en aplicaciones que requieren materiales no tejidos duraderos, como filtros, revestimientos, sustratos de recubrimiento y materiales de aislamiento. También se usan para telas no tejidas hiladas de alta resistencia en alfombras con mechones o sustratos de techo de asfalto [26].

### **Fibras de Poliamida**

Estas fibras tienen una alta resistencia en seco, gran elasticidad y excelente resistencia a la abrasión, lo que aporta suavidad a los no tejidos en aplicaciones textiles [26] (Véase Fig. 2.7).



*Fig. 2.0.9 Tejido de poliamida [27]*

## **Fibras de Viscosa**

Las fibras de viscosa se derivan de la celulosa, un polímero natural, y son hidrofílicas, lo que las hace útiles en materiales no tejidos absorbentes, como paños de limpieza. Debido a su naturaleza no termoplástica, han perdido importancia porque no pueden ser procesadas por métodos modernos de unión térmica. Sin embargo, podrían ser de interés en el futuro por su uso en materiales no tejidos amigables con el medio ambiente, ya que son fácilmente degradables [21].

## **Fibras Componentes**

Estas fibras especiales están ganando importancia en la fabricación de telas no tejidas para obtener propiedades específicas. Las fibras de dos componentes, hechas de diferentes polímeros, son especialmente importantes en este contexto [28].

### ***2.2.2 Máquinas plisadoras***

Una máquina plisadora es un tipo de dispositivo empleado en la creación de pliegues o dobleces uniformes en diferentes tipos de telas y otros materiales. Esta máquina es utilizada en la industria textil y de la moda, la cual es empleada para producir diseños de dobleces en prendas de vestir y textiles del hogar. A continuación, se detalla algunos de los componentes principales de la máquina plisadora (Véase Fig. 2.8).



*Fig. 2.0.10 Máquina plisadora [29]*

- Rodillos plisadores: este componente son los elementos que entran en contacto con los diferentes tipos de telas. Estos rodillos cuentan con una amplia gama de patrones y tamaños para crear diferentes tipos de pliegues. [29]
- Sistema de transmisión y motores: son los componentes encargados de proporcionar la energía necesaria para mover los rodillos y permitir que la tela mueva a través de la máquina.
- Control: permiten al usuario regular la velocidad, la presión que se ejerce sobre la tela y la temperatura, según sea necesario.

A continuación, se detalla los tipos de pliegues que se pueden producir mediante la máquina plisadora.

### **Plisado de cuchillo**

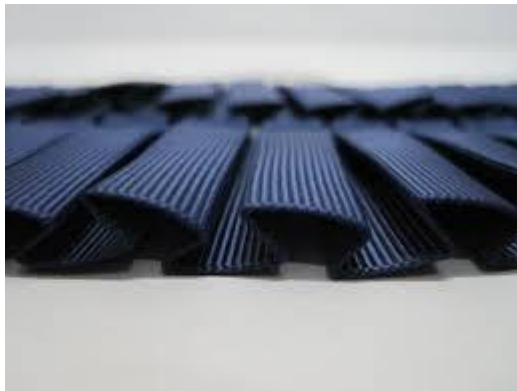
Los pliegues de cuchillo se colocan uno sobre otro, con todos los pliegues orientados en la misma dirección. Estos pliegues pueden ser gruesos o delgados, ofreciendo una variedad de estilos en las faldas. Habitualmente, el uniforme escolar de las colegialas presenta pliegues de cuchillo, siendo los más finos, delicados y elegantes [8]. Según la longitud y el tipo de tela, una falda con pliegues de cuchillo puede lucir tanto elegante como informal. En la Fig. 2.9 es posible observar un modelo de plisado a cuchillo.



*Fig. 2.0.11 Modelo de plisado en cuchillo. [30]*

### **Plisado de caja**

Estos pliegues reciben su nombre por su característica forma. Se crean al doblar la tela hacia atrás en cada lado del pliegue. El resultado es una serie de formas rectangulares con un "valle" a cada lado [30]. Generalmente, una falda con pliegues de caja es menos formal debido a su apariencia más robusta, y se utiliza comúnmente para el día o para un fin de semana. En la Fig. 2.10 se muestra una representación del plisado de caja.



*Fig. 2.0.12 Representación de plisado de caja [31]*

### **Plisado de acordeón**

Este tipo de plisado es uno de los más populares y utilizados a lo largo del tiempo, especialmente en África. Su nombre proviene del efecto visual que se crea al abrir la tela, ya que se asemeja al instrumento musical del mismo nombre.

Gracias a su versatilidad, es común encontrar este plisado en prendas como las faldas escocesas tipo Kilt, así como en otros materiales como abanicos orientales, cortinas, artículos de tapicería y flores de papel [32]. Cuando se usa en materiales delicados como la gasa, produce un resultado muy elegante. El plisado acordeón es conocido por su alta resistencia a perder la forma. En la Fig. 2.11 es posible observar el modelo de plisado de acordeón.



**Fig. 2.0.13** Plisado de acordeón. [32]

Se cose alrededor de toda la prenda o producto con todos los pliegues orientados en la misma dirección, o en grupos de pliegues que repiten el mismo patrón y tamaño. Por esta razón, es necesario utilizar una pieza de tela mucho más ancha que el ancho final deseado, ya que los pliegues duplican la cantidad de tela utilizada.

### **Plisado de cartucho**

Sin duda, el plisado cartucho es el que utiliza la mayor cantidad de tela. Se emplea para recoger una gran cantidad de tela en una línea de cintura. El punto de liberación es la costura o la cintura, lo que le da a este plisado el aspecto más dramático de todos [33]. Cuando se

confecciona en seda o gasa, la falda puede tener una calidad de vestido de gala, siendo más adecuada para eventos nocturnos. En la Fig. 2.12 es posible observar el modelo de plisado de cartucho.



*Fig. 2.0.14 Plisado de cartucho [6]*

### ***2.2.3 Aplicación de la plisadora***

La producción de telas plisadas implica un proceso detallado que requiere destreza y conocimiento. Los pliegues se forman mediante el uso de calor, vapor o presión, dependiendo del tipo de tela y del resultado que se desee alcanzar.

Es crucial tener en cuenta que las telas plisadas necesitan cuidados especiales al lavarse y plancharse para conservar la forma original de los pliegues. Además, los plisados pueden variar en densidad y tamaño, lo que permite una amplia gama de efectos visuales y texturales[36].

Si buscas una tela plisada única, puedes imprimir tu propio diseño personalizado. También hay disponibles telas plisadas en colores sólidos, con más de 2.000 opciones de color, y cientos de telas plisadas estampadas [34].

En resumen, las telas plisadas son una elección fascinante que aporta elegancia y dinamismo tanto a la moda como a la decoración. Su textura singular y su capacidad para adaptarse a

diversos proyectos hacen que estas telas sean valoradas por diseñadores de moda y aficionados a la creatividad. Ya sea que desees revitalizar tu vestuario o añadir un toque de estilo a tu hogar, las telas plisadas te ofrecen una gama de posibilidades para expresar tu elegancia y creatividad.

#### ***2.2.4 Ventajas de las máquinas plegadoras***

Una plegadora es un equipo multifuncional empleado en la metalurgia y la ingeniería para doblar y conformar materiales con gran precisión. Se utiliza frecuentemente para crear formas complejas como cajas, ángulos y marcos. Aunque las plegadoras ofrecen numerosos beneficios notables, también presentan algunas posibles desventajas. Este artículo analizará las ventajas y desventajas de las plegadoras para ayudarte a determinar si son apropiadas para un negocio [35].

- **Económicas:** Las prensas plegadoras son muy rentables, ya que ahorran tiempo y mano de obra debido a su automatización, lo que las convierte en una excelente opción para la producción a gran escala.
- **Alta precisión:** Las máquinas plegadoras realizan cortes exactos, permitiendo producir piezas de alta calidad con un acabado mínimo, lo que las hace adecuadas para diversas aplicaciones.
- **Seguras de usar:** Diseñadas para la seguridad del operador, las plegadoras cuentan con cercas, puertas de protección e interruptores de apagado que protegen a los operadores de posibles lesiones.
- **Versátiles:** Las máquinas plegadoras son extremadamente versátiles, capaces de crear piezas y formas complejas en una sola operación. Además, pueden trabajar con diversos materiales, como acero, aluminio y plástico.

De igual manera, las máquinas plegadoras cuentan con una serie de desventajas que son necesarias de analizar para un profundo estudio del caso.

### ***2.2.5 Desventajas de la máquina plisadoras***

Las máquinas plisadoras al ser un sistema compuesto por varios componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos cuentan con una serie de desventajas [36].

- **Elevado costo inicial:** Las máquinas plegadoras implican una inversión considerable tanto en su compra como en su mantenimiento, y pueden requerir gastos adicionales en capacitación. Esto puede resultar prohibitivo para pequeñas empresas.
- **Potencia y velocidad limitadas:** Estas máquinas tienen restricciones en su potencia y velocidad de producción, no alcanzando la rapidez de las máquinas industriales de mayor tamaño.
- **Errores de cálculo:** Dado su funcionamiento manual, las máquinas plegadoras pueden estar sujetas a errores del operador y cálculos inexactos, lo que puede derivar en cortes imprecisos o formas irregulares.
- **Niveles de ruido altos:** Operar máquinas plegadoras puede ser ruidoso, y es posible que se necesiten estrategias de reducción de ruido para proteger la seguridad de los trabajadores en el entorno laboral.

En resumen, las máquinas plegadoras presentan tanto ventajas como desventajas. Aunque son rentables y precisas, su elevado costo inicial y limitaciones de potencia pueden ser un obstáculo para algunas empresas. Es crucial seleccionar la máquina adecuada según las necesidades específicas.

## **CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO**

Este capítulo describe la metodología empleada para llevar a cabo la investigación, con el objetivo de presentar de manera clara y precisa la secuencia de pasos seguidos para diseñar y construir el sistema de plisado destinado a las personas en la industria textil.

### **3.1 Enfoque y tipos de investigación**

En este trabajo se lleva a cabo una investigación aplicada, cuyo objetivo es estudiar un problema orientado a la acción y resolver un problema específico. En este proyecto particular, el problema se resuelve planteando una solución que permita desarrollar un prototipo para ayudar a la industria textil en el sector indígena de Imbabura [37].

Además, la investigación es documental, basada en la búsqueda de una respuesta específica mediante la consulta de documentos como artículos, libros, catálogos, comerciales y revistas científicas. En esta fase, se analiza la observación y procesamiento de datos, su identificación y selección, con el objetivo de extraer información útil para plantear una solución al problema del proyecto [38].

Asimismo, la investigación es experimental, enfocada en recopilar y documentar datos sobre la aplicación del dispositivo o sistemas de plisados que cumplen con los criterios analizados. Las técnicas principales empleadas son la observación y la interrogación. El desarrollo del proyecto implica que la investigadora se traslade para analizar los resultados de la aplicación del dispositivo y hacer ajustes según la retroalimentación obtenida [39].

Finalmente, la investigación es descriptiva, ya que se encarga de especificar las características de la población u objeto de estudio. El objetivo de esta investigación es detallar las características esenciales de los elementos que se utilizarán para desarrollar el sistema de plisado [40].

## **3.2 Diseño de la investigación**

A continuación, se describen las fases y actividades requeridas para el diseño del sistema de plisado destinado al sector textil y cultural de la provincia de Imbabura. Estas fases y actividades están alineadas con cada uno de los objetivos específicos de la investigación.

### ***3.2.1 Fase 1: Identificación de necesidades relacionadas con el tratamiento de telas en las vestimentas típicas de los pueblos indígenas.***

En esta fase se procede a investigar las necesidades y características que debe cumplir un sistema de plegado de tela. Se toman en consideración los cuidados con respecto al producto y el acabado final que debe tener.

***Actividad 1: “Búsqueda de información acerca de los tipos de telas y tipos de plisados”:*** se pretende indagar información relevante sobre los tipos de telas empleados en la vestimenta tradicionales y los tipos de plisados para dicha vestimenta.

***Actividad 2; “revisión de antecedentes asociados a maquinaria de plisado existentes”:*** en esta actividad se investiga acerca de maquinaria que cumpla las funciones que se requieren o si existen algún otro tipo de maquinaria similar.

### ***3.2.2 Fase 2: diseño de sistema de plisado de tela***

En esta fase se lleva a cabo el diseño de un prototipo que satisfaga las necesidades del tratamiento del producto para que obtenga los plegados característicos de la vestimenta tradicional de la población indígena de la sierra ecuatoriana.

**Actividad 1: “determinar los requerimientos del sistema”:** en la presente actividad se plantea analizar cuáles son los requerimientos que debe el sistema de plisado de tela.

**Actividad 2: “planteamiento de opciones de solución”:** se desarrollan varias alternativas que ayuden a solucionar el problema.

**Actividad 3: “selección de la mejor alternativa de solución”:** se procede a analizar la mejor alternativa planteada mediante una valoración de criterios y restricciones.

**Actividad 4: “modelación de sistema del dispositivo”:** en la presente actividad se plantea desarrollar un sistema que ayude a realizar las actividades necesarias para que la tela reciba el plisado adecuado.

**Actividad 5: “Selección de materiales y componentes”:** se procede a cotizar los materiales más adecuados para ser incluidos en el sistema, de igual manera se selecciona los materiales más adecuados para proporcionar temperatura al sistema de plisado.

**Actividad 6: “Análisis de esfuerzos y resistencias del sistema”:** se procede a analizar los esfuerzos del sistema y los niveles de resistencia que puede soportar el sistema para un adecuado funcionamiento.

### **3.2.3 Fase 3: construcción del sistema de plisado de tela.**

En la presente fase se desarrolla la construcción y el ensamble del sistema, para lo cual se procede a adquirir todos los componentes necesarios e ideales para construir el sistema, considerando la disponibilidad de los materiales en el mercado nacional y el costo de dichos materiales.

**Actividad 1: “construcción del sistema”:** Se integran todos los componentes mecatrónicos necesarios, que permitan la unión de todo el sistema.

**Actividad 2: “desarrollo del sistema de control de temperatura”:** se desarrolla un sistema que permita controlar la temperatura que se proporciona al rodillo que permite dar forma del plisado a la tela mediante la vaporización.

**Actividad 3: “pruebas del funcionamiento del sistema”:** en la presente actividad se desarrolla una serie de pruebas que validen y verifiquen el correcto funcionamiento del sistema.

**Actividad 4: “ensamble de componentes eléctricos y electrónicos”:** en vista que el sistema contiene componentes eléctricos se procede a acoplar todos los componentes indispensables para el correcto funcionamiento del sistema.

#### **3.2.4 Fase 4: evaluación del sistema con la ayuda de pruebas de funcionamiento.**

En la presente fase se realizan una serie de pruebas de funcionamiento que permitan evaluar correctamente la eficiencia del sistema, si el sistema cumple con las necesidades planteadas en el problema se procede a analizar los defectos o componentes que pueden ser mejorados para garantizar la eficiencia y seguridad del operario.

**Actividad 1: “ensayo de funcionamiento”:** una vez culminado la construcción del sistema se procede a realizar las pruebas pertinentes del sistema en vestimenta típica de la región.

**Actividad 2: “ajustes y correcciones del sistema”:** en la presente actividad se plantea si el sistema funciona de manera correcta.

**Actividad 3:” Presentación del documento final escrito”:** se desarrolla el informe final correspondiente al trabajo de investigación curricular, incluyendo todos los detalles del proceso de creación sistema de plisado de tela.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el capítulo siguiente se desarrolla una caracterización de los criterios, limitaciones y alternativas que ayuden a desarrollar una solución para el sistema de plisado de tela. Una vez que se ha culminado el análisis, tomando en consideración las especificaciones establecidas, se selecciona la alternativa que permita satisfacer el problema planteado en el presente trabajo de investigación. Finalmente, se desarrolla una descripción de los componentes necesarios que intervienen en el prototipo como elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos, entre otros y se procede a la obtención de dichos componentes de acuerdo con el diseño seleccionado.

### **4.1 Especificaciones del dispositivo a diseñar.**

Para desarrollar la fase del indicada en el diseño de la investigación, se plantean los criterios y restricciones contemplados con el propósito de designar características esperadas del sistema de plisado y todas las limitaciones que se deben considerar para salvaguardar la seguridad del sistema. Todo lo anterior, con el objetivo de obtener un protocolo que ayude al funcionamiento y satisfaga las necesidades del usuario. A continuación, se presenta una lista con las especificaciones que se consideran necesarias.

**Operabilidad:** el sistema debe ser intuitivo, lo que facilite su operatividad por los operarios que manipulen la tela.

**Versatilidad:** Actualmente, el sistema está diseñado para un solo tipo de tela, pero es necesario que sea adaptable a diversos tamaños y materiales para satisfacer demandas variables.

**Eficiencia energética:** El sistema opera a 110V y está diseñado para maximizar la eficiencia energética, minimizando el consumo de energía y optimizando su autonomía.

**Sostenibilidad:** el sistema debe estar contemplado y construido con materiales que minimicen el impacto ambiental.

Adaptabilidad: debe ser fácil de instalar o montar para su correcta funcionalidad.

Facilidad de ensamblaje: debe poder montarse y desmontarse de manera sencilla, facilitando su mantenimiento o transporte.

Garantía del proceso: el sistema debe garantizar que no se producirán daños en la tela durante el proceso de plisado.

Ancho del plisado: El sistema debe tener un plisado fino dedicado para mangas y pecho de una blusa.

Fiabilidad: el sistema debe poder funcionar consistentemente sin fallos, asegurando un rendimiento fiable durante su vida útil.

Modularidad: debe ser contemplado de tal manera que permita la adición o sustitución de componentes para mejorar o cambiar sus funciones según sea necesario.

Seguridad: el sistema debe ser desarrollado con materiales que no afecten a la seguridad de los usuarios.

Facilidad de mantenimiento: debe ser fácil de reparar en caso de sufrir algún desperfecto.

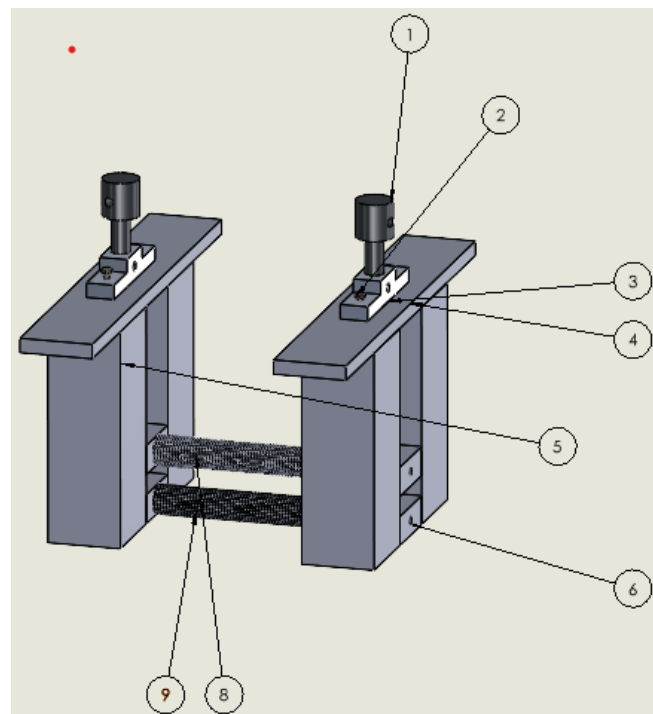
## **4.2 Planteamiento de alternativas de solución.**

Partiendo del análisis y consideraciones de todas las especificaciones del diseño y las limitaciones se desarrollan dos alternativas de solución que permitan ayudar y satisfacer con las necesidades establecidas.

### ***4.2.1 Primera alternativa de solución***

En la Fig. 4.1 se presenta una alternativa de solución consta de un soporte de estructura doble (5), el cual tiene la función de soportar el peso del sistema. A la estructura (3) se fija una placa

(4) que mantiene el soporte (3), el cual permite que los pernos (2) encajen en cada lado. Asimismo, el sistema contiene un tornillo sin fin (1) el cual cuenta con una perforación que habilita el giro y permite que los acoples (6) suban y bajen ayudando a ajustar el tamaño de la perforación de los rodillos superior (8) e inferior (9). El rodillo inferior cuenta con una perforación interna para incluir una niquelina para calentar la tela. La tela que requiere el plisado pasa a través de los rodillos (8) y (9), y es presionada a través del accionamiento del rodillo del tornillo sin fin. El pliegue se genera proporcionando calor a los rodillos que tienen forma acanalada para generar la forma de tablón.



*Fig. 4.0.1 Explosión primera alternativa de solución*

En la Tabla 4.1 se indican todos los componentes que contempla la primera alternativa de solución al problema planteado.

*Tabla 4.0.1 Elementos que intervienen en la primera alternativa de solución.*

<b>Número de elementos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	Tornillo sin fin de ajuste	2
2	Acople de tornillo sin fin	2
3	Platina de soporte	2
4	Pernos de ajuste	4
5	Base de soporte	4
6	Cuadros de acople	4
7	Rodamientos	4
8	Rodillo de plisado superior	1
9	Rodillo de plisado inferior	1

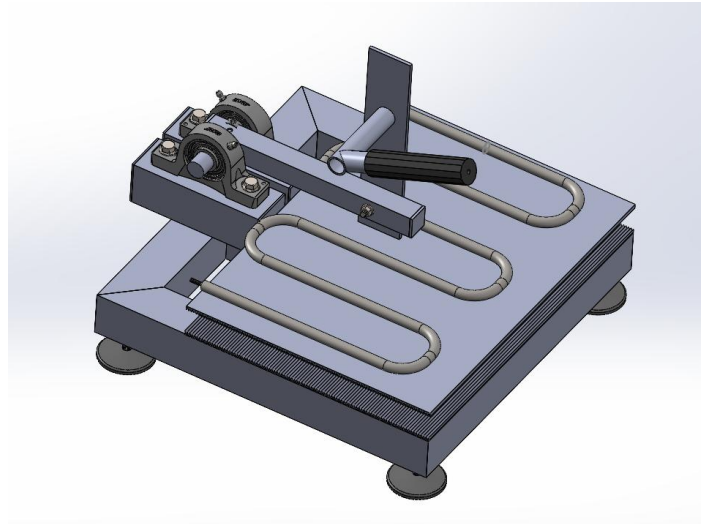
#### **4.2.2 Segunda alternativa de solución**

En la Fig. 4.2 propuesta como segunda alternativa consiste en una base niveladora para la estructura (7), integrada con un soporte de tubo cuadrado (9) que funciona como base de toda la estructura. Este conjunto soporta el peso del sistema sobre la estructura principal (4), así como el de la plancha base inferior (6).

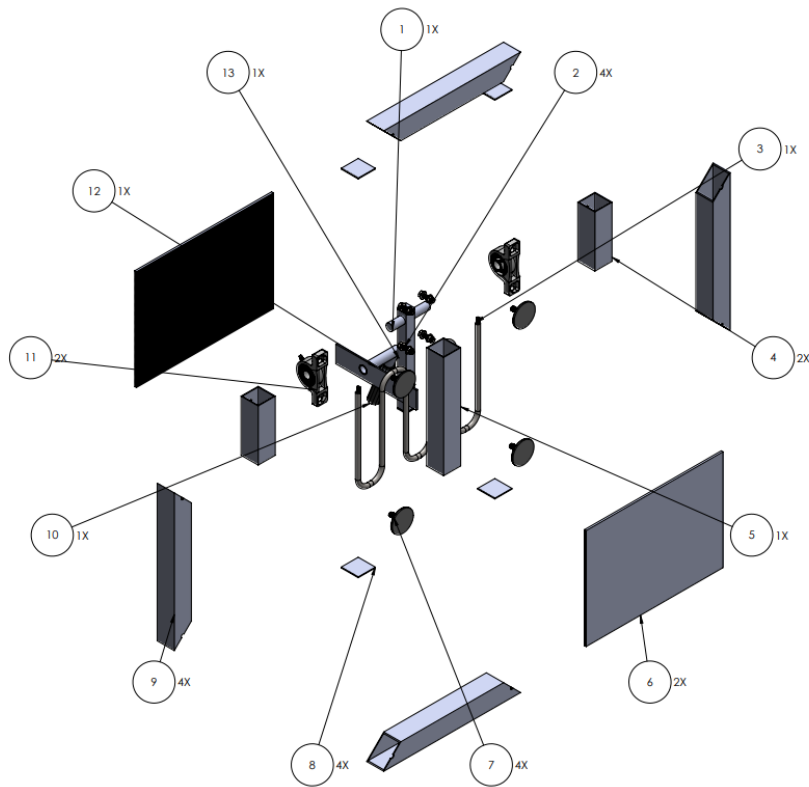
La estructura (4) absorbe las cargas y fuerzas de fricción generadas por la chumacera (11), la cual está fijada mediante pernos que aseguran la unión de los componentes (2). Este diseño permite que el eje central (1) se alinee correctamente en el centro de cada lado.

Además, el sistema incorpora un tubo cuadrado que actúa como base de una palanca (5). Dicho tubo posee una perforación que facilita el movimiento giratorio, permitiendo que los acoples del eje (1) asciendan y descendan. Este mecanismo ayuda a que las planchas superior e inferior (6) se junten para ejercer presión.

El proceso de plisado, pasa a través de la plancha (6) y es prensada por el conjunto de accionamiento (5, 12, 15, 16), operada manualmente desde el mango de látex (10).



**Fig. 4.0.2** Isometría del conjunto (Segunda alternativa)



**Fig. 4.0.3** dibujo en explosión (segunda alternativa)

En la Tabla 4.2 se indica todos los componentes que contempla la segunda alternativa de solución al problema planteado.

**Tabla 4.0.2** Elementos que intervienen en la segunda alternativa de solución.

Número de elementos	Descripción	Cantidad
1	Eje pasador	1
2	Tornillo hexagonal de brida pesada, M8 x 1,25 x 30	4
3	Resistencia eléctrica	1
4	Base de tubo cuadrado 25x25(mm)	2
5	Base de tubo cuadrado 25x25(mm)	1
6	Base inferior de plisado	4
7	Soporte nivelador de caucho	4
8	Tapa para tubo cuadrado 50x50(mm)	4
9	Base tubo cuadrado con corte a 90°, 50x50(mm)	4
10	Mango de látex	1
11	Chumacera, skf_sy 20TF	2
12	Placa de mango	1
13	Base saliente de chumacera 25x25(mm)	1
14	Tuerca de brida hexagonal, M8 x 1,25	4
15	Tubo circular de soporte de mango	1
16	Tubo circular soporte de mango de látex	1
17	Tapa cuadrado 25x25 (mm)	2
18	Tornillo hexagonal de brida pesada, M6 x 1,0 x 40	1
19	Tuerca de brida hexagonal, M6 x 1	1

### 4.2.3 Tercera alternativa de solución

El diseño propuesto consiste en un soporte estructural fabricado en tubo cuadrado (11, 13, 14), cuya función principal es sostener la carga estática y dinámica de la máquina. La estructura se encuentra sellada mediante placas de acero, incluyendo:

- Placa frontal (10): Alberga el panel de control digital y el control de actuadores electrónicos.
- Tapa trasera (12): Proporciona acceso al compartimiento interno.
- Tapas inferior y superior (9): Fabricadas en acero para garantizar rigidez y protección.

En la estructura lateral (13, 14) se ubica un porta-rodamientos de alineación centrada, diseñado para alojar el rodamiento de rodillos (15), encargado del movimiento del rodillo plisador (3).

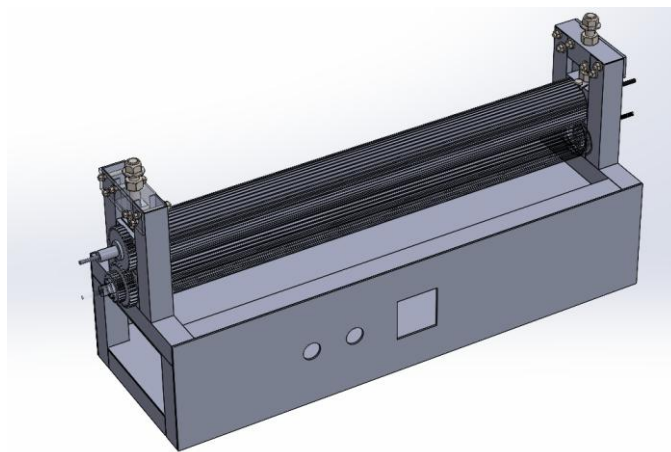
Este rodillo incorpora una resistencia eléctrica (7) para el calentamiento controlado del material.

El sistema de presión consta de:

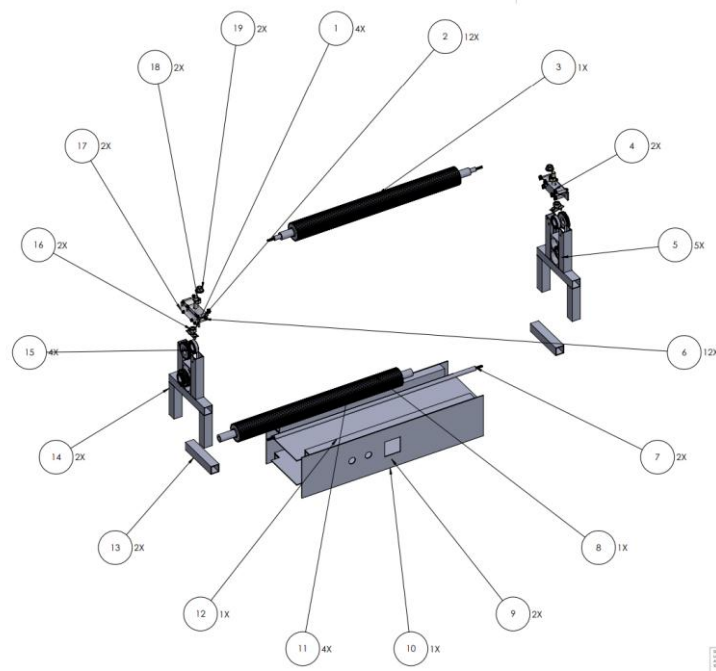
- Placa metálica de compresión (16): En contacto directo con el material.
- Placa de soporte de pernos (17): Sujetada mediante pernos de alta resistencia (2) y ajustada con tuercas auto-frenantes (6).

La estructura de tubos cuadrados incluye una tapa de acceso (4), fijada mediante pernos de cabeza hexagonal (1). La regulación de presión para el plisado se realiza mediante un tornillo sinfín (18) accionado desde la parte superior, con ajuste micrométrico mediante una tuerca de precisión (19).

El movimiento del rodillo se transmite mediante un engranaje de acero templado (5), acoplado al eje mediante chavetas (22, 23) para garantizar la transmisión de par sin deslizamiento.



*Fig. 4.0.4 dibujo en explosión (tercera alternativa)*



**Fig. 4.0.5** dibujo en explosión (tercera alternativa)

En la Tabla 4.3 se indican todos los componentes que contempla la segunda alternativa de solución al problema planteado.

**Tabla 4.0.3** Elementos que intervienen en la tercera alternativa de solución.

Número de elementos	Descripción	Cantidad
1	Tuerca hexagonal, M10 x 1,5, con 16 mm	4
2	Perno hexagonal con brida M4 x0,7x35	12
3	Rodillo plisadora superior	1
4	Tapa	2
5	Engranaje	5
6	Tuerca hexagonal con brida, M5 x 0,8 - N	12
7	Resistencia eléctrica	2
8	Rodillo plisadora inferior	1
9	Tapa superior e inferior de la base	2
10	Tapa frontal	1
11	Tubo cuadrado para base	4
12	Tapa trasera	1
13	Tubo cuadrado base lateral	2
14	Tubo cuadrado base vertical	2
15	Rodamiento	4
16	Placa metálica de ajuste	2
17	Placa metálica de soporte pernos	2

18	Tornillo sinfin AMAM 10x60-N	2
19	Tuerca de brida hexagonal, M10	2
20	Engranaje de transmisión	1
21	Perno hexagonal con brida M5 x0,8x8	4
22	Chaveta 10 mm	3
23	Chaveta 22 mm	1

#### 4.2.4 Cuarta alternativa de solución

El diseño consiste en un soporte estructural fabricado en tubo cuadrado (3, 11, 12, 14), cuya función es soportar las cargas estáticas y dinámicas de la máquina. La estructura está revestida con planchas de acero en los laterales frontal y trasero (15), mientras que la tapa de plancha interna (13) permite el acceso al compartimiento interior. Las tapas inferior y superior (2), también fabricadas en acero, garantizan rigidez y protección contra agentes externos.

Sistema de rodamientos y transmisión:

En la estructura lateral (11) se ubican:

- Porta rodamientos inferior (10) y superior (18), alineados axialmente para alojar los rodamientos de rodillos (6) en la parte inferior y (5) en la superior.
- Engranaje de transmisión (8), responsable del movimiento del rodillo. Este último incorpora una resistencia eléctrica (17) para el calentamiento controlado del material.

Mecanismo de presión:

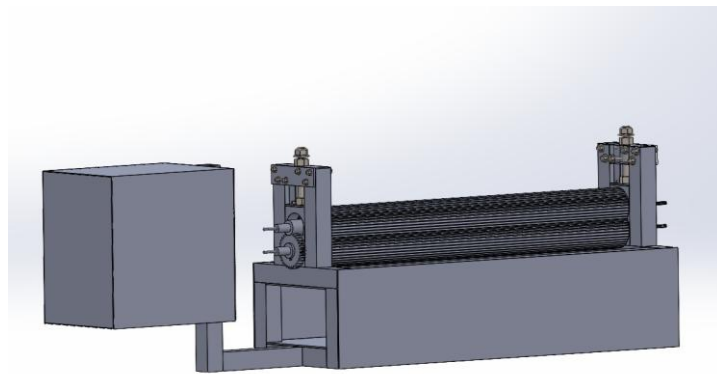
El sistema consta de los siguientes componentes:

- Placa metálica de compresión (4): En contacto directo con el material a procesar.
- Placa de soporte de pernos (3): Fijada mediante pernos de alta resistencia (21) y asegurada con tuercas auto frenantes (22).

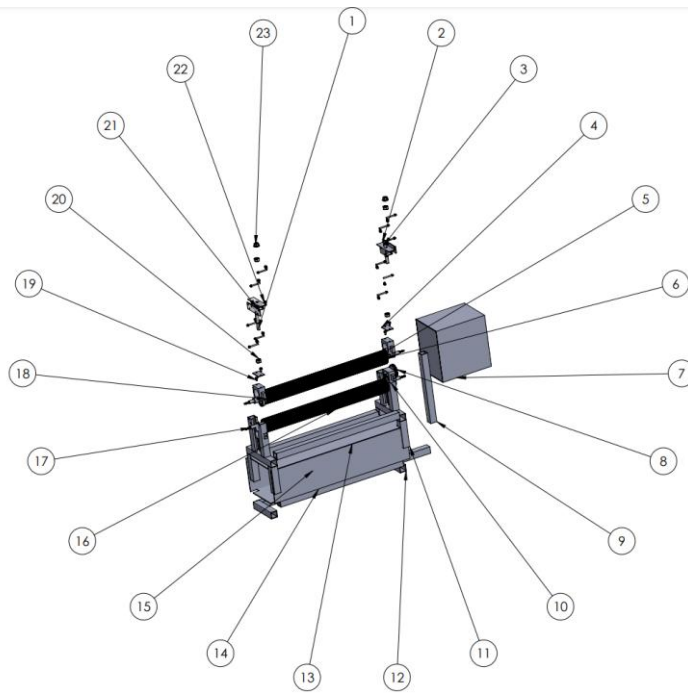
El conjunto se conecta mediante la placa (4) al porta-rodamientos superior (18), utilizando un perno de ajuste (19) y un sistema de regulación (20). La tapa de acceso (2) se fija con los pernos (21) y tuercas (22).

Regulación de presión: La presión para el plisado se ajusta mediante un tornillo sinfín (1), accionado desde la parte superior, que incluye un sistema micrométrico con tuerca de precisión (23) para garantizar exactitud.

Transmisión de movimiento: El engranaje (8) transmite el par al eje mediante chavetas de acoplamiento (24), asegurando una transferencia de potencia eficiente y sin deslizamientos.



**Fig. 4.0.6** dibujo en explosión (cuarta alternativa)



**Fig. 4.0.7** dibujo en explosión (cuarta alternativa)

En la Tabla 4.0.4 se indica todos los componentes que contempla la segunda alternativa de solución al problema planteado.

#### **4.2.5 Selección de la mejor alternativa de solución**

Con el objetivo de mejorar la visión general de las propuestas de solución se indica una lista de ventajas y desventajas de cada alternativa demostrado en la tabla 4.4. Para seleccionar la mejor opción se implementa, Para determinar la solución óptima entre las tres alternativas propuestas, se implementó un proceso sistemático de evaluación basado en los requerimientos técnicos iniciales y las prioridades definidas por los usuarios finales. La metodología empleada fue el análisis multicriterio con ponderación, que considera aspectos cualitativos y cuantitativos clave.

Criterios Evaluados:

1. Costo de implementación (impacto financiero inicial)
2. Eficiencia energética (consumo operativo y sostenibilidad)

3. Precisión del plisado (calidad y consistencia del resultado)
4. Facilidad de mantenimiento (frecuencia y complejidad de servicio)
5. Escalabilidad (adaptabilidad a futuras demandas)
6. Disponibilidad local (acceso a componentes en el mercado ecuatoriano)

**Tabla 4.0.4** Elementos que intervienen en la cuarta alternativa de solución.

Número de elementos	Descripción	Cantidad
1	Eje Tornillo sinfin AMAM 10x60-N	2
2	Tapa	2
3	Base lateral	2
4	Placa ajuste de presión	2
5	Rodillo de plisado superior	1
6	Rodamiento 61904	4
7	Gabinete eléctrico	1
8	Engranaje 32mm	1
9	Base lateral Gabinete E.	2
10	Porta rodamiento Inferior	1
11	Base lateral	2
12	Base interno centro	3
13	Plancha de acero interna	2
14	Tubo cuadrado base lateral	4
15	Plancha tapa frontal	2
16	Rodillo plisado interno	1
17	Resistencia eléctrica	2
18	Porta rodamiento superior	2
19	Tornillo de cabeza hexagonal, M5 x 0,8 x 8 -8N	4
20	Tuerca hexagonal, M10 x 1,5, con WAF de 16 mm -D	4
21	perno M4 x 0,7 x 35 HFMS	12
22	Tuerca hexagonal con brida, M5 x 0,8 – N	12
23	Tuerca AM-M10-N	2
24	Chaveta 10mm	1

**Tabla 4.0.5** ventajas y desventajas de las alternativas propuestas.

Alternativa de solución	Ventajas	Desventajas
<b>Nro. 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buena adaptabilidad</li> <li>• Diseño modular, ampliable dependiendo de las necesidades del usuario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des calibración constante</li> <li>• Complejidad mecánica</li> <li>• Inversión superior</li> <li>• Tiempo de fabricación</li> </ul>

<b>Nro. 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibración constante.</li> <li>• El mantenimiento puede realizarse en periodos más largos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor cantidad de componentes.</li> <li>• Mantenimiento constante para evitar contratiempos.</li> <li>• Posibilidad de desuniformidad de plisado.</li> </ul>
<b>Nro. 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El plisado de las piezas es uniforme.</li> <li>• El diseño permite optimizar de manera óptima la mejora de su funcionalidad.</li> <li>• El sistema es amigable con el usuario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere personal calificado para reparaciones mayores.</li> <li>• Mayor costo de manufactura.</li> </ul>
<b>Nro. 4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uniformidad garantizada en plisado.</li> <li>• vida útil extendida.</li> <li>• Sistema de auto calibración integrado.</li> <li>• Diseño ergonómico.</li> <li>• Interfaz intuitiva y segura.</li> <li>• El sistema es amigable con el usuario.</li> <li>• Adaptación a Normativas Locales.</li> <li>• Optimización de Costos de Manufactura.</li> <li>• Compatibilidad con la Infraestructura Eléctrica Local.</li> <li>• Disponibilidad de Componentes Eléctricos, mecánicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor cantidad de componentes.</li> <li>• Complejidad Técnica Especializada.</li> <li>• Alto Consumo por Sistemas de Calentamiento Resistivo.</li> </ul>

#### **4.2.6 Ponderación de criterios**

Con base en las cuatro alternativas de solución planteadas y en concordancia con las especificaciones de diseño inicialmente establecidas, se implementa una metodología sistemática para la selección óptima mediante la aplicación del método de ponderación criterio. Este proceso implica un análisis cuantitativo fundamentado en los parámetros de evaluación definidos por los grupos de interés, considerando específicamente los siguientes aspectos:

**Tabla 4.0.6** Asignación de Pesos a los Criterios (%)

Criterio	Peso (%)	Justificación
Costo de implementación	23%	Impacto financiero inicial crítico
Eficiencia energética	18%	Ahorro operativo a mediano plazo
Precisión del plisado	27%	Requisito técnico fundamental
Facilidad de mantenimiento	9%	Reduce costos operacionales
Escalabilidad	9%	Capacidad de crecimiento futuro
Disponibilidad local	14%	Importante, pero con menor peso

La Tabla 4.0.6 cuantifica el peso relativo de cada criterio, determinado por su influencia en la fase de desarrollo del dispositivo.

#### 4.2.6.1 Ponderación de soluciones de acuerdo con cada criterio

**Tabla 4.0.7** Ponderación de soluciones de cada criterio

Criterio	Costo	Eficiencia Energética	Funcionalidad/Precisión	Facilidad de Mantenimiento	Escalabilidad	Disponibilidad Local	$\sum$	Ponderación	Interpretación
<b>Costo</b>	-	1	0,5	1	0,5	1	5	23%	Importante, pero secundario frente a precisión.
<b>Eficiencia Energética</b>	0	-	0,5	1	1	0,5	4	18%	Relevante para sostenibilidad, pero no crítica.
<b>Funcionalidad/Precisión</b>	1	1	-	1	1	1	6	27%	MÁS IMPORTANTE
<b>Facilidad de Mantenimiento</b>	0	0	0	-	0,5	0,5	2	9%	Menos prioritario en fase de prototipo.

<b>Escalabilidad</b>	0,5	0	0	0,5	-	0	2	9%	Secundario (enfoque en funcionalidad inicial).
<b>Disponibilidad Local</b>	0	0,5	0	0,5	1	-	3	14%	Considerar si afecta plazos o costos.
<b>Total</b>							<b>22</b>	<b>100%</b>	

#### 4.2.6.2 Ponderación de las alternativas para el criterio de costo

Tabla 4.0.8 Evaluación comparativa de alternativas basada en el factor costo

Alternativa	vs. A1	vs. A2	vs. A3	vs. A4	$\sum+1$	Ponderación
<b>A1</b>	-	1	0.5	0	2.5	25%
<b>A2</b>	0	-	0	0	1.0	10%
<b>A3</b>	0.5	1	-	0	2.5	25%
<b>A4</b>	1	1	1	-	4.0	40%
<b>Total</b>					<b>10</b>	<b>100%</b>

#### 4.2.6.3 Ponderación de las alternativas para el criterio de eficiencia energética

Tabla 4.0.9 análisis de eficiencia en el uso de energía por alternativa

Alternativa	vs. A1	vs. A2	vs. A3	vs. A4	$\sum+1$	Ponderación
<b>A1</b>	-	0.5	0	0	1.5	15%
<b>A2</b>	0.5	-	0.5	0	2.0	20%
<b>A3</b>	1	0.5	-	0.5	3.0	30%
<b>A4</b>	1	1	0.5	-	3.5	35%
<b>Total</b>					<b>10</b>	<b>100%</b>

#### 4.2.6.4 Ponderación de las alternativas para el criterio de precisión de plisado

**Tabla 4.0.10** Clasificación de soluciones por precisión en el plisado

<b>Alternativa</b>	<b>vs. A1</b>	<b>vs. A2</b>	<b>vs. A3</b>	<b>vs. A4</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderación</b>
<b>A1</b>	-	0	0	0	1.0	10%
<b>A2</b>	1	-	0.5	0	2.5	25%
<b>A3</b>	1	0.5	-	0.5	3.0	30%
<b>A4</b>	1	1	0.5	-	3.5	35%
<b>Total</b>					<b>10</b>	<b>100%</b>

#### 4.2.6.5 Ponderación de las alternativas para el criterio de facilidad de mantenimiento

**Tabla 4.0.11** Análisis comparativo de alternativas en cuanto a facilidad de mantenimiento

<b>Alternativa</b>	<b>vs. A1</b>	<b>vs. A2</b>	<b>vs. A3</b>	<b>vs. A4</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderación</b>
<b>A1</b>	-	1	0.5	0	2.5	25%
<b>A2</b>	0	-	0	0	1.0	10%
<b>A3</b>	0.5	1	-	0.5	3.0	30%
<b>A4</b>	1	1	0.5	-	3.5	35%
<b>Total</b>					<b>10</b>	<b>100%</b>

#### 4.2.6.6 Ponderación de las alternativas para el criterio de escalabilidad

**Tabla 4.0.12** Evaluación de alternativas en función de su potencial de crecimiento

<b>Alternativa</b>	<b>vs. A1</b>	<b>vs. A2</b>	<b>vs. A3</b>	<b>vs. A4</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderación</b>
<b>A1</b>	-	0	0	0	1.0	10%
<b>A2</b>	1	-	0.5	0	2.5	25%
<b>A3</b>	1	0.5	-	0.5	3.0	30%
<b>A4</b>	1	1	0.5	-	3.5	35%
<b>Total</b>					<b>10</b>	<b>100%</b>

#### 4.2.6.7 Ponderación de las alternativas para el criterio de disponibilidad local

**Tabla 4.0.13** Clasificación de propuestas por facilidad de adquisición local

<b>Alternativa</b>	<b>vs. A1</b>	<b>vs. A2</b>	<b>vs. A3</b>	<b>vs. A4</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderación</b>
<b>A1</b>	-	1	1	0.5	3.5	35%
<b>A2</b>	0	-	0.5	0	1.5	15%
<b>A3</b>	0	0.5	-	0	1.5	15%
<b>A4</b>	0.5	1	1	-	3.5	35%
<b>Total</b>					<b>10</b>	<b>100%</b>

#### 4.2.6.8 Resultados de la ponderación final

**Tabla 4.0.14** Cálculo final de Puntuación Ponderada

<b>Alternativa</b>	<b>Costo (23%)</b>	<b>Eficiencia (18%)</b>	<b>Precisión (27%)</b>	<b>Mantenimiento (9%)</b>	<b>Escalabilidad (9%)</b>	<b>Disponibilidad (14%)</b>	<b>Total</b>
<b>A1</b>	0.23×0.25	0.18×0.15	0.27×0.10	0.09×0.25	0.09×0.10	0.14×0.35	0.204 (20.4%)
<b>A2</b>	0.23×0.10	0.18×0.20	0.27×0.25	0.09×0.10	0.09×0.25	0.14×0.15	0.187 (18.7%)
<b>A3</b>	0.23×0.25	0.18×0.30	0.27×0.30	0.09×0.30	0.09×0.30	0.14×0.15	0.273 (27.3%)
<b>A4</b>	0.23×0.40	0.18×0.35	0.27×0.35	0.09×0.35	0.09×0.35	0.14×0.35	<b>0.362 (36.2%)</b>

### **Resultados de ponderación**

La Tabla 4.0.14 resume el análisis comparativo de las cuatro alternativas evaluadas (A1, A2, A3 y A4), considerando los seis criterios definidos para la selección del diseño óptimo. Como se observa, la Alternativa 4 (A4) alcanzó la mayor puntuación global (36.2%), demostrando un equilibrio superior entre los aspectos técnicos y operativos. Este resultado se explica principalmente por su excelente desempeño en precisión de plisado ( $\pm 0.05$  mm) y eficiencia energética, combinado con un costo de implementación competitivo.

Las alternativas restantes presentaron limitaciones significativas: mientras A3 (27.3%) mostró buena precisión, pero menor disponibilidad de componentes locales, A1 (20.4%) y A2 (18.7%) resultaron menos favorables por sus deficiencias en criterios clave como eficiencia y escalabilidad. Estos hallazgos respaldan técnicamente la selección de A4 como solución óptima para el sistema de plisado, al cumplir con los requisitos fundamentales establecidos en el proyecto.

## **4.3 Especificaciones del sistema diseñado**

### **4.3.1 Descripción de partes que conforman**

#### **4.3.1.1 Componentes eléctricos y electrónicos**

**Cable de poder 220/110 AC**

Cable diseñado para alimentación de componentes electrónicos como SSR y reguladores de voltaje, con conectores robustos y aislamiento de alta seguridad. Sus características técnicas se detallan en la Tabla 4.0.15.



*Fig. 4.0.8 Cable de poder con conectores de 3 pines [41]*

**Tabla 4.0.15** Especificaciones técnicas del cable de poder

Datos	Información
Longitud	150 cm
Tipo de conector	3 pines (hembra/macho, tierra, según modelo)
Calibre (AWG)	14 AWG (recomendado para 2A–10A)
Voltaje máximo	250V
Material del conductor	Cobre estañado
Aislamiento	PVC resistente al calor
Compatibilidad	Fuentes de alimentación, SSR, componentes eléctricos.

#### **Fuente de poder 12V 5A 60W**

Fuente de alimentación de alta eficiencia para sistemas electrónicos que requieren estabilidad en entornos industriales o de prototipado.



*Fig. 4.0.9 Fuente conmutada 12V/5A con carcasa metálica [42]*

**Tabla 4.0.16** Especificaciones técnicas detalladas de fuente conmutada

Parámetro	Especificación
Tipo	Conmutada (Switching)
Voltaje de salida	12V CD ( $\pm 1\%$ )
Corriente máxima	5A (60W)
Voltaje de entrada	110-220V AC (50/60Hz)
Protecciones	Cortocircuito / Sobrecarga / Sobretensión
Temperatura operativa	-10°C a +50°C
Dimensiones	11 × 7.8 × 3.7 cm
Material	Carcasa metálica (base aluminio)
Certificaciones	CE, RoHS

### **Motor alto torque JGY370 DC12V 10RPM**

Motor con engranajes metálicos para aplicaciones que requieren alta precisión y par mecánico en entornos exigentes.



*Fig. 4.0.10 Vista técnica del motor JGY370 [43]*

**Tabla 4.0.17** Especificaciones técnicas detalladas del motor JGY370

Característica	Valor
Tipo de motor	DC con reductor metálico
Voltaje operativo	12V DC ( $\pm 10\%$ )
Velocidad (RPM)	$10 \pm 1$
Torque máximo	22.5 kg·cm
Corriente (carga/sin)	0.6A / 60mA
Eje	6mm $\varnothing$ × 14mm longitud
Dimensiones totales	76 × 38.5 mm (L × $\varnothing$ )
Temperatura operativa	-10°C a +100°C
Peso	≈180g

### **Control de velocidad PWM con pantalla CCM5D**

Módulo digital para regulación precisa de velocidad en motores DC mediante modulación por ancho de pulsos (PWM), con interfaz visual integrada.



Fig. 4.0.11 Controlador PWM CCM5D [44]

Tabla 4.0.18 Especificaciones técnicas del controlador PWM CCM5D

Parámetro	Valor
Rango de voltaje	6V-24V DC
Corriente máxima	5A (pico 8A)
Resolución PWM	0.1% (1kHz frecuencia)
Pantalla	LCD digital 3 dígitos
Tipo de control	Potenciómetro rotativo + botones
Protecciones	Polaridad inversa / Sobre corriente
Dimensiones	48 × 40 × 22 mm
Conexiones	Terminales de tornillo

### Resistencia (Niquelina Eléctrica)

Elemento pasivo para control térmico o limitación de corriente en circuitos electrónicos de potencia, fabricado en una aleación de níquel-cromo (NiCr).



*Fig. 4.0.12 Hilo de niquelina en espiral [45]*

**Tabla 4.0.19** Propiedades técnicas del hilo de niquelina

Parámetro	Valor
Composición	80% Ni, 20% Cr
Resistividad	1,10 $\mu\Omega\cdot m$ (a 20°C)
Coef. temperatura	0.0004 °C <sup>-1</sup>
Temperatura máxima	1200°C (continuo)
Formas comunes	Hilo, cinta, espiral

### Controlador de temperatura REX C100

Dispositivo electrónico para regulación precisa de sistemas térmicos industriales mediante termopares o RTD, con interfaz digital y múltiples opciones de salida.



*Fig. 4.0.13 Panel de control REX C100 [46]*

**Tabla 4.0.20** Especificaciones técnicas del controlador REX C100

Parámetro	Valor
Rango de medición	-50°C a +400°C
Sensores soportados	Termopares Tipo K/J, PT100

Precisión	±0,5% del fondo de escala
Alimentación	100-240V AC 50/60Hz
Salidas	Relay 10A/250V, SSR, 4-20mA
Display	LED rojo de 4 dígitos
Dimensiones	48 × 48 × 110 mm
Protecciones	IP20 (frontal)

### Relé SSR 100 A

Dispositivo de conmutación sin partes móviles para control seguro de cargas AC de alta potencia mediante señales DC de bajo voltaje, ideal para aplicaciones industriales con ciclos de operación frecuentes.



*Fig. 4.0.14 Relé SSR-40DA con disipador térmico [47]*

**Tabla 4.0.21** Especificaciones técnicas, Relé SSR-40DA

Parámetro	Valor
Tipo	Relé de estado sólido (SSR)
Rango de control (DC)	3-32V
Carga máxima (AC)	40A @ 90-480V
Caída de voltaje (ON)	≤1.6V
Corriente de fuga (OFF)	≤2mA
Tiempo respuesta	ON: ≤10ms, OFF: ≤20ms

Aislamiento	2500V AC (entrada-salida)
Temperatura operativa	-30°C a +80°C
Montaje	Disipador obligatorio (no incluido)

### Sensor termocupla tipo k tornillo m6 2m cable

Sensor de temperatura para medición industrial en rangos medios-altos, con conexión metálica robusta y cable termorresistente.



*Fig. 4.0.15 Termocupla Tipo K con rosca M6 [48]*

**Tabla 4.0.22** Especificaciones técnicas, Termocupla tipo K

Parámetro	Valor	Aplicación típica
Tipo de sensor	Termocupla Tipo K (NiCr-NiAl)	Medición -200°C a +1250°C
Conexión mecánica	Rosca M6 (métrica)	Instalación en bridas o tapones
Longitud de cable	2 metros	Distancia flexible para instrumentos
Aislamiento cable	Fibra de vidrio (500°C max)	Ambientes industriales
Precisión	±2,2°C o ±0,75% (mayor)	Cumple norma IEC 60584-1
Tiempo respuesta	<5 seg (en aire quieto)	Monitoreo dinámico
Polaridad	Cable rojo (+), azul (-)	Estándar internacional

**Terminal aislado horquilla (uña) azul 5/32 14-12awg (2.5-4mm<sup>2</sup>) 27a x 100u**

Conectores eléctricos aislados para conexiones seguras y desmontables en sistemas de potencia industrial, fabricados bajo estándares internacionales.



*Fig. 4.0.16 Terminales tipo horquilla CAMSCO [49]*

**Tabla 4.0.23** Especificaciones técnicas generales, terminales eléctricos.

Parámetro	Valor	Aplicación típica
Material conductor	Cobre electrolítico estañado	Conductividad $\geq 98\%$ IACS
Aislamiento	PVC termorretráctil (600V)	Colores según norma (azul/rojo/amarillo)
Rango de cables	22-8 AWG (0.5-10mm <sup>2</sup> )	Cubre necesidades básicas-industriales
Temperatura	-40°C a +105°C	Estable en entornos exigentes
Normativas	UL / CSA / RoHS	Seguridad internacional
Presentación	Bolsas x 100 unidades	Para mantenimiento preventivo

### **Conductor eléctrico 16 AWG**

Cable de cobre flexible para instalaciones eléctricas en baja tensión, con aislamiento termoplástico y alta resistencia a la abrasión.



*Fig. 4.0.17 Conductor flexible 16 AWG [50]*

**Tabla 4.0.24** Especificaciones técnicas, Conductor flexible 16 AWG

Parámetro	Valor	Aplicación típica
Norma	NTE 005 (Ecuador) / UL 1061	Certificación para instalaciones
Construcción	26 hilos de cobre estañado	Flexibilidad mejorada (Clase 5)
Área transversal	1,5 mm <sup>2</sup> (16 AWG)	Capacidad de corriente: 10A @ 60°C
Aislamiento	PVC (TFF) 600V	Resistente a aceites y humedad
Temperatura	-10°C a +60°C (operación)	Uso en interiores
Presentación	Rollo x 100 metros	Ideal para proyectos extensos
Colores	Negro, rojo, verde, etc.	Identificación polarizada

### **Gabinete metálico para uso interior 30x20x15 cm**

Estructura de protección para equipos electrónicos y eléctricos, diseñado para instalaciones en ambientes controlados con requerimientos de organización y seguridad básica.



*Fig. 4.0.18 Gabinete metálico Ingelcom 30×20×15 cm [51]*

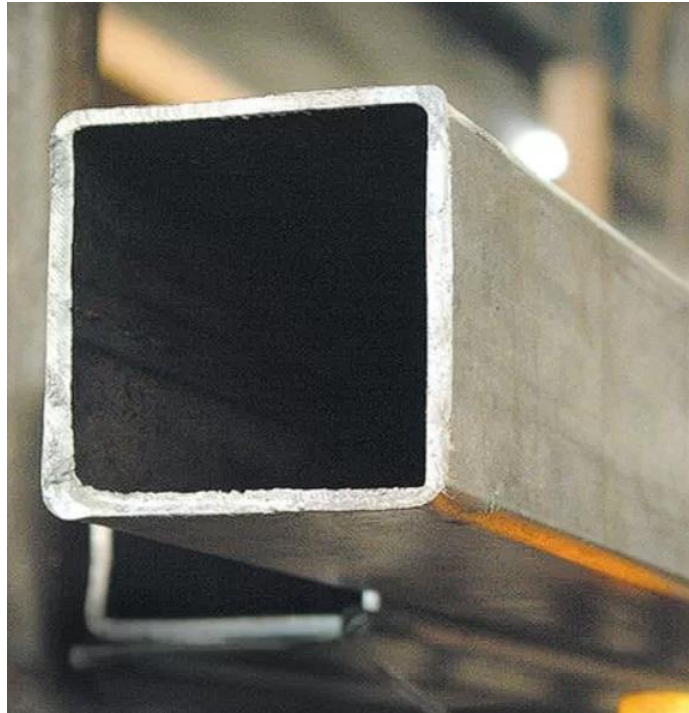
**Tabla 4.0.25** Especificaciones técnicas, Gabinete metálico 30\*20\*15

Parámetro	Valor	Aplicación típica
Material	Acero galvanizado (1.2 mm)	Resistencia a oxidación
Dimensiones	30 × 20 × 15 cm (An×Al×Pr)	Volumen útil: 9,000 cm <sup>3</sup>
Peso	2,1 kg (vacío)	Fácil montaje en pared
Puerta	Bisagra integrada + cerradura	Acceso seguro (candado no incluido)
Ventilación	Perforaciones laterales	Disipación pasiva de calor
Montaje	Soporte para riel DIN/panel	Compatibilidad con equipos industriales
Color	Gris RAL 7035	Estética profesional
Certificaciones	Normas IEC 61439-1	Seguridad en distribución eléctrica

#### 4.3.1.2 Componentes mecánicos

##### **Tubo Estructural Cuadrado Galvanizado**

Perfil metálico para soporte estructural, con protección anticorrosiva para uso en interiores y exteriores.



*Fig. 4.0.19 Tubo cuadrado galvanizado [52]*

**Tabla 4.0.26** Especificaciones técnicas estándar, Tubo cuadrado galvanizado 25\*25mm

Parámetro	Valor
Material base	Acero al carbono ASTM A500 Grado B
Protección	Galvanizado por inmersión en caliente (Zinc 600g/m <sup>2</sup> )
Medidas típicas	20x20mm a 100x100mm (consultar espesores)
Espesor de pared	1,2mm - 3mm
Longitud estándar	6 metros
Capacidad de carga	Varía según dimensión (ej: 20x20x1.5mm soporta ≈150kg/m)
Normativas	ASTM A500, ASTM A53

### **Impresión 3d / filamento fibra de carbono**

Material compuesto para impresión 3D de alta resistencia, que combina la facilidad de uso del PLA con las propiedades mecánicas reforzadas por fibras de carbono.



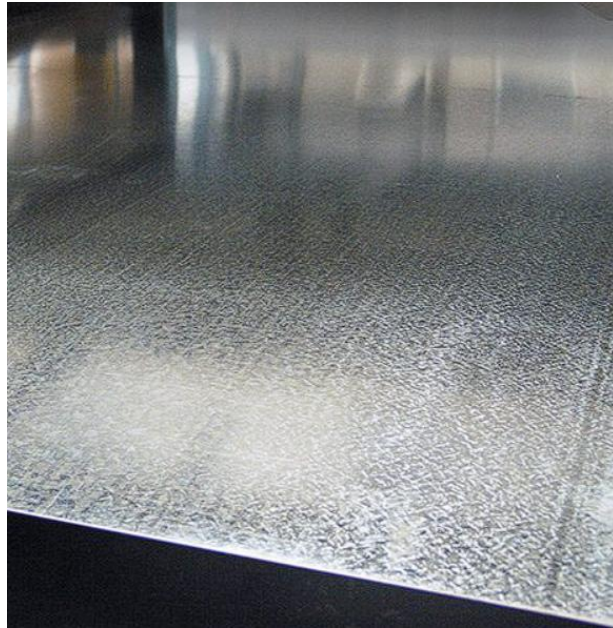
*Fig. 4.0.20 Filamento PLA + fibra de carbono [53]*

**Tabla 4.0.27** Especificaciones técnicas, Filamento Pla + fibra de carbono

Parámetro	Valor
Composición	PLA + 15-20% fibra carbono
Diámetro	1,75mm ±0,05mm
Temperatura extrusión	200-220°C
Resistencia a tracción	≈60 MPa
Densidad	1.25 g/cm <sup>3</sup>
Adhesión entre capas	Excelente
Presentación	Bobina de 1kg

### **Planchas Galvanizadas**

Material estructural de acero recubierto con zinc para protección contra corrosión, ideal para fabricación de gabinetes eléctricos, soportes y bases de equipos.



*Fig. 4.0.21 Plancha galvanizada [54]*

**Tabla 4.0.28** Especificaciones técnicas estándar, plancha galvanizada

Parámetro	Valor
Material base	Acero ASTM A36
Recubrimiento	Galvanizado por inmersión (Zinc 275g/m <sup>2</sup> mínimo)
Espesores	0,5mm - 6mm
Anchos estándar	914mm, 1220mm, 1500mm
Longitud	2000mm, 2440mm, 3000mm
Peso	≈7,85 kg/m <sup>2</sup> (por 1mm espesor)
Temperatura máxima	200°C (continuo)
Normativas	ASTM A653, ISO 1461

### **Remache pop ala ancha**

Fijación mecánica permanente para unión de paneles metálicos o materiales compuestos, ideal para ensamblajes donde se requiere distribución de carga en superficies frágiles.



*Fig. 4.0.22 Remache pop de ala ancha [55]*

**Tabla 4.0.29** Especificaciones técnicas estándar, Remache pop de ala ancha.

Parámetro	Valor
Material	Aluminio 5052 / Acero inox 304
Diámetro	4,8mm (3/16")
Longitudes	6-25mm (consultar stock)
Cabeza	Ala ancha (11.5mm Ø)
Resistencia corte	1,100 N (Al) / 2,200 N (Acero)
Temperatura	-40°C a +150°C
Color	Natural / Negro
Herramienta	Pistola neumática o manual

## **Rodamiento**

Componente mecánico para aplicaciones de rotación suave y carga radial, diseñado para operar en condiciones industriales exigentes.



*Fig. 4.0.23 Rodamiento SKF VA201 6004 [56]*

**Tabla 4.0.30** Especificaciones técnicas según SKF

Parámetro	Valor
Tipo	Rígido de bolas (6004-2RSH)
Dimensiones (mm)	20×42×12 (d×D×B)
Carga dinámica (C)	9,38 kN
Carga estática (Co)	5,02 kN
Velocidad límite	140 rpm (grasa)
Sellos	2RSH (caucho reforzado)
Material	Acero SAE 52100
Temperatura máxima operación	-30°C a + 250°C

## **Pernos**

Perno M5 XL Grado 8.8

Elemento de fijación roscado para uniones estructurales y aplicaciones mecánicas exigentes, diseñado para cargas estáticas y dinámicas.



**Fig. 4.0.24** Perno hexagonal M5 XL 8.8 [57]

**Tabla 4.0.31** Especificaciones técnicas según ISO 4014/4017, Perno hexagonal M5 [57]

Parámetro	Valor
Diámetro nominal (d)	5 mm
Longitud (L)	Ej: 40 mm (variable según necesidad)
Paso de rosca (P)	0,8 mm (rosca gruesa)
Grado de resistencia	8,8 (800 MPa / 640 MPa)
Resistencia a tracción	800 MPa
Límite elástico	640 MPa
Acabamiento	Zincado (o según requerimiento)
Normativa	ISO 4014 (hex. completo) / ISO 4017 (hex. parcial)

Perno M10 XL Grado 8.8

Elemento de fijación para cargas pesadas en construcción mecánica y estructuras industriales.



**Fig. 4.0.25** Perno hexagonal M10 XL 8.8 [57]

**Tabla 4.0.32** Especificaciones técnicas según ISO 4014/4017, Perno hexagonal M10 [57]

Parámetro	Valor
Diámetro nominal (d)	10 mm
Longitud (L)	67 mm
Paso de rosca (P)	1,5 mm (gruesa)
Grado de resistencia	8,8 (800 MPa / 640 MPa)
Resistencia a tracción	800 MPa
Límite elástico	640 MPa
Acabamiento	Zincado (o según req.)
Normativa	ISO 4014 / ISO 4017

## Tuercas

### Tuerca Hexagonal M8 Grado 8

Elemento de fijación para asegurar pernos en uniones críticas, con resistencia compatible a pernos 8.8.



**Fig. 4.0.26** Tuerca hexagonal M5 grado 8 [57]

**Tabla 4.0.33** Especificaciones técnicas según ISO 4032/4034, Tuerca hexagonal M5 [57]

Parámetro	Valor
Diámetro nominal (d)	5 mm
Paso de rosca (P)	0,8 mm (rosca gruesa)
Altura (m)	4 mm (ISO 4034 - altura reducida) / 5 mm (ISO 4032 - altura normal)
Ancho de llave (s)	8 mm
Grado de resistencia	8 (800 MPa)
Resistencia a tracción	800 MPa
Material	Acero al carbono

Acabamiento	Zincado (o fosfatado según requerimiento)
Normativa	ISO 4032 (altura normal) / ISO 4034 (altura reducida)

### Tuerca Hexagonal M10 Grado 8

Componente para uniones estructurales con alta resistencia a la vibración y cargas dinámicas.



*Fig. 4.0.27 Tuerca hexagonal M10 grado 8 [57]*

*Tabla 4.0.34 Especificaciones técnicas según ISO 4032/4034, Tuerca hexagonal M10 [57]*

Parámetro	Valor
Diámetro nominal (d)	10 mm
Paso de rosca (P)	1,5 mm (gruesa)
Altura (m)	8 mm (ISO 4034)
Ancho de llave (s)	16 mm
Grado de resistencia	8 (800 MPa)
Resistencia a tracción	800 MPa
Material	Acero al carbono
Acabamiento	Zincado o fosfatado
Normativa	ISO 4032 / ISO 4034

### Base de goma

Mecanismo de rotación suave para plataformas giratorias en muebles o equipos electrónicos, con diseño modular y materiales compuestos para durabilidad.



*Fig. 4.0.28 Base giratoria de aleación/acero [58]*

**Tabla 4.0.35** Especificaciones técnicas base de goma [58]

Parámetro	Valor
Material superior	Aleación de acero
Superficie inferior	Nailon reforzado con fibra
Diámetro	150mm (consultar modelo)
Altura de cable	M8 estándar (50mm)
Carga máxima	60kg (30kg por pieza)
Sistema giratorio	Rodamientos de bolas sellados
Montaje	Tornillos M4 (incluidos)
Temperatura	-20°C a +80°C

## 4.3.2 Cálculos

### 4.3.2.1 Cálculo consumo eléctrico

Para determinar el tamaño adecuado de la fuente de alimentación, se debe estimar el consumo de corriente de todos los componentes involucrados.

Este cálculo se basa en las fórmulas de potencia (Ecuación 4.1 y Ecuación 4.2), teniendo en cuenta que, en un circuito en paralelo, el voltaje permanece constante mientras que la corriente varía. La corriente total puede obtenerse multiplicando el consumo individual de cada componente por la cantidad de ellos utilizados (Ecuación 4.3).

$$P = I^2 \times R \quad (\text{Ecuación 4.1})$$

$$P = I \times V \quad (\text{Ecuación 4.2})$$

$$I = V^2/2 \quad (\text{Ecuación 4.3})$$

$$I = I_{\text{consumo}} \times N \quad (\text{Ecuación 4.4})$$

Donde:

I = intensidad [Amperios]

$I_{\text{consumo}}$  = consumo de intensidad de un componente [Amperios]

N = número de componentes [Adimensional]

V = voltaje [Voltios]

R = resistencia [Ohms]

P = potencia [Watts]

Para el motor JGY370 es un actuador de CC de 12 voltios y 10 RPM diseñado para aplicaciones que requieren alto torque a baja velocidad, con un consumo nominal de 0.6A, sustituyendo en la (Ecuación 4.2), se obtiene la potencia de:

$$P=7,2 \text{ Watts}$$

Con respecto al Display CCM5D con Control PWM para Motor JGY370 (12V), con consumo nominal de 0,15 A, sustituyendo en la (Ecuación 4.2), se obtiene la potencia de:

$$P=1,8 \text{ Watts}$$

Así, mediante la estimación del consumo de cada componente, se obtiene la potencia equivalente del Motor JGY370 P de 7,2 Watts y el Display CCM5D de 1,8 Watts. La potencia de los dispositivos electrónicos es de  $P=9$  Watts con una corriente de consumo en el sistema de 0,75 A. Teniendo en cuenta el factor de seguridad recomendado de 25% - 30%, se obtiene una potencia de diseño  $P_d$  de 11,7 Watts y una corriente de diseño  $I_d$  de 1A. Por lo tanto, se concluye que se requiere una fuente de poder mínima de 12 W a 1A, sin embargo, en el mercado nacional no encontramos dichas especificaciones por lo tanto se utiliza una fuente de 12, 5A, 60Watts.

### 4.3.3 Sistema estructural

#### 4.3.3.1 Análisis de estructura (estático)

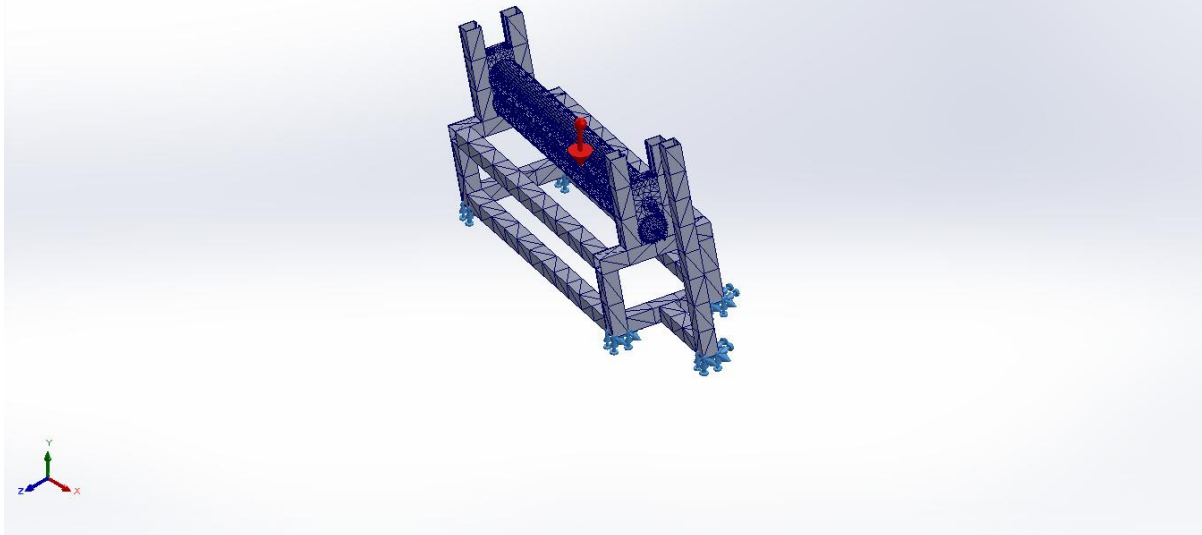
*Tabla 4.0.36 Información de tipo de mallado para el análisis estático*

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 Puntos
Tamaño máximo de elemento	44,07 mm
Tamaño mínimo del elemento	2,2035 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Mallar de nuevo las piezas fallidas de forma independiente	Desactivar
Reutilizar malla para partes idénticas en un ensamblaje (solo mallador basado en curvatura combinado)	Desactivar

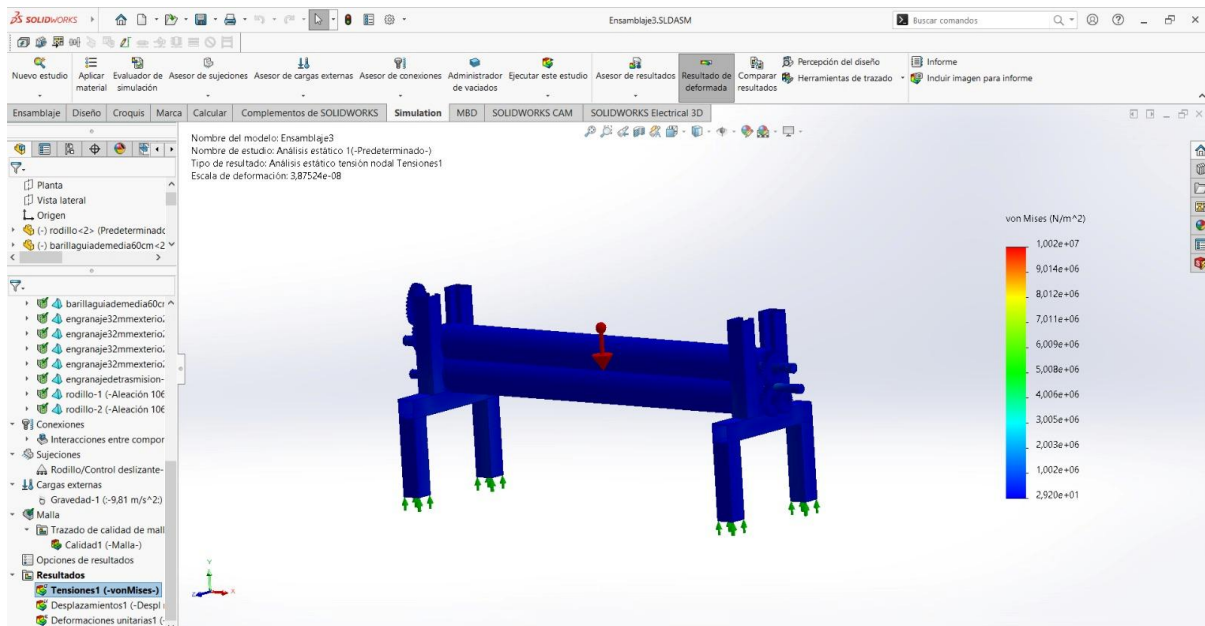
*Tabla 4.0.37 Malla detallado por número total de nodos*

Número total de nodos	187984
Número total de elementos	105538
Cociente máximo de aspecto	126,51
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	46,8
El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	30,5
Porcentaje de elementos distorsionados	0

Nombre del modelo: EnsambleOK  
Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Malla Calidad1



**Fig. 4.0.29** Mallado de la estructura sólida



**Fig. 4.0.30** Resultado del mallado de la estructura

El modelo presentó un esfuerzo máximo de von Mises de 3,268 MPa, significativamente inferior al límite elástico del material, lo que se refleja en un factor de seguridad excepcional de 107,568. Los desplazamientos máximos registrados fueron de apenas 0,032 mm, demostrando una rigidez estructural adecuada para las cargas aplicadas. Estos resultados

indican que el diseño tiene amplia capacidad para soportar las sollicitaciones mecánicas previstas, con márgenes de seguridad considerablemente elevados que permiten potenciales optimizaciones de material sin comprometer la integridad estructural.

#### 4.3.3.2 Análisis (térmico)

**Tabla 4.0.38** Información de tipo de mallado para el análisis térmico

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 puntos
Tamaño máximo de elemento	19,5847 mm
Tamaño mínimo del elemento	0,979236 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Mallar de nuevo las piezas fallidas de forma independiente	Desactivar
Reutilizar malla para partes idénticas en un ensamblaje (solo mallador basado en curvatura combinado)	Desactivar

**Tabla 4.0.39** Información detallada del número total de nodos del mallado.

Número total de nodos	59253
Número total de elementos	35238
Cociente máximo de aspecto	40,838
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	60
El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	15,2
Porcentaje de elementos distorsionados	0

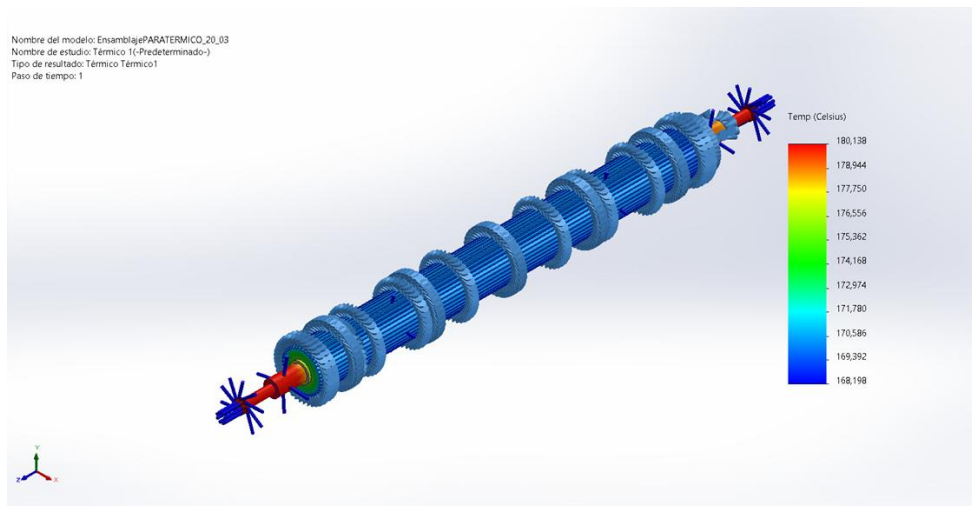


Fig. 4.0.31 Mallado térmico para el análisis rodillo

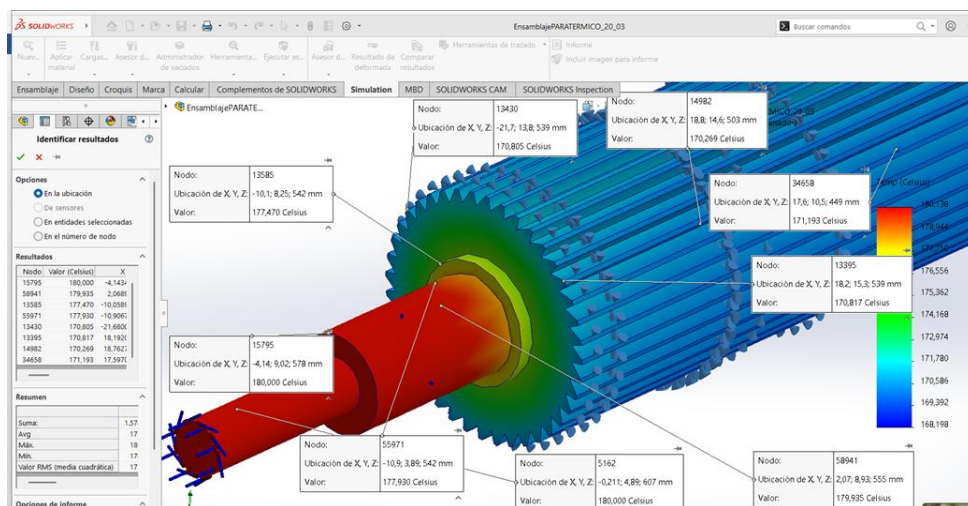


Fig. 4.0.32 Resultado del comportamiento térmico del sistema

La malla generada para el ensamblaje del rodillo térmico presenta características adecuadas para análisis térmico, con un 60% de elementos de alta calidad (relación de aspecto <3) y ningún elemento distorsionado, aunque se detectó un 15,2% de elementos con relación de aspecto >10 que podrían mejorarse. El mallado se completó eficientemente en 9 segundos, generando 59,253 nodos y 35,238 elementos cuadráticos de alto orden, demostrando capacidad para capturar gradientes térmicos, pero se recomienda optimizar las zonas con relaciones de aspecto superiores a 10 mediante refinamiento localizado para garantizar mayor precisión en análisis avanzados.

## 4.4 proceso de selección de materiales

### 4.4.1 selección de rodamientos

Mediante un análisis de simulación térmica realizado en SolidWorks, se concluye la selección del rodamiento adecuado, considerando las especificaciones técnicas del manual de rodamientos SKF y los criterios de carga, velocidad y temperatura operativa.

Tras evaluar los requisitos operativos y los resultados de la simulación térmica en SolidWorks, se determina que el rodamiento SKF VA201 es la solución óptima para garantizar el funcionamiento confiable de la plisadora de tela en el rango de 140°C a 200°C.

El rodamiento VA201 es un tipo de rodamiento de agujas diseñado para operar en condiciones de alta temperatura, comúnmente utilizado en aplicaciones industriales exigentes, como hornos industriales, equipos de procesamiento térmico o maquinaria expuesta a calor intenso.



*Fig. 4.0.33 Rodamiento SKF VA201 6004 [56]*

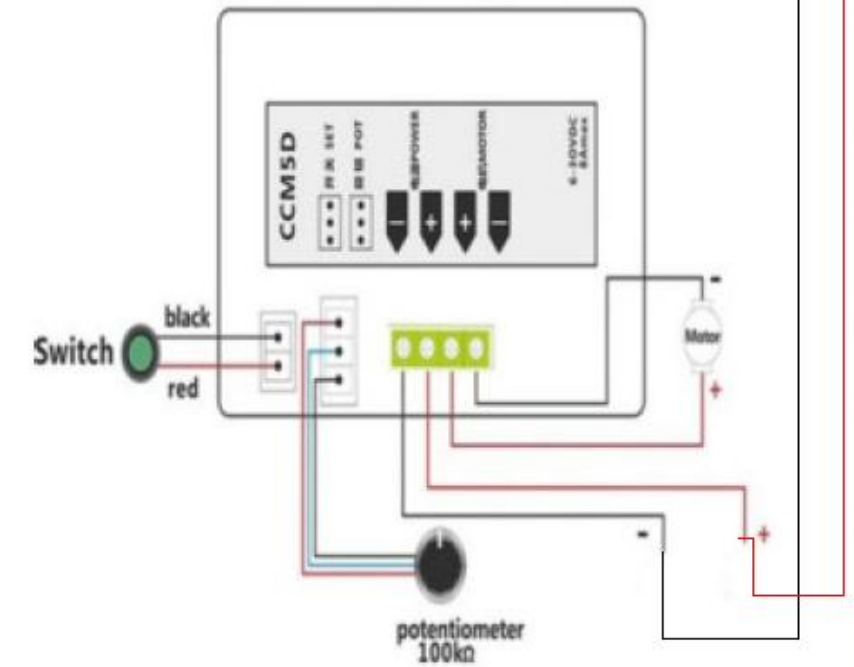
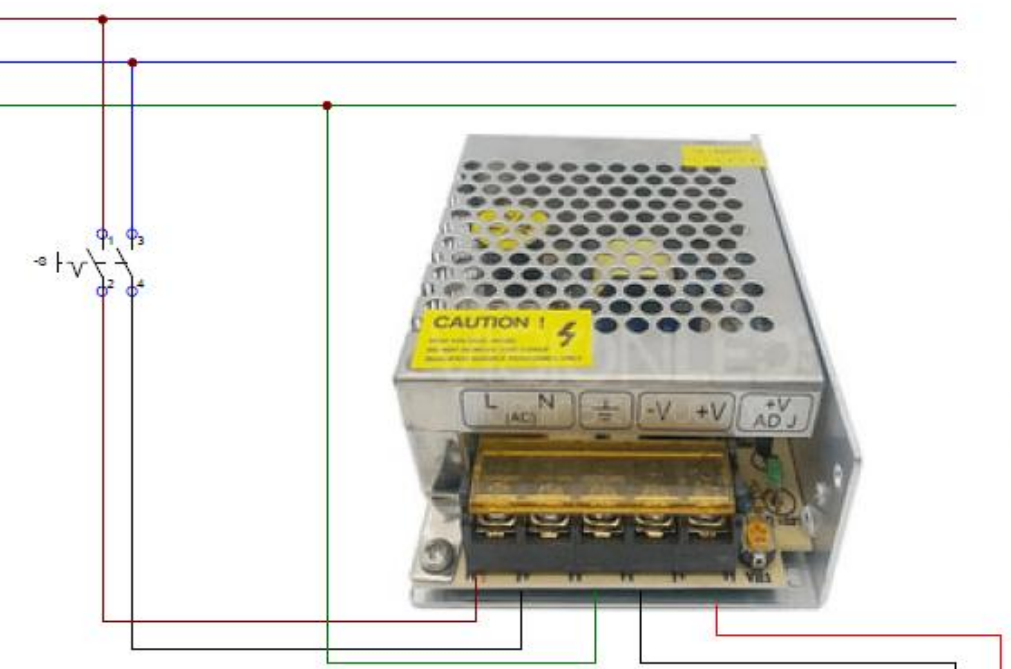
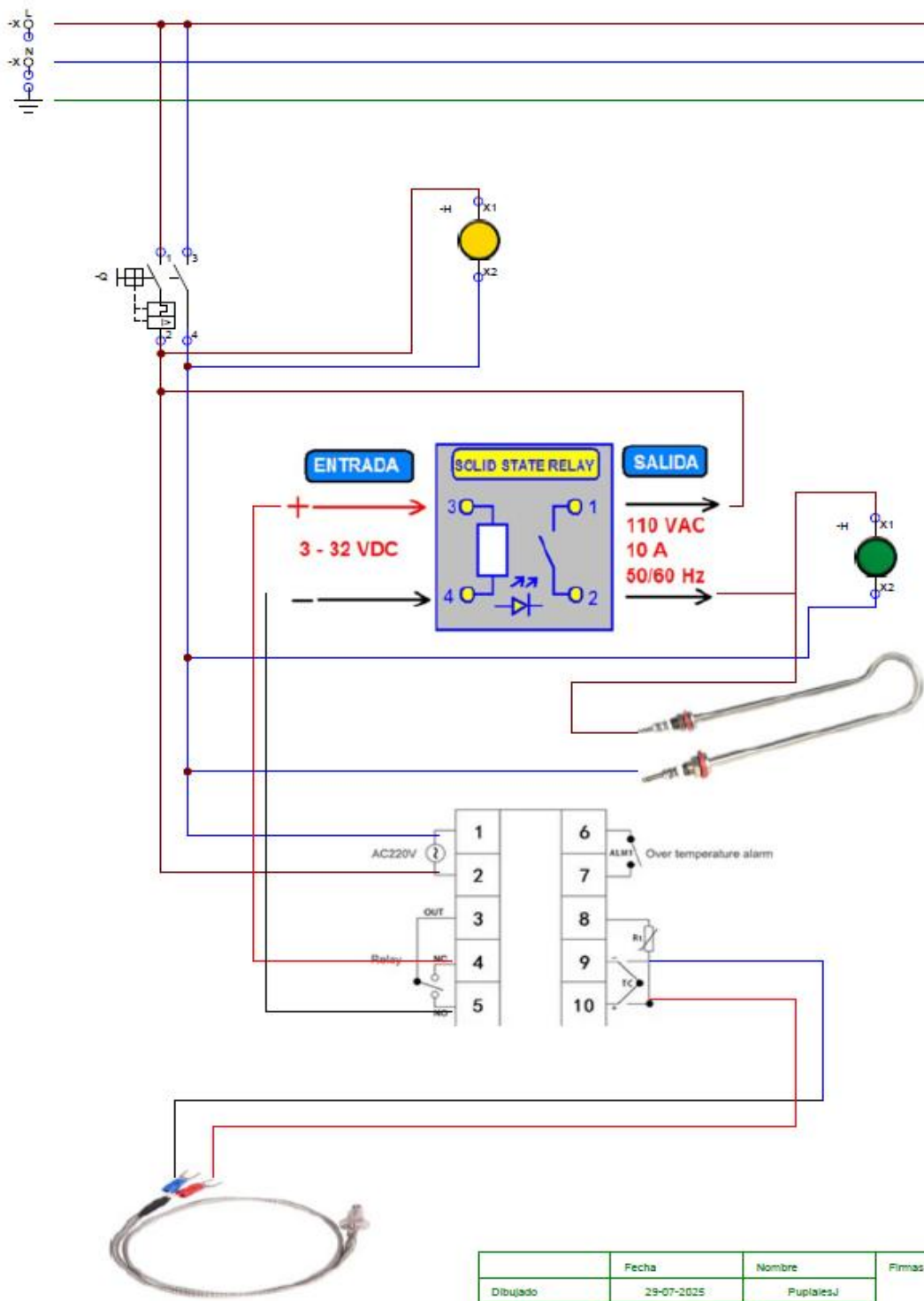
*Tabla 4.0.40 Características técnicas del rodamiento SKF VA201 [58]*

Parámetro	Valor / Descripción	Norma / Comentario
Tipo	Rodamiento rígido de bolas de alta temperatura	Serie VA201 (SKF)
Diámetro interior (d)	12 mm	Medida estándar
Diámetro exterior (D)	32 mm	Medida estándar
Ancho (B)	10 mm	
Carga dinámica (C)	4,75 kN	ISO 281; para vida útil L <sub>10</sub>

Carga estática (Co)	1,96 kN	
Límite de velocidad	18,000 rpm (con grasa) / 22,000 rpm (con aceite)	Depende del lubricante
Rango de temperatura	-40°C a +300°C	Materiales especiales (acero tratado)
Jaula	Acero inoxidable	Resistente a corrosión y calor
Lubricación	Grasa LGHP 2 (SKF) o aceite de alta temperatura	Recomendado para >150°C
Sellos/Protección	Sin sellos (abierto) o opción RS/RZ	Evita contaminación en textiles
Aplicación típica	Maquinaria textil, hornos, plisadoras	Ideal para 150–240°C

#### 4.4.2 selección de resistencia eléctrica

#### 4.5 Diagrama de conexiones electrónico y eléctrico del sistema



	Fecha	Nombre	Firmas	Entidad	Título	Fecha	Núm.
Dibujado	29-07-2025	PupialesJ			Plisadora Tela de Dacrón	29-Jul-2025	1 de 1
Comprobado	29-07-2025	Ing. Ojeda				Archivo:	Diagrama Eléctrico

#### **4.6 Diseño y ensamble del dispositivo**

La máquina tiene una dimensión de 900x190x330 mm, la estructura principal está conformada por perfiles de tubo cuadrado galvanizado, seleccionado por su óptima relación resistencia- peso y protección anticorrosiva. Sobre este marco se integran componentes fabricados mediante impresión 3D en PLA fibra de carbono, diseñados específicamente para funciones críticas como:

Porta rodamientos: Alojamiento de ajuste preciso para rodamientos SKF (VA201-6004), con refuerzos locales y tolerancias de  $\pm 0,1$  mm.

Bases de pernos: Soporte de fijación para conjuntos de pernos grado 8,8 (M8-M10), con inserciones roscadas de latón para garantizar resistencia al apriete.

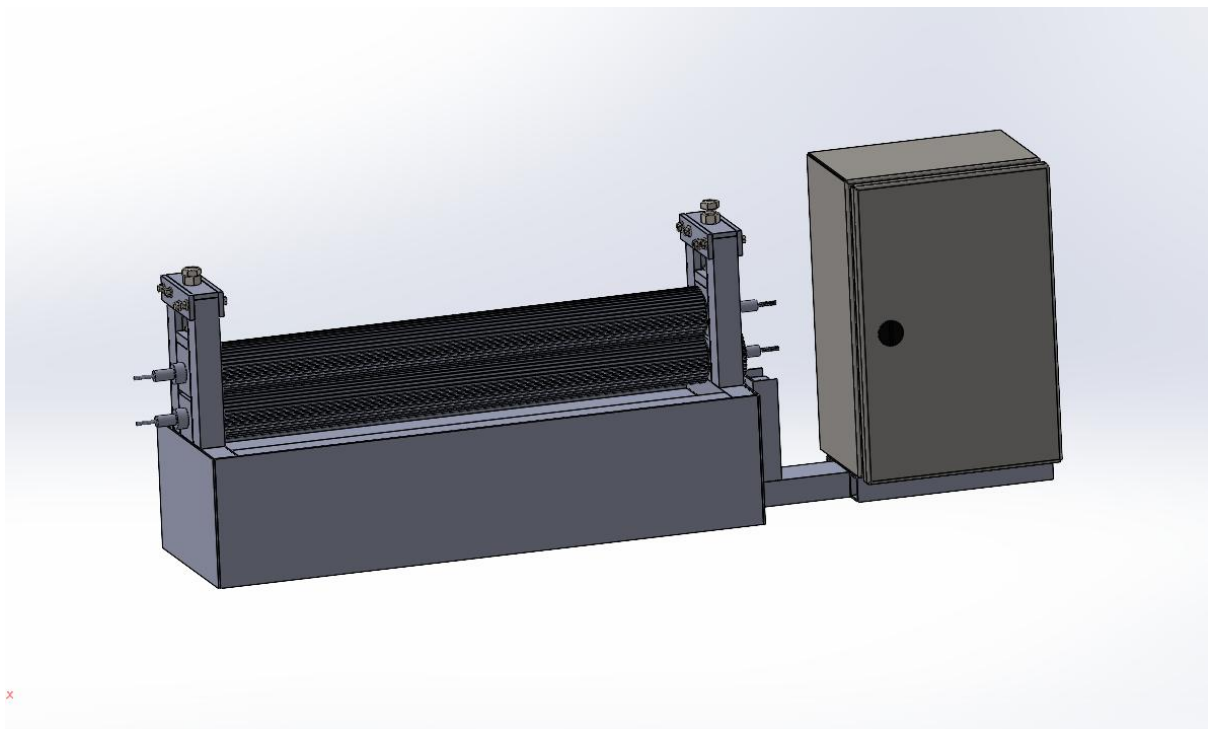
Engranajes de transmisión: Diseñados para acoplamiento directo con motores de alto torque JGY370 y el eje del rodillo plisador, con parámetros geométricos.

Los rodillos de aluminio 7075-T6 se montan sobre cojinetes lineales y se sincronizan mediante transmisión por engranajes impresos, mientras que la estructura galvanizada proporciona rigidez torsional. Este enfoque híbrido (metal-impresión 3D) optimiza la relación costo-eficiencia, facilitando tanto el ensamblaje como la escalabilidad del diseño.

#### **4.7 Software de Modelado**

Para el modelado de los componentes de la máquina plisadora se utilizó SolidWorks 2024, seleccionado por su capacidad integral para el diseño mecánico 3D y análisis avanzado. El software permitió realizar tanto simulaciones estáticas de la estructura principal como análisis

térmicos del rodillo plisador, garantizando un óptimo desempeño bajo condiciones reales de operación. La estructura portante fue diseñada utilizando perfiles de tubo cuadrado galvanizado, combinada con componentes estandarizados disponibles en la biblioteca Toolbox de SolidWorks, que incluyeron rodamientos, pernos y tuercas normalizadas. Esta integración de elementos personalizados y estandarizados optimizó el proceso de diseño, asegurando compatibilidad mecánica y reduciendo tiempos de desarrollo.

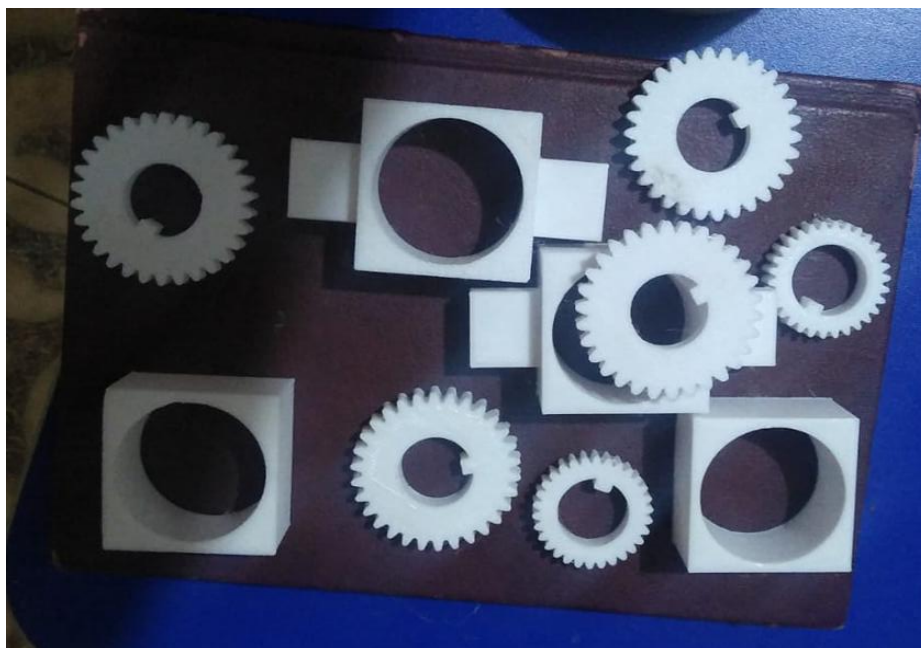


*Fig. 4.0.34* Diseño de la máquina plisadora

#### **4.8 Elaboración de piezas que componen el mecanismo**

Los componentes mecánicos fabricados mediante impresión 3D en PLA reforzado con fibra de carbono (ver en la Tabla 4.0.20 ) incluyen piezas críticas como porta rodamientos, sistemas de sujeción de pernos, el mecanismo de presión de la plisadora y engranajes de transmisión. Esta selección de materiales compuestos ofrece una combinación óptima de resistencia a la fatiga y rigidez dimensional, particularmente importante en elementos como los porta rodamientos que

soportan cargas dinámicas y los engranajes sujetos a esfuerzos cíclicos. Las sujeciones de pernos y el sistema de presión fueron diseñados con topologías optimizadas que aprovechan las ventajas de la manufactura aditiva, permitiendo geometrías internas complejas que mejoran la distribución de tensiones. El PLA con fibra de carbono demostró ser especialmente adecuado para estas aplicaciones, proporcionando un coeficiente de fricción favorable en los engranajes y una excelente resistencia a la deformación en las zonas de sujeción, todo ello manteniendo un peso reducido que contribuye a la eficiencia energética del conjunto. El proceso de impresión 3D, realizado con parámetros optimizados 100% de relleno, orientación de fibras según líneas de esfuerzo, aseguró una anisotropía controlada que maximiza la resistencia en los planos críticos de carga de cada componente.



*Fig. 4.0.35 Componentes en impresión 3D.*

#### **4.9 Manufactura de estructuras y componentes para piezas mecánicas**

La estructura principal se construyó a partir de perfiles cuadrados galvanizados de 25×25 mm, utilizando tubos comerciales estándar de 6 metros de longitud disponibles localmente. Según

las especificaciones del modelo 3D, los tubos se cortaron a medida empleando una tronzadora (Fig. 4.0.36), la cual garantizó precisión en los cortes transversales y en ángulo de 45°, requisito fundamental para lograr un ensamblaje adecuado mediante soldadura posterior.



*Fig. 4.0.36 Cortes de tubo mediante la máquina tronzadora.*

Los tubos cortados previamente se unieron de forma permanente mediante soldadura MIG (Metal Inert Gas), técnica especialmente adecuada para garantizar una fusión óptima en materiales de pared delgada. En la (Fig.4.0.36) se documenta el proceso de soldadura durante el ensamblaje del prototipo, donde puede observarse la aplicación de este método de unión en la construcción de la estructura.



*Fig. 4.0.37* Proceso de soldadura MIG empleado para la unión permanente de los perfiles tubulares.

La (Fig. 4.0.37) muestra los procesos de mecanizado aplicados al rodillo plisador, el cual cumple una doble función como elemento de arrastre de la tela. Para su fabricación se realizaron operaciones de torneado para garantizar la precisión dimensional del eje, fresado para crear canales y superficies de contacto necesarias, y cepillado en las zonas de ajuste estructural en los canales de la arista plisadora. El taladrado cumplió dos propósitos esenciales: primero, permitió alojar en el centro del rodillo la resistencia eléctrica encargada del calentamiento controlado; segundo, facilitó la instalación de chavetas laterales para la transmisión del movimiento. Este conjunto de operaciones garantizó que el componente final integrara tanto la precisión mecánica requerida para el plisado como la funcionalidad térmica necesaria para el proceso de arrastre continuo de la tela.



*Fig. 4.0.38* Proceso de mecanizado de piezas mecánicas.

La (Fig. 4.0.38), presenta la estructura metálica finalizada, instalada sobre el sistema del rodillo plisador de la tela correspondiente al sistema de arrastre de la tela.



*Fig. 4.0.39 Estructura metálica de la máquina plisadora.*

Como etapa final del proceso de la estructura metálica, se aplicó un recubrimiento de pintura esmaltada en color plomo oscuro (Fig. 4.0.39) para garantizar la protección anticorrosiva de la estructura y uniformizar su apariencia con los estándares estéticos de la maquinaria industrial.



*Fig. 4.0.40 Estructura metálica con recubrimiento de pintura esmaltada.*

#### **4.10 Diseño e implementación de sistemas eléctricos/electrónicos del gabinete para control industrial.**

Preparación del gabinete Eléctrico (Fig. 4.0.40), Se realiza una limpieza interior con paño antiestático para eliminar residuos, seguida de una verificación de dimensiones. Posteriormente, se marcan los puntos de instalación para el riel DIN , asegurando cumplimiento con los estándares técnicos.



*Fig. 4.0.41 Preparación de gabinete eléctrico para control.*

Instalación de estructuras base (Fig. 4.0.41), Se procede al montaje de rieles DIN (25 mm) para módulos estandarizados, garantizando su alineación según especificaciones. A continuación, se fija la placa de distribución de tierra con sus respectivos conectores y se colocan las bandejas para gestión de cables, optimizando el espacio y facilitando el acceso durante futuras intervenciones.



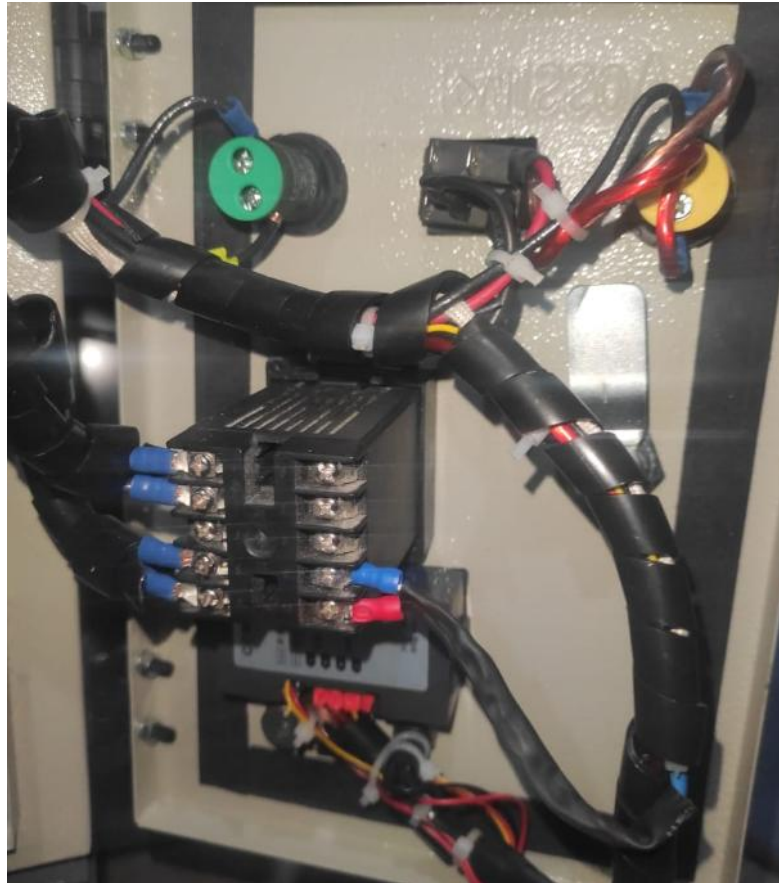
*Fig. 4.0.42 Instalación de estructura base del gabinete eléctrico.*

Disposición de componentes principales (Fig. 4.0.42), Se realiza la instalación secuencial según diagrama unifilar, iniciando con el disyuntor principal en posición central. En la zona superior se monta el relé SSR, seguido del controlador de velocidad CCM5D, respetando su distancia de seguridad. El control de temperatura REX C100 se fija en un área protegida, mientras que el regulador de voltaje 12V 5A, la luz piloto 110V y el switch de 6 pines (dos posiciones) se instalan según flujo de operación. Finalmente, se colocan conductores, terminales y protectores de cables, asegurando la organización y protección del conjunto.



*Fig. 4.0.43 Disposición de componentes Eléctricos/Electrónicos principales.*

Conexión eléctrica (Fig.4.0.43) Se realiza el tendido de cables principales (calibres 12 AWG, 14 AWG y 16 AWG) dentro de las canaletas designadas, asegurando su correcta organización. Todas las conexiones a bornes se ejecutan con torque controlado según especificaciones del fabricante para garantizar contactos seguros y libres de falsos. Como protección contra cortocircuitos, se implementan disyuntores termomagnéticos en la entrada principal del sistema, completando así la instalación con los estándares de seguridad requeridos.



*Fig. 4.0.44 Conexión de componentes eléctricos.*

El sistema de control y señales gestiona integralmente la operación del equipo (Fig XX), regulando la velocidad del motor mediante el controlador CCM5D, controlando el encendido/parada a través de relés SSR y switches de 6 posiciones, y monitoreando la temperatura con el controlador REX C100. El sistema incorpora señalización visual con luces piloto 110V, protecciones eléctricas mediante disyuntores termomagnéticos, y utiliza cableado de control AWG16 organizado en canaletas con terminales de torque controlado. Todos los componentes están instalados según diagrama unifilar en el gabinete eléctrico, que fue preparado previamente con limpieza antiestática y disposición adecuada de rieles DIN y bandejas porta cables, garantizando un funcionamiento seguro y eficiente.



*Fig. 4.0.45 sistema de control eléctrico y electrónico de la máquina.*

Como etapa final del proceso, se realizan las pruebas y verificaciones para garantizar el funcionamiento correcto de la máquina. Esto incluye un chequeo integral de todos los sistemas mediante pruebas funcionales por etapas, donde se valida la activación secuencial de los componentes (disyuntores, relés SSR, controladores de velocidad y temperatura), así como su respuesta según los parámetros establecidos. Paralelamente, se completa el etiquetado de todos los componentes según el diagrama unifilar, asegurando la identificación clara de bornes, cables y dispositivos para futuras operaciones de mantenimiento. Estas verificaciones confirman que la instalación cumple con los estándares de seguridad y desempeño requeridos.



Fig. 4.0.46 Pruebas y Verificación el control.

#### 4.11 Costos de implementación del sistema

El costo asociado a la elaboración del equipo se desglosa en tres categorías principales: (1) componentes eléctricos y electrónicos, detallados en la Tabla 4.17; (2) piezas fabricadas mediante tecnología de impresión 3D, cuyos costos se especifican en la Tabla 4.18; y (3) elementos estructurales mecánicos, cuyos valores se presentan en la Tabla X.X.

Tabla 4.0.41 Costo de componentes eléctricos y electrónicos

Componentes	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cable de poder 220/110 VAC	1u	\$3,10	\$3,10
Fuente de poder 12V 5A 60W	1u	\$13,35	\$13,35
Motor alto Torque JGY370 DC12V 10RPM	1u	\$20,25	\$20,25

Control de velocidad PWM CCM5D	1u	\$18,50	\$18,50
Resistencia eléctrica (Niquelina tubular) diámetro 11mm x 600mm longitud	2u	\$35	\$70
Control de Temperatura REXC100	1u	\$45,89	\$45,89
Relé SSR 100A	1u	\$19,99	\$19,99
Sensor termocupla tipo K tornillo M6, 2m de cable	1u	\$3,99	\$3,99
Terminales aislado horquilla 14-12 awg	40u	\$0,25	\$10
Conductor eléctrico 12AWG, 1m	4m	\$0,60	\$2,40
Conductor eléctrico 16AWG, 1m	5m	\$0,35	\$1,75
Conductor eléctrico 14AWG, 1m	4m	\$0,39	\$1,56
Termo contraíble 5m-12-16 AWG	5m	\$0,30	\$1,50
Gabinete metálico interior 30x20x15cm	1u	\$32	\$32
Espiral amarra cables SWB	1u	\$4,50	\$4,50
Riel din 35mm, 1m	1u	\$1,16	\$1,16
Canaleta ranurada 25x40mm	1u	\$4,84	\$4,84
Otros componentes (brocas, estaño tornillos).	1u	\$ 5	\$5
<b>Total</b>			<b>\$289,78</b>

El cálculo de costos de impresión 3D considera el consumo de material termoplástico (PLA) junto a la operación de la impresora. Se toma como referencia un costo por gramo de PLA dentro del país de 10ctv y con respecto energético de \$0,092 por kWh y un precio de \$25,00 por kilogramo de filamento PLA (rollo de 1000 g).

*Tabla 0.42 Costos por impresión 3D.*

Pieza	Cantidad	Cantidad de Material por unidad	Material total	Costo total
Base superior central	2u	29,23g	58,46g	\$5,85
Base lateral superior e inferior central	4u	15,96g	63,84g	\$6,38
Porta rodamiento inferior	2u	37,13g	74,26g	\$7,43
Porta rodamiento superior	2u	41,00g	82g	\$8,20
Base de presión para porta rodamiento superior	2u	9,80g	19,60g	\$1,96
Engranaje de motor	1u	13,43g	13,43g	\$1,34
Engranaje de rodillo plisador	1u	11,15g	11,15g	\$1,12
<b>Total</b>	<b>14u</b>	<b>157,70g</b>	<b>322,74g</b>	<b>\$32,28</b>

El costo de los componentes mecánicos se determina en función del material utilizado duraluminio 7075, el proceso de fabricación (mecanizado, soldadura) y el tiempo de mano de obra asociado. Se consideran los precios unitarios de las materias primas y los costos operativos de maquinaria.

*Tabla 4.0.43 Costos componentes mecánicos.*

Componentes	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Tubo estructural cuadrado galvanizado 20x20x1,50mm- 6m	1u	12\$	\$12,00
Plancha galvanizada 1220x2440mm, 1mm espesor	1u	30,88\$	\$30,88
Perno 8.8 M10x2x60mm	2u	0,90\$	\$1,80
Perno 8.8 M5x0,80x45mm	4u	0,15\$	\$0,60
Tuerca 8.8 M10x2mm	4u	0,15\$	\$0,60
Tuerca 8.8 M5x0,80x45mm	8u	0,05	\$1,20
Rodamiento 6004/VA201	2u	70,25\$	\$140,50
Eje Macizo Duraluminio 7075, diámetro 50mm, 2m longitud	1u	150\$	\$150,00
Mecanizado torno por Hora	2H	15\$	\$30,00
Mecanizado fresado por Costo unitario combinado (por centímetro y por diente)	120cm	7,95\$	\$954
Mecanizado taladrado por hora	1H	10\$	\$10,00
Mecanizado cepillado por hora	1H	10\$	\$10,00
Suelda de estructura MIG- 1H	2H	20\$	\$40,00
<b>Total</b>			<b>\$1381,58</b>

## 4.12 pruebas de funcionamiento

### 4.12.1 pruebas finales

Como método de evaluación del rendimiento del equipo, se ejecutaron pruebas operativas bajo condiciones de uso real, empleando dos configuraciones distintas denominadas “Caso A”, “Caso B” y “Caso C” para este análisis.

*Tabla 4.0.44 Proceso para realización de pruebas de funcionamiento de la máquina.*

Denominación	Descripción
Tema:	Prueba de funcionamiento de la máquina plisadora de tela de dacrón
Objetivo:	Evaluar el desempeño operativo del prototipo de la máquina plisadora de tela de Dacrón, verificando el cumplimiento de los requerimientos técnicos establecidos en el diseño.
Metodología de prueba:	Se realizaron pruebas con muestras de tela de Dacrón de distintos gramajes previamente medidos con precisión, humedecidas al 15-20% y procesadas en la máquina plegadora, evaluando la uniformidad de pliegues ( $\pm 2$ mm), la eficiencia térmica (150-200°C en rodillos) y la sincronización del sistema.
Materiales:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Máquina plisadora de tela de dacrón.</li> <li>- Tela de dacrón.</li> <li>- Agua.</li> </ul>
Procedimiento:	<p style="text-align: center;">a. Se inicia Encendido y Puesta en Marcha</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar que la máquina esté desconectada eléctricamente antes de la inspección.</li> <li>2. Limpiar rodillos y guías de residuos de tela o polvo.</li> <li>3. Conectar la alimentación eléctrica (220V/110v según especificación).</li> <li>4. Encender el interruptor general del panel de control.</li> </ol> <p style="text-align: center;">b. Control de Temperatura de Rodillos</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ingresar al menú de control de temperatura en el panel.</li> <li>2. Configurar temperatura entre 150-200°C según tipo de Dacrón.</li> <li>3. Activar calentamiento gradual y monitorear con mediante un sensor de temperatura tipo “k”.</li> </ol> <p style="text-align: center;">c. Ajuste de Velocidad del arrastre de la tela.</p> <p style="text-align: center;">Seleccionar modo manual/automático</p> <p style="text-align: center;">Regular velocidad</p> <p style="text-align: center;">d. Preparación de la Tela</p> <p style="text-align: center;">Humedecer uniformemente el Dacrón (15-20% de humedad).</p> <p style="text-align: center;">Dejar reposar 2-5 minutos para distribución homogénea.</p> <p style="text-align: center;">Verificar que no tenga exceso de agua o zonas secas.</p>

#### e. Proceso de Plisado

1. Alinear tela humedecida en guías de entrada.
2. Mantener tensión constante durante la alimentación.
3. Monitorear uniformidad de pliegues durante operación.
4. Detener máquina inmediatamente si se detectan irregularidades.

#### f. Parada Segura

1. Detener alimentación de tela y dejar salir el último tramo.
2. Reducir velocidad gradualmente hasta 0 Hz.
3. Apagar sistema de calentamiento y esperar enfriamiento ( $<25^{\circ}\text{C}$ ).
4. Desconectar interruptor general y liberar presión residual.

#### g. Mantenimiento Post-Operación

1. Limpiar rodillos con aire comprimido o trapo seco.
2. Verificar estado de rodillo y alineación de la misma.

#### h. Seguridad

1. Usar guantes antiadherentes al manipular tela húmeda
2. No sobrepasar límites térmicos del material
3. Bloquear energía antes de mantenimiento

#### i. Notas claves

1. Nunca operar con tela seca
2. Mantener temperatura estable
3. Usar EPP al manipular tela húmeda
4. Los resultados de las pruebas se documentan en el apartado correspondiente para su evaluación.

#### 4.12.2 Resultados

Tras ejecutar el protocolo de pruebas, los resultados obtenidos se presentan en las siguientes tablas:

**Tabla 4.0.45** Prueba de Uniformidad de Pliegues.

Muestra	Humedad (%)	Temp. Rodillos (°C)	Velocidad PWM(%)	Desviación pliegues (mm)	Resultado
1	20	150	100	±0.5	Pliegues optimo
2	15	160	80	±1.0	Pliegues aceptables
3	20	175	100	±1.2	Ligera ondulación
1	15	150	80	±0.8	Ligera ondulación
2	20	160	100	±0.5	Pliegues aceptables
3	15	175	80	±1.0	Rechazado

**Tabla 4.46** Análisis de datos en las variables principales del plisado.

Variable	Efecto en Calidad de Pliegues	Observaciones
Humedad (15-20%)	- 20% humedad: Mejor precisión (±0.5mm) pero riesgo de ondulación si la temperatura es alta. - 15% humedad: Menor deformación, pero requiere ajuste de velocidad.	Humedad al 20% favorece pliegues más definidos, pero debe controlarse la temperatura.
Temperatura (150-175°C)	- 150°C: Resultados óptimos (±0.5mm). - 175°C: Genera quemaduras ondulación/rechazos (±1.2mm).	Temperaturas >160°C afectan la estabilidad del material.
Velocidad (PWM 80-100%)	- 100% PWM: Mejor precisión (±0.5mm) con humedad alta. - 80% PWM: Aceptable (±1.0mm), pero menos consistente.	Velocidad alta (100% PWM) compensa humedad elevada.

Los resultados demostraron que la configuración óptima para obtener pliegues precisos (±0.5 mm) en la máquina plisadora de Dacrón es 20% de humedad, 150°C de temperatura y 100% de PWM, observándose que temperaturas superiores a 160°C generan quemaduras con ondulaciones y rechazos (±1.2 mm), mientras que con 15% de humedad los resultados fueron inconsistentes. Se recomienda operar entre 150-160°C, manteniendo 18-20% de humedad y

100% de PWM para garantizar pliegues uniformes, evitando los 175°C que comprometen la calidad del producto final.



*Fig. 4.0.47 Pruebas de funcionamiento de diferentes casos "A", "B" Y "C"*

Una vez culminado el proceso de pruebas, se concluye que la máquina plegadora funciona correctamente y cumple con su funcionalidad principal de generar pliegues precisos en tela de Dacrón, a excepción de los casos donde se excedieron los límites de temperatura ( $>160^{\circ}\text{C}$ ) y humedad ( $<15\%$  o  $>20\%$ ), los cuales afectaron la calidad del plisado. Pese a estas limitaciones operativas, el equipo demostró cumplir con los requerimientos de diseño establecidos.

## CONCLUSIONES

Se logró desarrollar una máquina plisadora de tela de dacrón funcional y eficiente, cumpliendo con los requerimientos técnicos iniciales. El desarrollo de una máquina plisadora de tela de dacrón fue un proyecto innovador que brindó una solución eficiente para optimizar procesos en la industria textil. Esta máquina no solo agilizó el plisado del material, garantizó precisión y uniformidad, sino que también redujo los tiempos de producción y los costos operativos.

El diseño de los elementos mecatrónicos actuadores, sensores y sistema de control fue eficiente, logrando un mecanismo preciso y automatizado.

Se identificaron los parámetros críticos del proceso de plisado tensión, temperatura y velocidad, lo que permitió optimizar el funcionamiento de la máquina.

La máquina plisadora se construyó según lo planeado, demostrando funcionalidad en pruebas preliminares con tela de dacrón.

Al implementar un diseño robusto y adaptable, se aseguró la durabilidad del equipo y su capacidad para manejar las características específicas del dacrón, como su resistencia y elasticidad. Además, la automatización del proceso minimizó errores humanos, incrementando la productividad y la calidad del producto final.

Este proyecto no solo satisfizo una necesidad industrial, sino que también impulsó la modernización en el sector textil, ofreciendo una alternativa sostenible y competitiva.

## RECOMENDACIONES

Se deberá realizar un estudio de mercado para evaluar la viabilidad comercial de la máquina y posibles mejoras según las necesidades de la industria textil.

Es necesario realizar pruebas de resistencia a largo plazo para validar la durabilidad de los componentes además se recomienda evaluar costos de producción en serie para escalar el proyecto.

Para garantizar la confiabilidad del sistema, se recomienda integrar un módulo de autodiagnóstico basado en inteligencia artificial capaz de detectar y clasificar fallos comunes en tiempo real.

Es crucial proteger los circuitos eléctricos contra humedad y polvo, Se propone diseñar una interfaz más intuitiva para usuarios técnicos.

El proyecto cumplió sus metas, pero requiere actualizaciones periódicas para mantenerse competitivo.

Se recomienda implementar una banda transportadora textil con velocidad controlada para evitar la adherencia del material y garantizar un flujo continuo. Además, se sugiere un sistema de lubricación automática mediante dosificación por goteo de agua para la humectación de la tela antes de ser plisado.

## REFERENCIAS

- [1] B. Acurio, L. Fernanda, S. Pupiales y J. D. Pilar, «Estudio de la identidad cultural del pueblo indígena de la comunidad de Rumipamba-parroquia La Esperanza, cantón Ibarra, provincia de Imbabura,» UTN, Ibarra, 2014.
- [2] conaie, «KARANKIS,» *Confederación de Nacionalidades Indígenas del Ecuador*, pp. 1-3, 19 Julio 2014.
- [3] H. Quezada, R. Gilberto, T. Tasigchana y W. Ernesto, «La justicia indígena de la comunidad de Yanayacu La Esperanza del Cantón Pangua y su incidencia en la aplicación de los Derechos Humanos,» *Institucion Nacional* , pp. 30-37, Diciembre 2014.
- [4] T. Simbaña y C. Danilo, «Automatización de una máquina planchadora tipo maniquí mediante un PLC para el Hospital Baca Ortiz,» Escuela Politécnica Nacional , Quito, 2012.
- [5] B. S. Pacha, «Producción más limpia en el proceso de confección de tela en la industria Textiles Jhonatex,» 2018. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/handle/123456789/28941>. [Último acceso: 2024 26 2024].
- [6] C. P. Castelo, «Sistema de gestión por procesos para la línea de producción de tela en la empresa Produtexti cía. Ltda.,» 2023. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/38418>. [Último acceso: 26 junio 2024].
- [7] INEC, «Encuesta Industrial Anual: Sector Textil (2020-2023),» 2023. [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [8] B. Z. D. R. y. S. R. J. Oswaldo, «Diseño y construcción de una plegadora de camisetas automática para la Industria textil con una capacidad de 400 unidades hora”,» 2020. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18455>. [Último acceso: 26 Junio 2024].
- [9] M. C. G. M. V. Toro Cadavid, «Plan de negocio para importación máquina plegadora foldimate,» 2017. [En línea]. Available: <https://repositorio.esumer.edu.co/handle/esumer/1599>. [Último acceso: 2024 Junio 26].
- [10] Ministerio de Producción Ecuador, «Planta textil Quito,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.produccion.gob.ec/textiles>. [Último acceso: 2025 Mayo 21].

- [11] m. p. d. tela, «Google Académico,» [En línea]. Available: [https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=maquina+plegadora+de+tela&oq=](https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=maquina+plegadora+de+tela&oq=). [Último acceso: 26 junio 2024].
- [12] J. d. C. V. C. M. Tamayo Abril, «Técnicas de Alta Costura: del diseño a la confección,» 2010. [En línea]. Available: <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/286>. [Último acceso: 26 Junio 2024].
- [13] S. J. Elizabeth Bulatovich, «Tomás Aquino Facultad De Ingeniería Carrera, y L. E. Higiene Y Seguridad En El Trabajo, “Programa integral de higiene y seguridad laboral en la empresa Hamsa de la ciudad de Córdoba,» 2024. [En línea]. Available: [http://redi.ufasta.edu.ar/jspui/bitstream/123456789/2027/1/BULATOVICH\\_HYS\\_2023.pdf](http://redi.ufasta.edu.ar/jspui/bitstream/123456789/2027/1/BULATOVICH_HYS_2023.pdf). [Último acceso: 25 junio 2024].
- [14] F. De Arquitectura et al., «Centro de educación básica regular y técnico-productiva Octavio Campos Otoleas en Pomalca, Chiclayo,» 2024. [En línea]. Available: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/31111>. [Último acceso: 2024 junio 25].
- [15] J. N.-R. I. d. C. S. L. Tapia, «Contaminación e internalización de costos en la industria textil,» 2011. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/654/65421407008.pdf>. [Último acceso: 26 Junio 2024].
- [16] .. G. C. y. G. R. Fonseca, «Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas, equipos y sistemas del taller de innovación y desarrollo tecnológico de la Facultad de,» 2024. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/handle/123456789/40999>. [Último acceso: 25 Junio 2024].
- [17] M. L. Díaz, «Gestión por procesos en la empresa IM ESCO. de la ciudad de Ambato,» 2024. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/40931>. [Último acceso: 25 Junio 2024].
- [18] Q. YACHAY, «Revisión de la Literatura sobre Gestión de Inventario en la Industria Textil,» 29 04 2022. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v2i1.19>. [Último acceso: Mayo 2025].
- [19] M. C. Cañar, «Estandarización del proceso de teñido de fibras de poli algodón en el área de tintorería de una empresa textil,» 2024. [En línea]. Available: <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/6683>. [Último acceso: 25 Junio 2024].
- [20] N. Melnik, «Imbal S.A.,» 2022. [En línea]. Available: <http://redi.ufasta.edu.ar/jspui/handle/123456789/2392>. [Último acceso: 25 Junio 2024].
- [21] C. E. Arriola, «Escuela Provincial de Educación Técnica EPET N° 1 : identificación, evaluación y control de riesgos,» 2023. [En línea]. Available: <http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/handle/123456789/2003>. [Último acceso: 25 Junio 2024].

- [22] F. E. L. Lavado, «Google books,» Marzo 2013. [En línea]. Available: [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=al9HRXxdx6kC&oi=fnd&pg=PA2&dq=industria+textil&ots=6LODM9JXvs&sig=YKTp9DE5pX67UaAIdmGvwy0AwaI&redir\\_esc=y#v=onepage&q=industria%20textil&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=al9HRXxdx6kC&oi=fnd&pg=PA2&dq=industria+textil&ots=6LODM9JXvs&sig=YKTp9DE5pX67UaAIdmGvwy0AwaI&redir_esc=y#v=onepage&q=industria%20textil&f=false). [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [23] J. M. I. Villacís, «ScienceDirect,» Abril 2018. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.cesjef.2017.05.002>. [Último acceso: 20 Junio 2025].
- [24] H. M. M. G. R. A. S. J. G Luis, «LASALLISTA,» 20. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520103.pdf>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [25] J. O.-U. & E. y. u. 2015, «Modelo de competitividad para la industria textil del vestido en México,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/1872/187243060003.pdf>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [26] M. S.-R. D. y Sociedad y undefined 1982, «“La industria textil en Colombia: 1900-1945,» 1982. [En línea]. Available: <https://ideas.repec.org/a/col/000090/007915.html>. [Último acceso: 26 Junio 2024].
- [27] J. B.-H. M. y. u. 1964, «volución de la industria textil poblana (1544-1845),» [En línea]. Available: <https://www.jstor.org/stable/25135226>. [Último acceso: 26 Junio 2024].
- [28] J. C. C. R. y. J. F. R. O. Christian Camilo Fonseca Alba, «<http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/168125.pdf>,» julio 2018. [En línea]. Available: <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/168125.pdf>. [Último acceso: 26 Junio 2024].
- [29] J. S. Martín, «Los tejidos inteligentes y el desarrollo tecnológico de la industria textil,» [En línea]. Available: <https://gredos.usal.es/handle/10366/22120>. [Último acceso: 26 Junio 2024].
- [30] S. Bran Izaquita, «Floración, yugo femenino. Universidad de los Andes,» [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/1992/69133>. [Último acceso: 10 Junio 2025].
- [31] S. J. Bran Izaquita, «Google academico,» 08 06 2023. [En línea]. Available: <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/34f9d52d-7f59-44ad-8f2b-1325911da69c>. [Último acceso: 5 Enero 2025].
- [32] S. D.-S. Sáenz, «Un nuevo tipo de camisa del antiguo Perú,» [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Heiko-Pruemers/publication/301816597\\_Un\\_nuevo\\_tipo\\_de\\_camisa\\_del\\_antiguo\\_Peru/links/5729aeb008ae057b0a036acf/Un-nuevo-tipo-de-camisa-del-antiguo-Peru.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Heiko-Pruemers/publication/301816597_Un_nuevo_tipo_de_camisa_del_antiguo_Peru/links/5729aeb008ae057b0a036acf/Un-nuevo-tipo-de-camisa-del-antiguo-Peru.pdf). [Último acceso: 12 Mayo 2025].

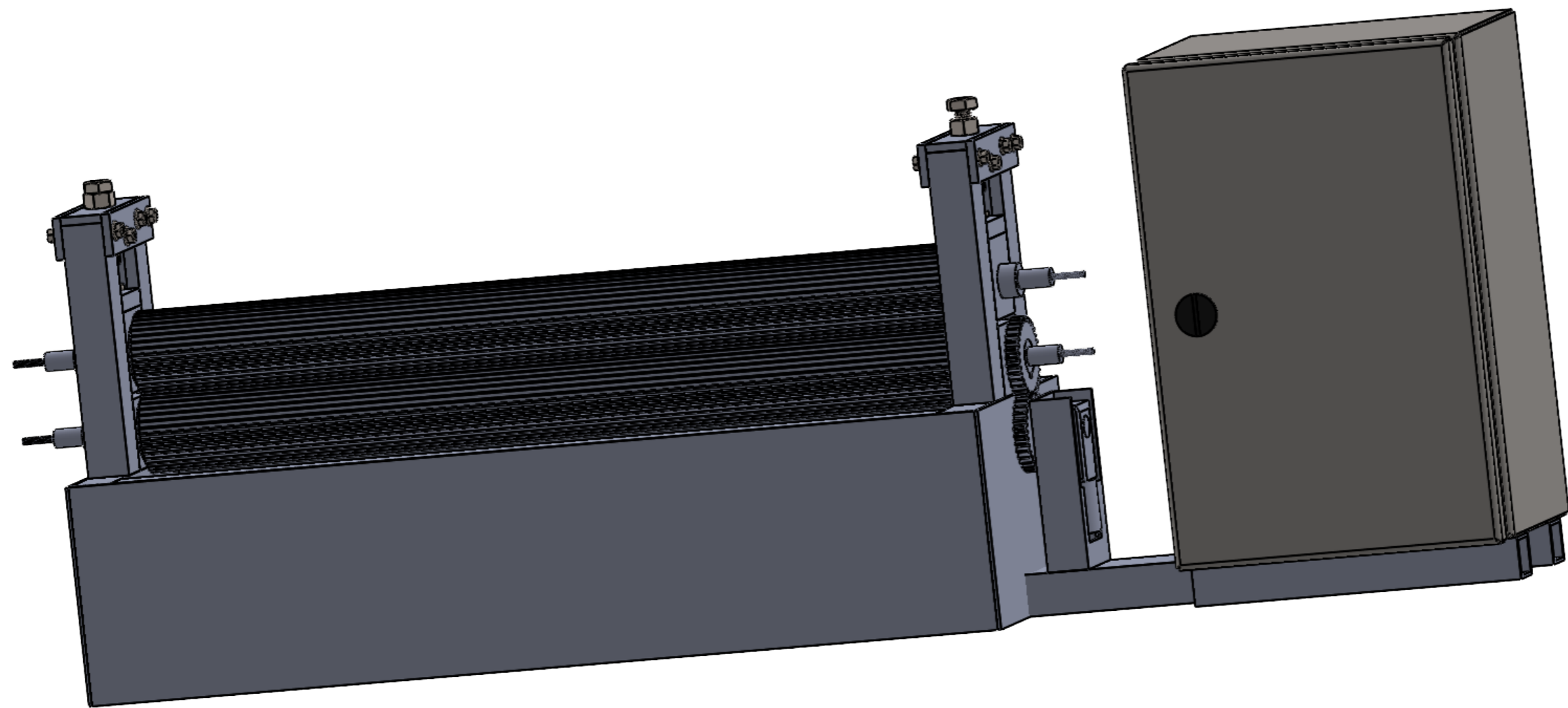
- [33] J. Lavalle, «Google Books,» [En línea]. Available: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5htp8UkwZhEC&oi=fnd&pg=PA11&dq=plisado+de+telas&ots=v66M8ql6Kt&sig=cg6rNj2GRJAUWQCQpWdK-yPYS2o#v=onepage&q&f=false>. [Último acceso: 2024 Julio 2024].
- [34] J. M. Hurtado, «El sufrimiento humano como recurso conceptual en traducciones plásticas aplicadas al Diseño de Moda,» 2021. [En línea]. Available: <https://idus.us.es/handle/11441/131073>. [Último acceso: 13 Julio 2024].
- [35] S. D. Bravo J, «Repositorio ups,» 2020. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18455/1/UPS%20-%20ST004454.pdf>. [Último acceso: 01 Febrero 2025].
- [36] E. M. Ruiz Ruiz, «Diseño y construcción de una máquina plisadora de tela para faldas cayambeñas,» [En línea]. Available: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5591>. [Último acceso: 25 septiembre 2024].
- [37] J. A. F. N. C. R. L. G. Aquino Robles, «La Ingeniería Mecatrónica en la Investigación, en el desarrollo tecnológico y en la innovación (I+D+i),» 2015. [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/291181664\\_La\\_Ingenieria\\_Mecatronica\\_en\\_la\\_Investigacion\\_en\\_el\\_desarrollo\\_tecnologico\\_y\\_en\\_la\\_Innovacion\\_I\\_D\\_i](https://www.researchgate.net/publication/291181664_La_Ingenieria_Mecatronica_en_la_Investigacion_en_el_desarrollo_tecnologico_y_en_la_Innovacion_I_D_i). [Último acceso: 18 Octubre 2024].
- [38] A. F.-R. C. y. u. 2021, «Los tipos de resultados de investigación en las ciencias de la educación,» 2021. [En línea]. Available: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/2137>. [Último acceso: 13 Julio 2024].
- [39] C. E. V. Uribe, «El debate recurrente sobre la investigación cuantitativa y la cualitativa,» 29 Julio 2017. [En línea]. Available: <https://nomadas.ucentral.edu.co/index.php/inicio/31-desafios-de-la-investigacion-cualitativa-nomadas-18/446-el-debate-recurrente-sobre-la-investigacion-cuantitativa-y-la-cualitativa>. [Último acceso: 2024 Julio 2024].
- [40] N. M.-R. d. h. l. c. y. u. 2015, «Investigación exploratoria: tipos, metodología y ejemplos,» [En línea]. Available: <https://www.academia.edu/download/64537756/Investigaci%C3%B3n%20Exploratoria.pdf>. [Último acceso: 13 julio 2024].
- [41] «Novatronic,» [En línea]. Available: <https://novatronic.com/index.php/product/cable-de-poder/>. [Último acceso: 20 05 2025].
- [42] Novatronic EC, «Fuente conmutada 12V 5A 60W,» 2024. [En línea]. Available: <https://novatronic.com/index.php/product/fuente-conmutada-12v-5a-60w/>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].

- [43] Novatronic EC, «Motor JGY370 DC12V 10RPM 22.5kg.cm,» 2024. [En línea]. Available: <https://novatronicec.com/index.php/product/motor-alto-torque-jgy370-dc12v-10rpm/>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [44] Novatronic EC, «Control de velocidad PWM con pantalla CCM5D 6V-12V-24V,» 2024. [En línea]. Available: <https://novatronicec.com/index.php/product/control-de-velocidad-pwm-con-pantalla-ccm5d-6v-12v-24v/>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [45] «Resistencias Eléctricas Quito,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.resistenciaselectricasquito.com/productos>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [46] Mercury Importadora., «Panel de control de temperatura REX C100,» 2024. [En línea]. Available: <https://mercuryimportadora.com/product/panel-control-de-temperatura-rex-c100/>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [47] Grupo ElectroStore, «Relé de estado sólido SSR-40DA 40A Input 3-32VDC Output 90-480VAC,» 2024. [En línea]. Available: <https://grupoelectrostore.com/shop/interruptores-y-switches/rele-estado-solido-ssr-40da-40a-input-3-32vdc-output-90-480vac/>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [48] Grupo ElectroStore, «Sensor termocupla tipo K tipo rosca cable 2m,» 2024. [En línea]. Available: <https://grupoelectrostore.com/shop/sensores/temperatura/sensor-termocupla-tipo-k-tipo-rosca-cable-2m/>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [49] Eléctrico Industrial, «Terminales aislados tipo horquilla CAMSCO,» 2024. [En línea]. Available: <https://electricoindustrial.com.ec/producto/terminales-aislados-tipo-horquilla-camsco/>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [50] Electrocable, «Conductor flexible TFF 16 AWG 100 m,» 2024. [En línea]. Available: <http://www.electrocable.com/index.php/es/categorias/conductores-electricos/flexible-tff-16-awg-100-m.html>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [51] Ingelcom, «Gabinete metálico 30 x 20 x 15 cm,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.ingelcom.com.ec/shop/gabinete-metalico-30-x-20-x-16-cm-ingelcom-17162#attr=>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [52] Dipac Manta, «Tubo estructural cuadrado galvanizado,» 2024. [En línea]. Available: <https://dipacmanta.com/producto/tubos/tubo-estructural/tubo-estructural-cuadrado-galvanizado/>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [53] Grupo ElectroStore, «Filamento PLA 1.75 para impresora 3D 1kg fibra de carbono,» 2024. [En línea]. Available: <https://grupoelectrostore.com/shop/impresion-3d/filamentos-impresoras-3d/filamento-pla-175-para-impresora-3d-1kg-fibra-de-carbono/>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [54] Dipac Manta, «Planchas galvanizadas,» 2024. [En línea]. Available: <https://dipacmanta.com/producto/planchas/planchas-acero-negro/planchas-galvanizadas/>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].

- [55] Casa del Perno, «Remache pop ala ancha,» 2024. [En línea]. Available: <https://casadelperno.com/en/otros-productos/12234-remache-pop-ala-ancha.html>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [56] SKF, Rodamientos rígidos de bolas, SKF Group: catálogo técnico, 2023.
- [57] Amazon ES., «Base redonda giratoria para muebles,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.amazon.es/Giratoria-Aleación-Material-Estándar-Adecuado/dp/B0BW47J6K3>. [Último acceso: 20 Mayo 2025].
- [58] SKF Group, «SKF Rolling Bearings Catalogue,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.skf.com/>. [Último acceso: 21 Mayo 2025].

## **ANEXOS**

### **A. PLANOS MECÁNICOS**



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
								TÍTULO:			
								SISTEMA COMPLETO			
								ESCALA:1:10		HOJA 1 DE 29	

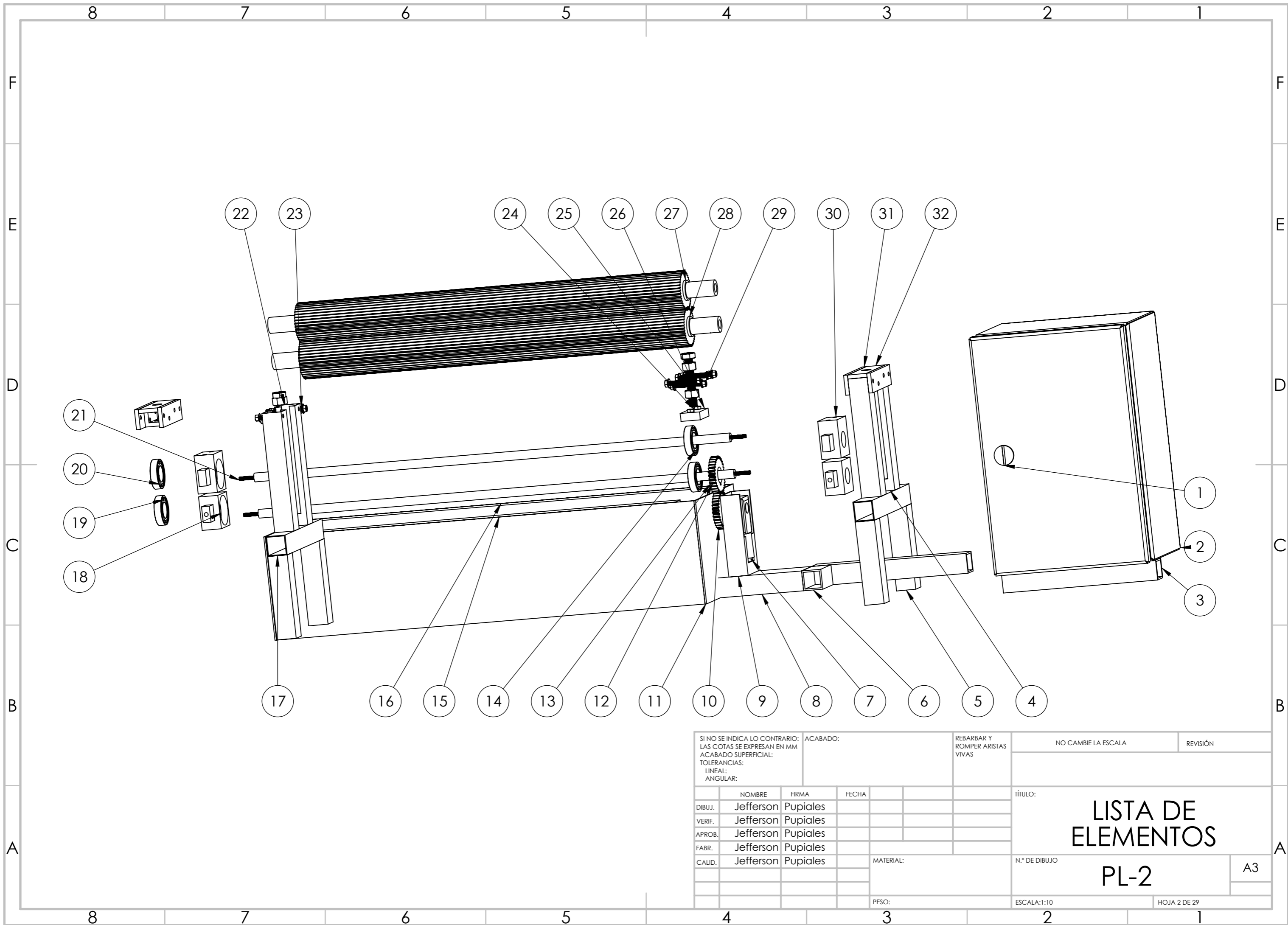
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales	
VERIF.	Jefferson	Pupiales	
APROB.	Jefferson	Pupiales	
FABR.	Jefferson	Pupiales	
CALID.	Jefferson	Pupiales	

MATERIAL:

PESO:

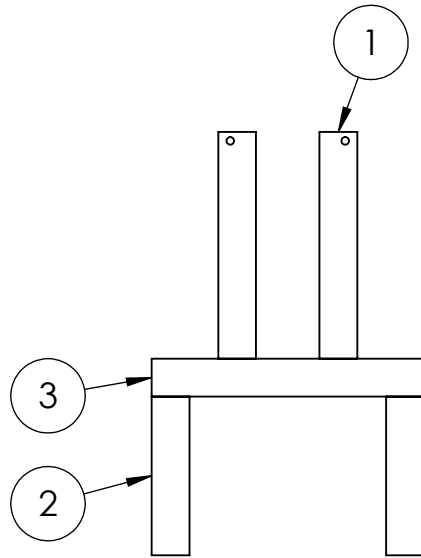
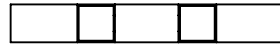
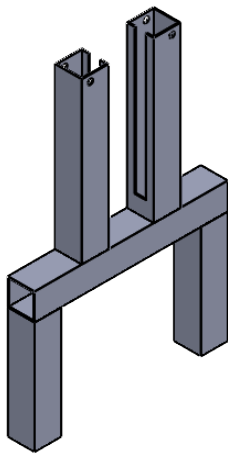
ESCALA:1:10

HOJA 1 DE 29



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				TÍTULO:		
				N.º DE DIBUJO		
				ESCALA:1:10		
				HOJA 2 DE 29		
NOMBRE		FIRMA	FECHA	TÍTULO:		
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales		<h1>LISTA DE ELEMENTOS</h1> <h2>PL-2</h2>		
VERIF.	Jefferson	Pupiales				
APROB.	Jefferson	Pupiales				
FABR.	Jefferson	Pupiales				
CALID.	Jefferson	Pupiales				
				MATERIAL:	A3	
				PESO:		





N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	piezasoport2	2
2	piezatecho	2
3	tubosoporte1	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
 ACABADO SUPERFICIAL:  
 TOLERANCIAS:  
 LINEAL:  
 ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales	
VERIF.	Jefferson	Pupiales	
APROB.	Jefferson	Pupiales	
FABR.	Jefferson	Pupiales	
CALID.	Jefferson	Pupiales	

MATERIAL:

PESO:

TÍTULO:  
**ENSAMBLE BASE LATERAL**

N.º DE DIBUJO  
**PL-4**

ESCALA:1:5

HOJA 4 DE 29

A4

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

C

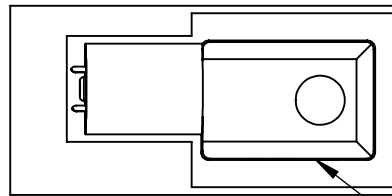
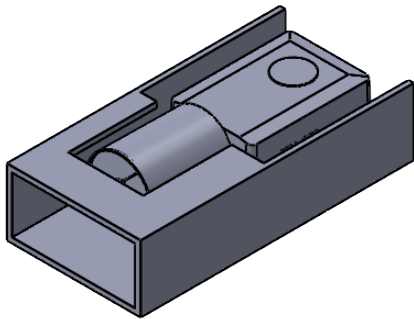
B

B

A

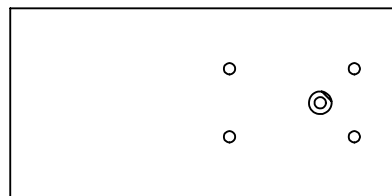
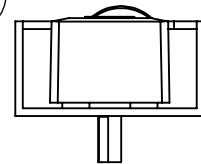
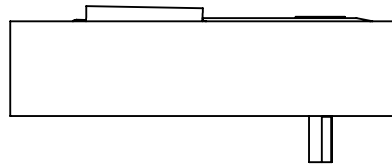
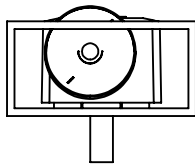
A

4 3 2 1



1

2



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	basemotor	1
2	-00	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales	
VERIF.	Jefferson	Pupiales	
APROB.	Jefferson	Pupiales	
FABR.	Jefferson	Pupiales	
CALID.	Jefferson	Pupiales	

TÍTULO:	
<b>ENSAMBLE BASE MOTOR</b>	
N.º DE DIBUJO	A4
<b>PL-5</b>	
PESO:	ESCALA:1:2
HOJA 5 DE 29	

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

B

A

A

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

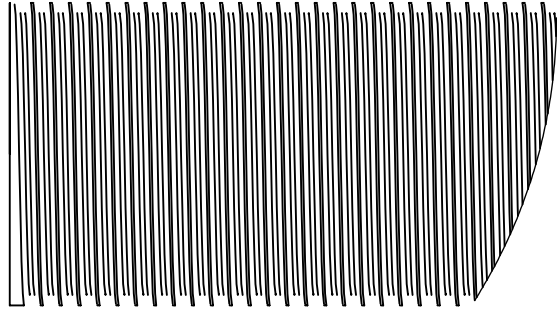
D

C

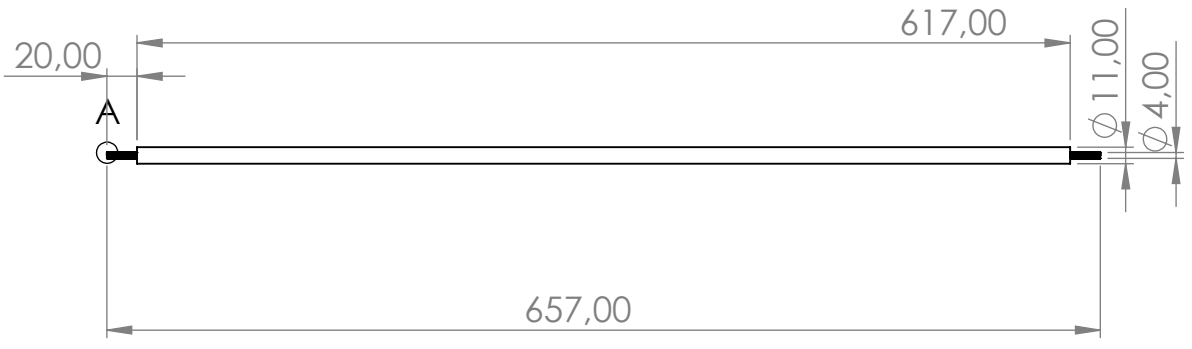
C

B

B



DETALLE A  
ESCALA 10 : 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales	
VERIF.	Jefferson	Pupiales	
APROB.	Jefferson	Pupiales	
FABR.	Jefferson	Pupiales	
CALID.	Jefferson	Pupiales	

TÍTULO:  
**BARILLA GUIA 60  
MM**

N.º DE DIBUJO  
**PL-6**

A4

PESO:

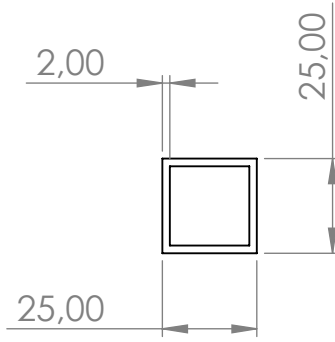
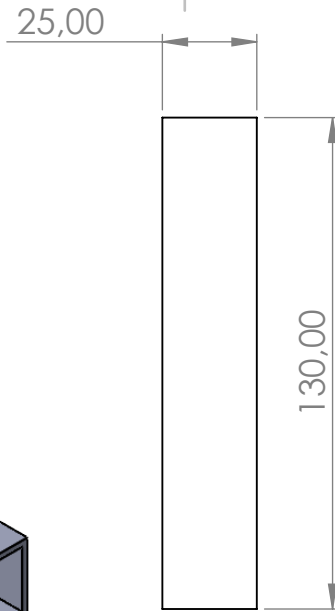
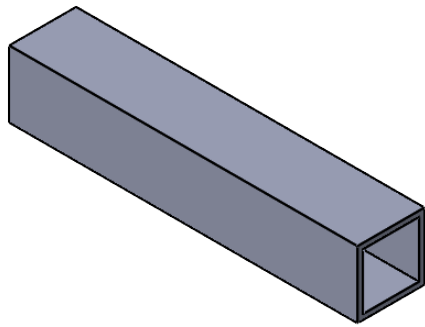
ESCALA:1:10

HOJA 6 DE 29

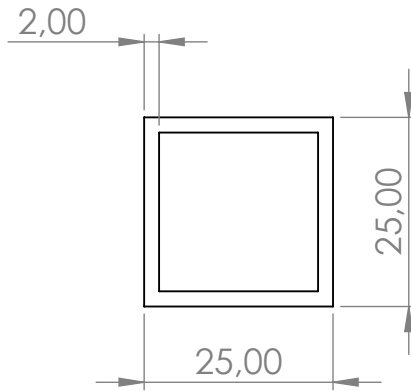
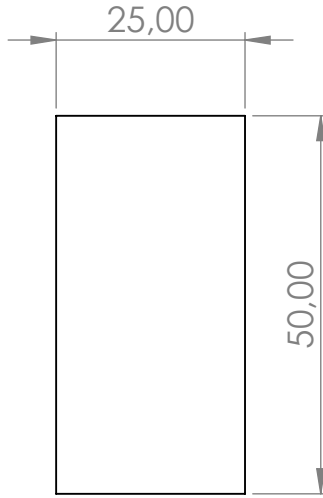
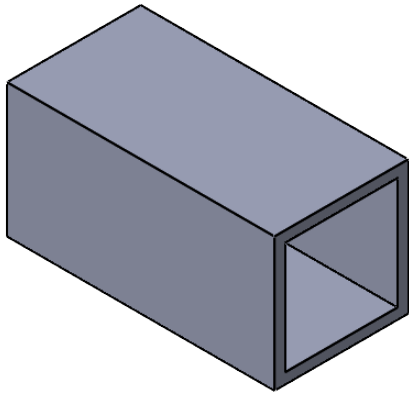
4 3 2 1

A

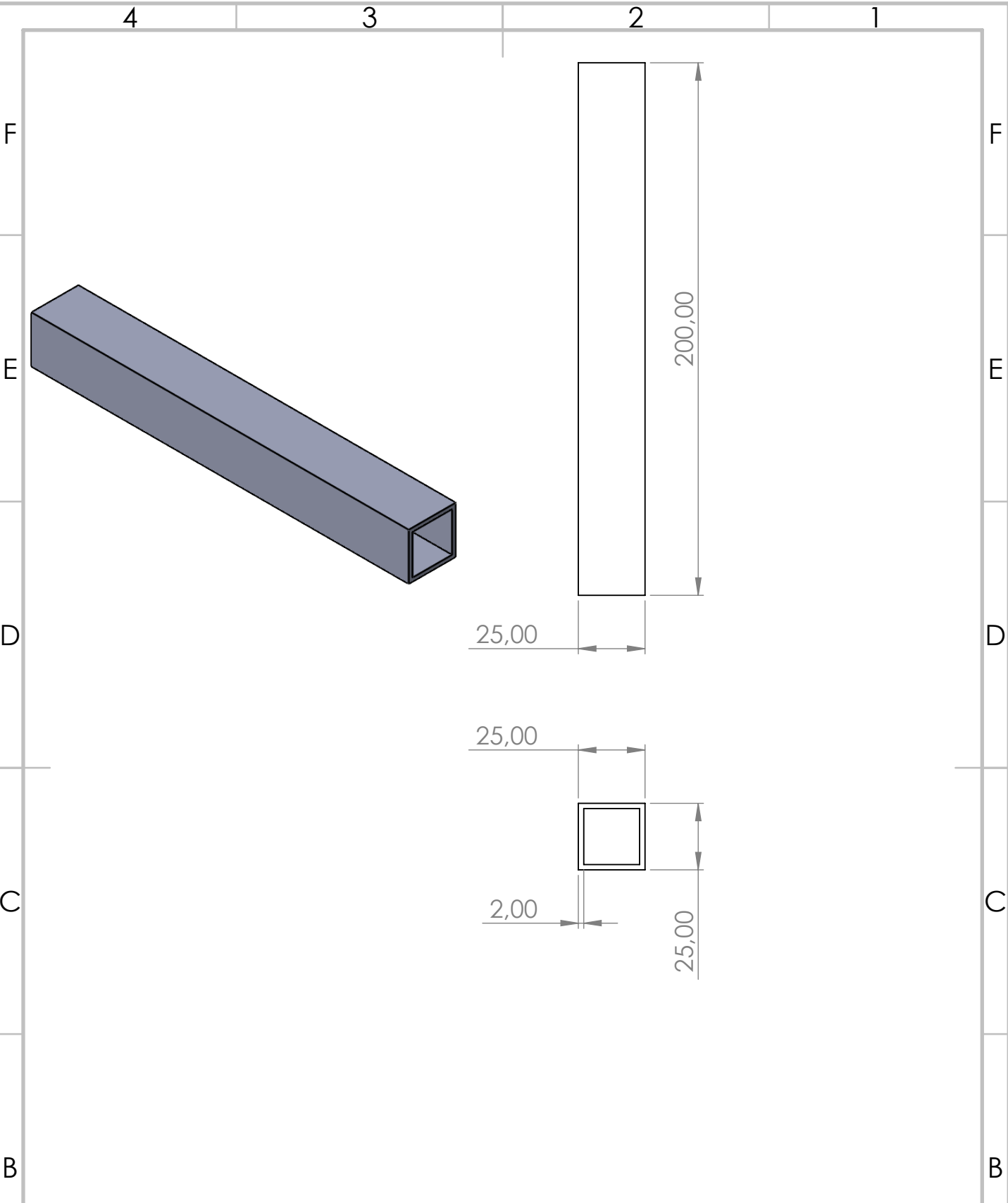
A



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td>Jefferson Pupiales</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td>Jefferson Pupiales</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td>Jefferson Pupiales</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td>Jefferson Pupiales</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td>Jefferson Pupiales</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.	Jefferson Pupiales			VERIF.	Jefferson Pupiales			APROB.	Jefferson Pupiales			FABR.	Jefferson Pupiales			CALID.	Jefferson Pupiales			MATERIAL:	<b>TÍTULO:</b> <b>BASE INTERNO CENTRO</b>	
	NOMBRE	FIRMA	FECHA																										
DIBUJ.	Jefferson Pupiales																												
VERIF.	Jefferson Pupiales																												
APROB.	Jefferson Pupiales																												
FABR.	Jefferson Pupiales																												
CALID.	Jefferson Pupiales																												
PESO:			N.º DE DIBUJO	PL-7	A4																								
			ESCALA:1:2	HOJA 7 DE 29																									



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td>Jefferson</td> <td>Pupiales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td>Jefferson</td> <td>Pupiales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td>Jefferson</td> <td>Pupiales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td>Jefferson</td> <td>Pupiales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td>Jefferson</td> <td>Pupiales</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.	Jefferson	Pupiales		VERIF.	Jefferson	Pupiales		APROB.	Jefferson	Pupiales		FABR.	Jefferson	Pupiales		CALID.	Jefferson	Pupiales		TÍTULO: <b>BASE LATERAL CENTRO</b>		A4
	NOMBRE	FIRMA	FECHA																										
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales																											
VERIF.	Jefferson	Pupiales																											
APROB.	Jefferson	Pupiales																											
FABR.	Jefferson	Pupiales																											
CALID.	Jefferson	Pupiales																											
MATERIAL:			N.º DE DIBUJO <b>PL-8</b>																										
PESO:			ESCALA:1:1	HOJA 8 DE 29																									



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

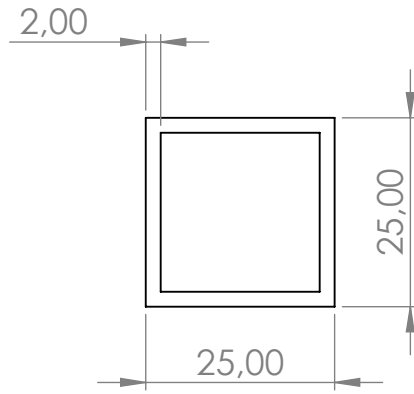
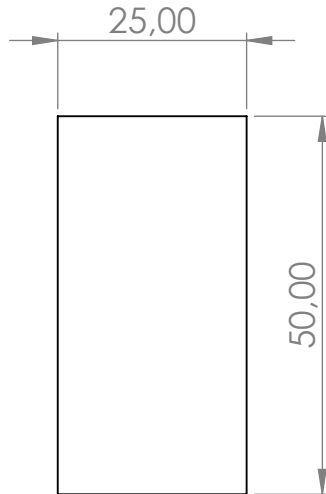
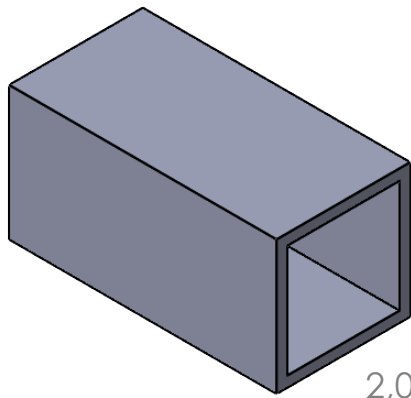
	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales		
VERIF.	Jefferson	Pupiales		
APROB.	Jefferson	Pupiales		
FABR.	Jefferson	Pupiales		
CALID.	Jefferson	Pupiales		

TÍTULO:  
**BASE LATERAL  
TABLERO**

N.º DE DIBUJO  
**PL-9**

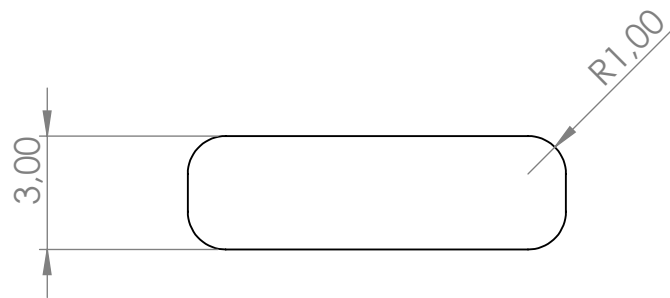
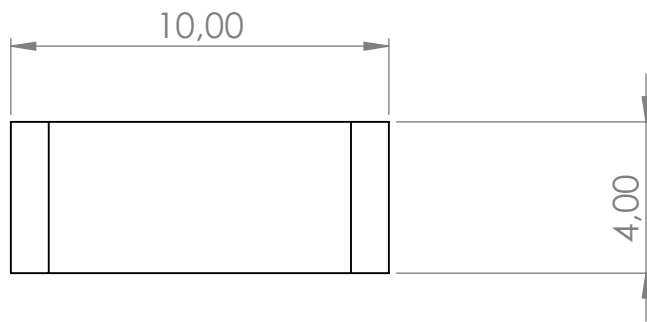
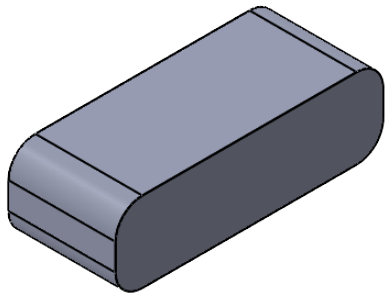
A4

PESO:  
ESCALA:1:2  
HOJA 9 DE 29



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ. Jefferson Pupiales		FIRMA	FECHA	TÍTULO: <b>BASE CENTRO TABLERO</b>	
VERIF. Jefferson Pupiales				N.º DE DIBUJO <b>PL-10</b>	
APROB. Jefferson Pupiales				A4	
FABR. Jefferson Pupiales				ESCALA:1:1	
CALID. Jefferson Pupiales				HOJA 10 DE 29	
PESO:					





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales	
VERIF.	Jefferson	Pupiales	
APROB.	Jefferson	Pupiales	
FABR.	Jefferson	Pupiales	
CALID.	Jefferson	Pupiales	

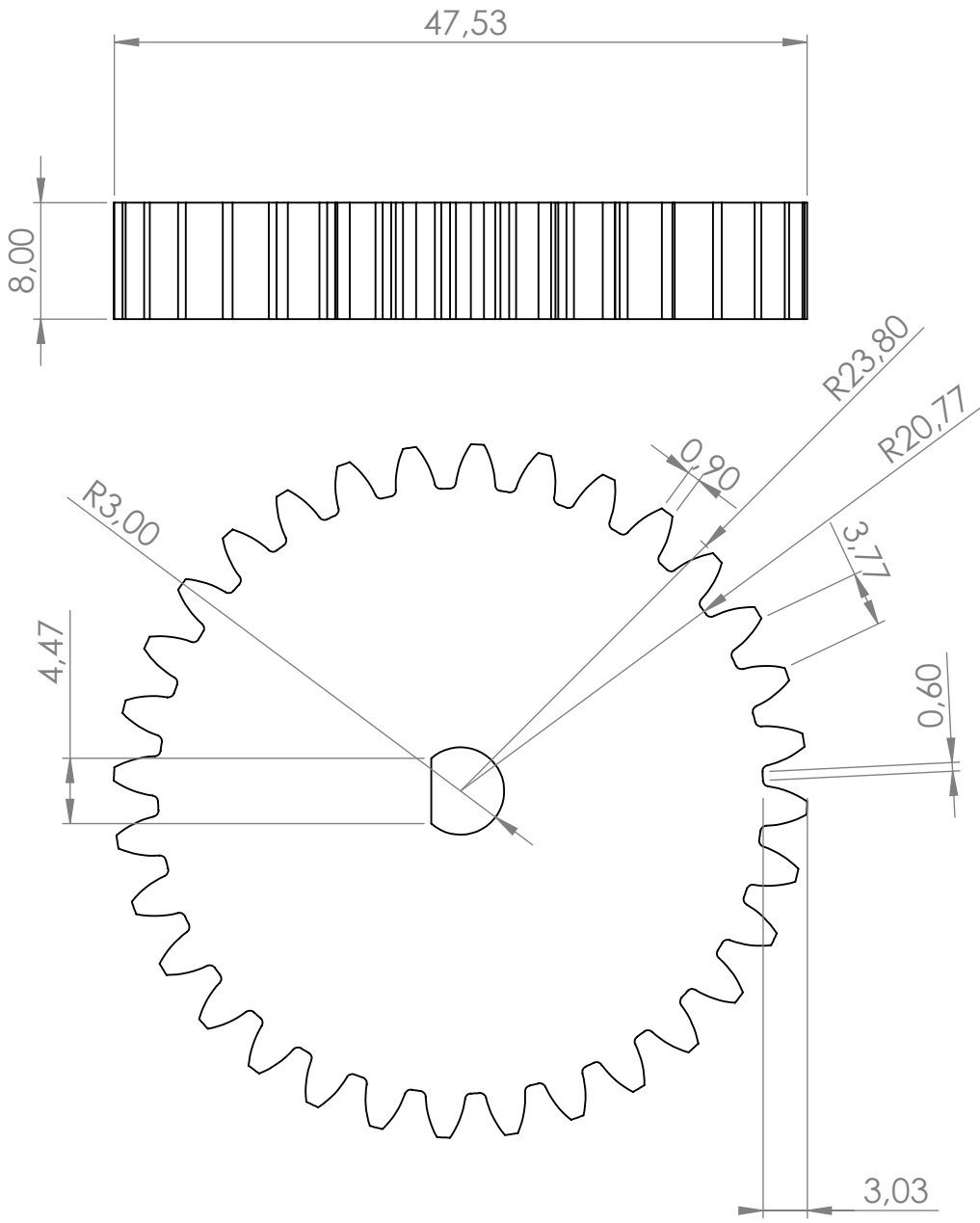
TÍTULO:	<b>CHABETA 3MM</b>	
N.º DE DIBUJO	<b>PL-12</b>	A4
PESO:	ESCALA:5:1	HOJA 12 DE 29

Technical drawing grid with labels 1, 2, 3, 4 and A, B, C, D, E, F.

4 3 2 1

F

F



E

E

D

D

C

C

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales	
VERIF.	Jefferson	Pupiales	
APROB.	Jefferson	Pupiales	
FABR.	Jefferson	Pupiales	
CALID.	Jefferson	Pupiales	

TÍTULO:  
**engranaje 32**

N.º DE DIBUJO  
**PL-13**

A4

PESO:

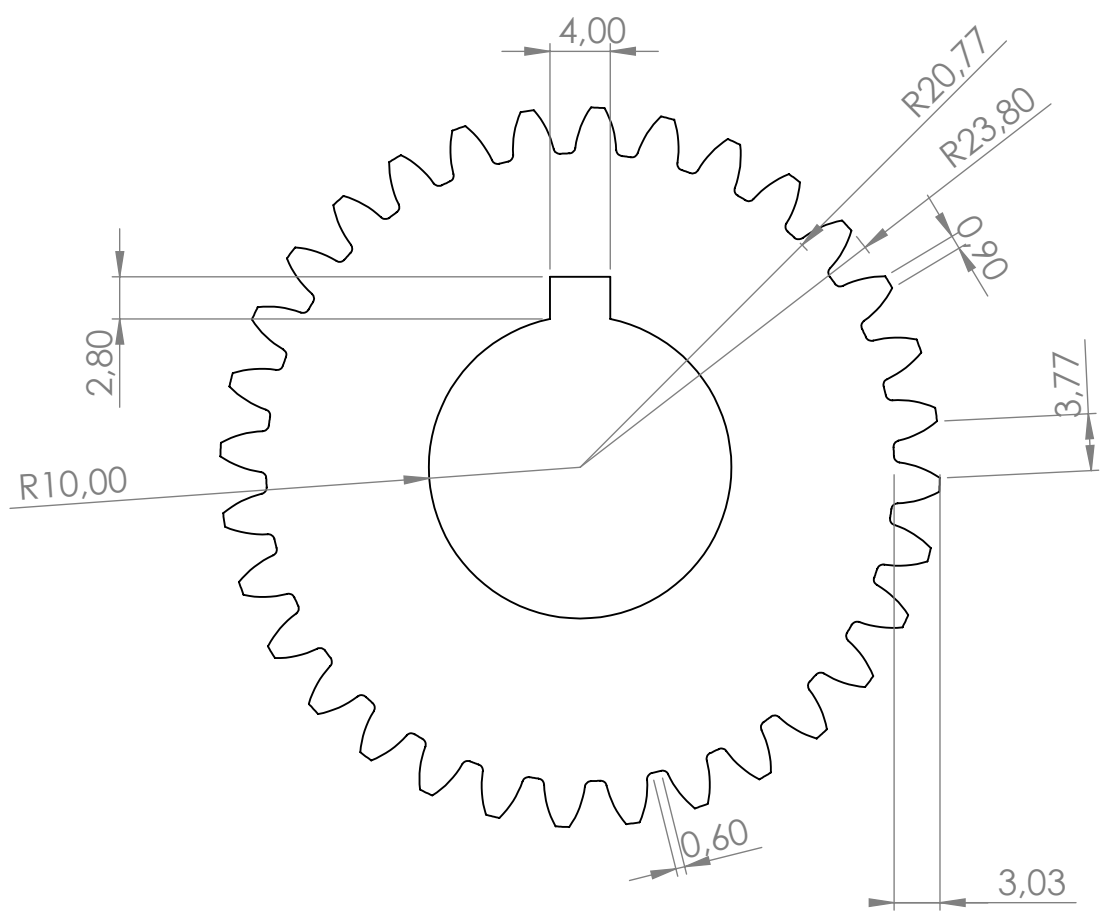
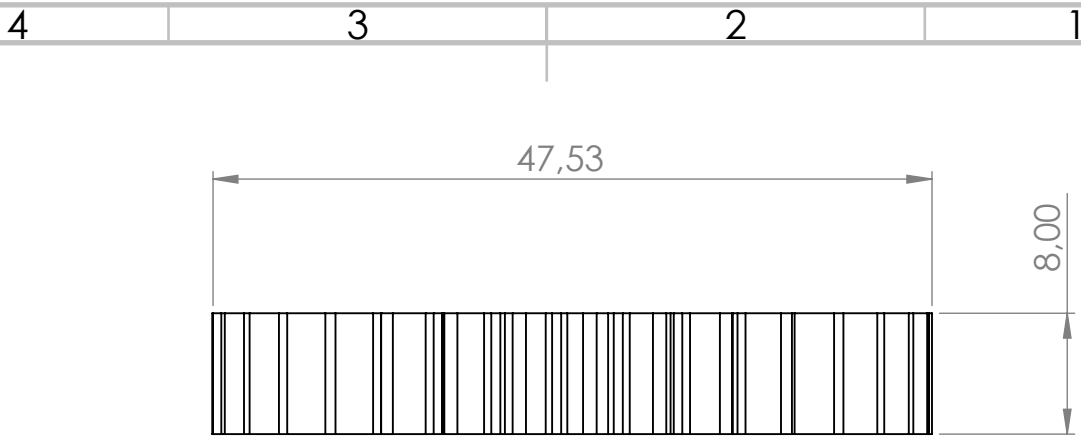
ESCALA:2:1

HOJA 13 DE 29

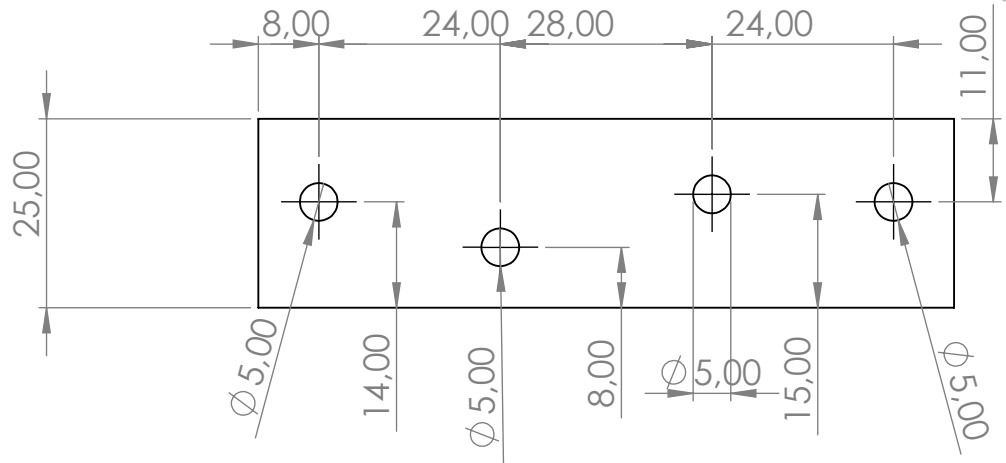
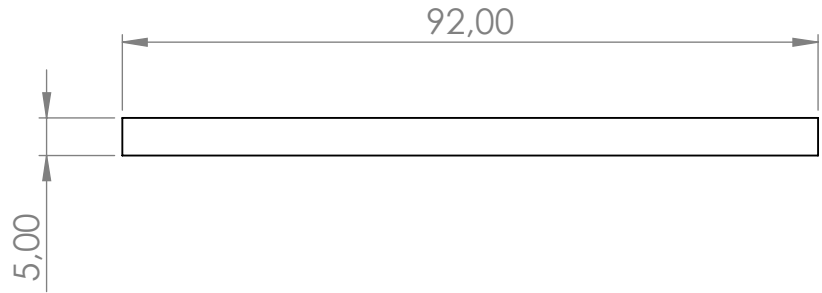
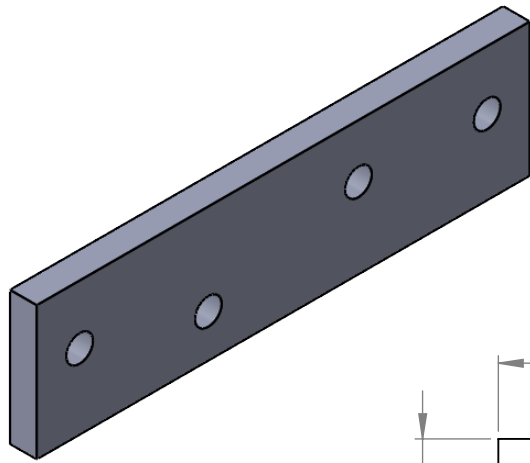
A

A

4 3 2 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ. Jefferson Pupiales		FIRMA	FECHA	TÍTULO: <b>ENGRANAJE 20 MM</b>	
VERIF. Jefferson Pupiales				N.º DE DIBUJO <b>PL-14</b>	
APROB. Jefferson Pupiales				A4	
FABR. Jefferson Pupiales		MATERIAL:		ESCALA:2:1	
CALID. Jefferson Pupiales		PESO:		HOJA 14 DE 29	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales	
VERIF.	Jefferson	Pupiales	
APROB.	Jefferson	Pupiales	
FABR.	Jefferson	Pupiales	
CALID.	Jefferson	Pupiales	

TÍTULO:

PARTE 1

MATERIAL:

N.º DE DIBUJO

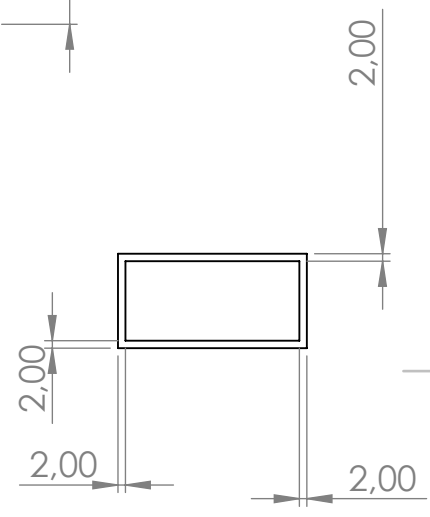
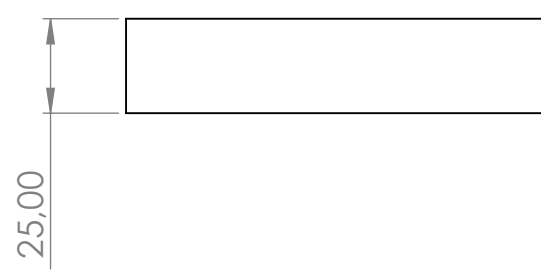
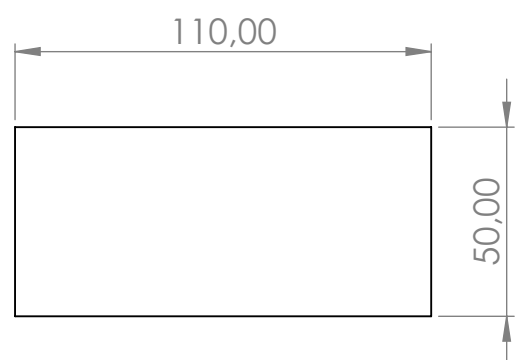
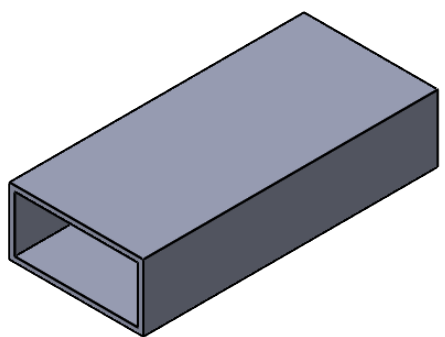
PL-15

A4

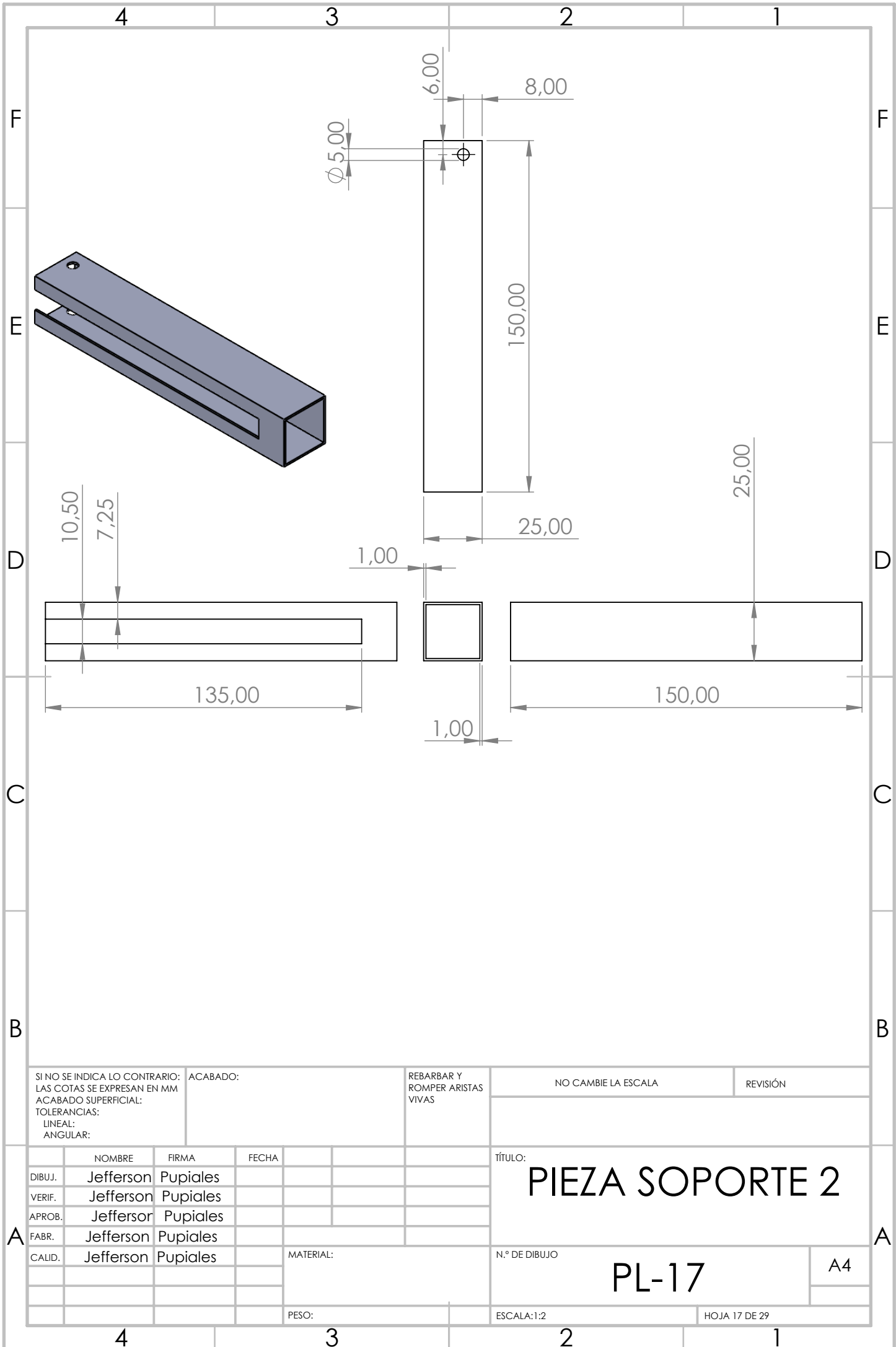
PESO:

ESCALA:1:1

HOJA 15 DE 29



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td>Jefferson</td> <td>Pupiales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td>Jefferson</td> <td>Pupiales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td>Jefferson</td> <td>Pupiales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td>Jefferson</td> <td>Pupiales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td>Jefferson</td> <td>Pupiales</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.	Jefferson	Pupiales		VERIF.	Jefferson	Pupiales		APROB.	Jefferson	Pupiales		FABR.	Jefferson	Pupiales		CALID.	Jefferson	Pupiales		<b>TÍTULO:</b> <b>PIEZA CENTRO GABINETE</b>		<b>A4</b>
	NOMBRE	FIRMA	FECHA																										
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales																											
VERIF.	Jefferson	Pupiales																											
APROB.	Jefferson	Pupiales																											
FABR.	Jefferson	Pupiales																											
CALID.	Jefferson	Pupiales																											
<b>MATERIAL:</b>			<b>N.º DE DIBUJO</b> <b>PL-16</b>																										
<b>PESO:</b>			<b>ESCALA:1:2</b>		<b>HOJA 16 DE 29</b>																								



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

ACABADO SUPERFICIAL:

TOLERANCIAS:

LINEAL:

ANGULAR:

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales	
VERIF.	Jefferson	Pupiales	
APROB.	Jefferson	Pupiales	
FABR.	Jefferson	Pupiales	
CALID.	Jefferson	Pupiales	

TÍTULO:  
**PIEZA SOPORTE 2**

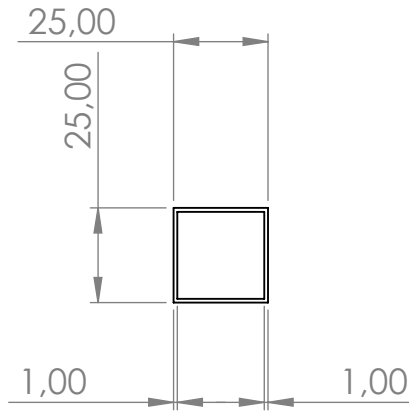
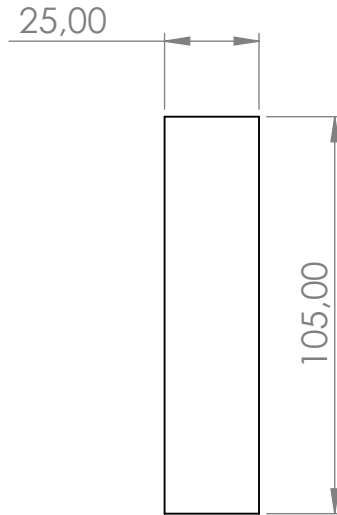
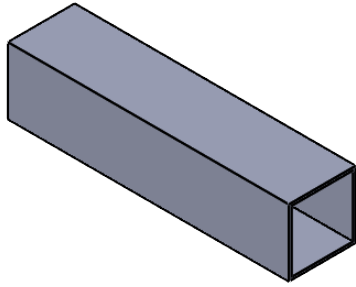
N.º DE DIBUJO  
**PL-17**

A4

PESO:

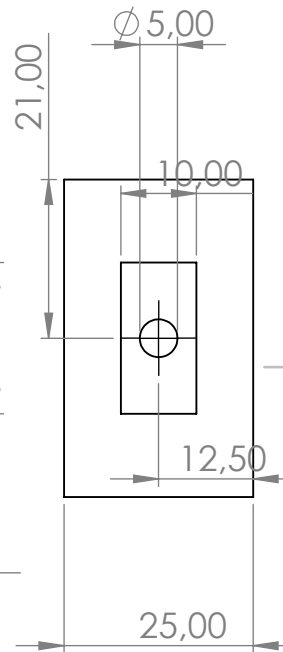
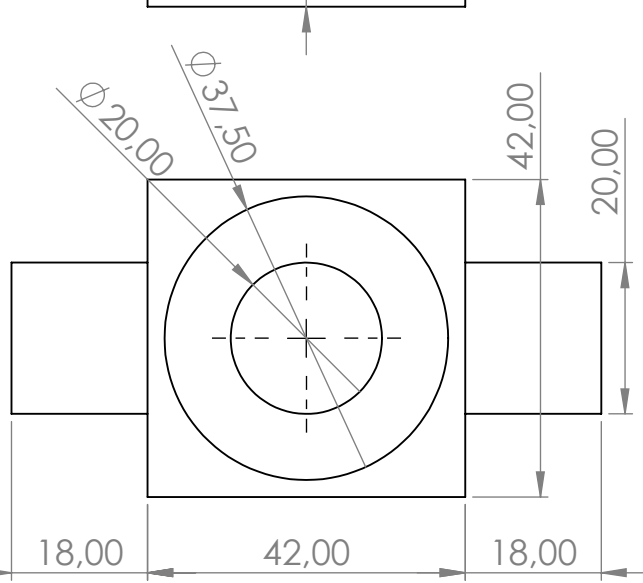
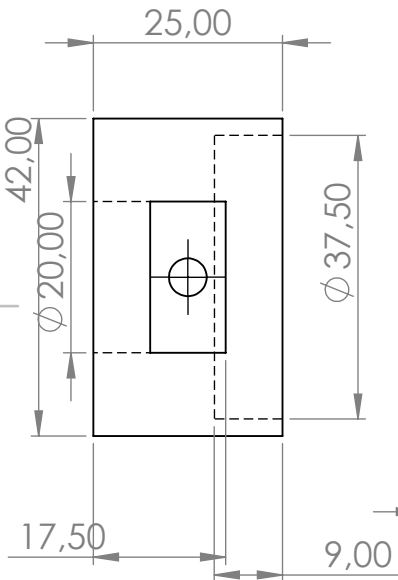
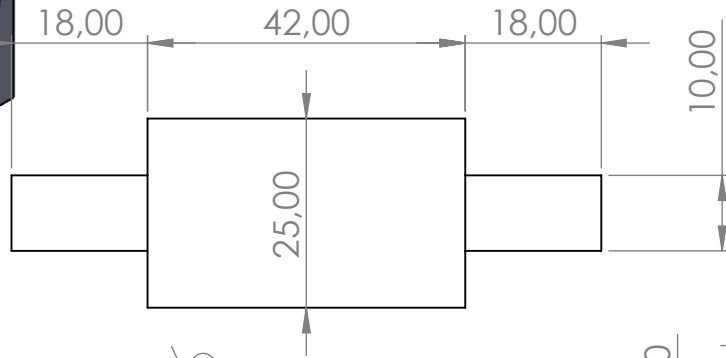
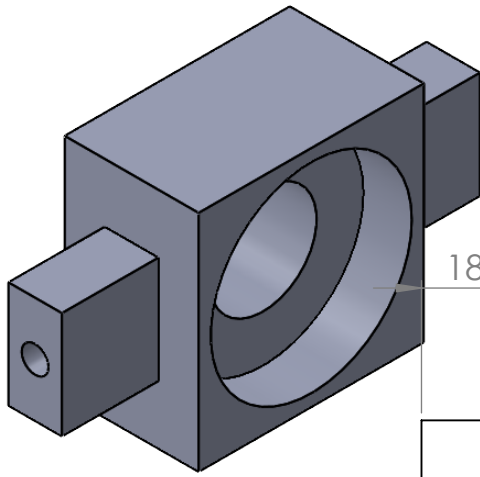
ESCALA:1:2

HOJA 17 DE 29



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
NOMBRE		FIRMA	FECHA	TÍTULO: <b>PIEZA TECHO</b>	
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales			
VERIF.	Jefferson	Pupiales			
APROB.	Jefferson	Pupiales			
FABR.	Jefferson	Pupiales			
CALID.	Jefferson	Pupiales	MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A4
PESO:			ESCALA:1:2	HOJA 18 DE 29	





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Jefferson Pupiales		
VERIF.	Jefferson Pupiales		
APROB.	Jefferson Pupiales		
FABR.	Jefferson Pupiales		
CALID.	Jefferson Pupiales		
			MATERIAL:
			PESO:

TÍTULO:

**PORTA RODAMIENTOS  
INFERIOR**

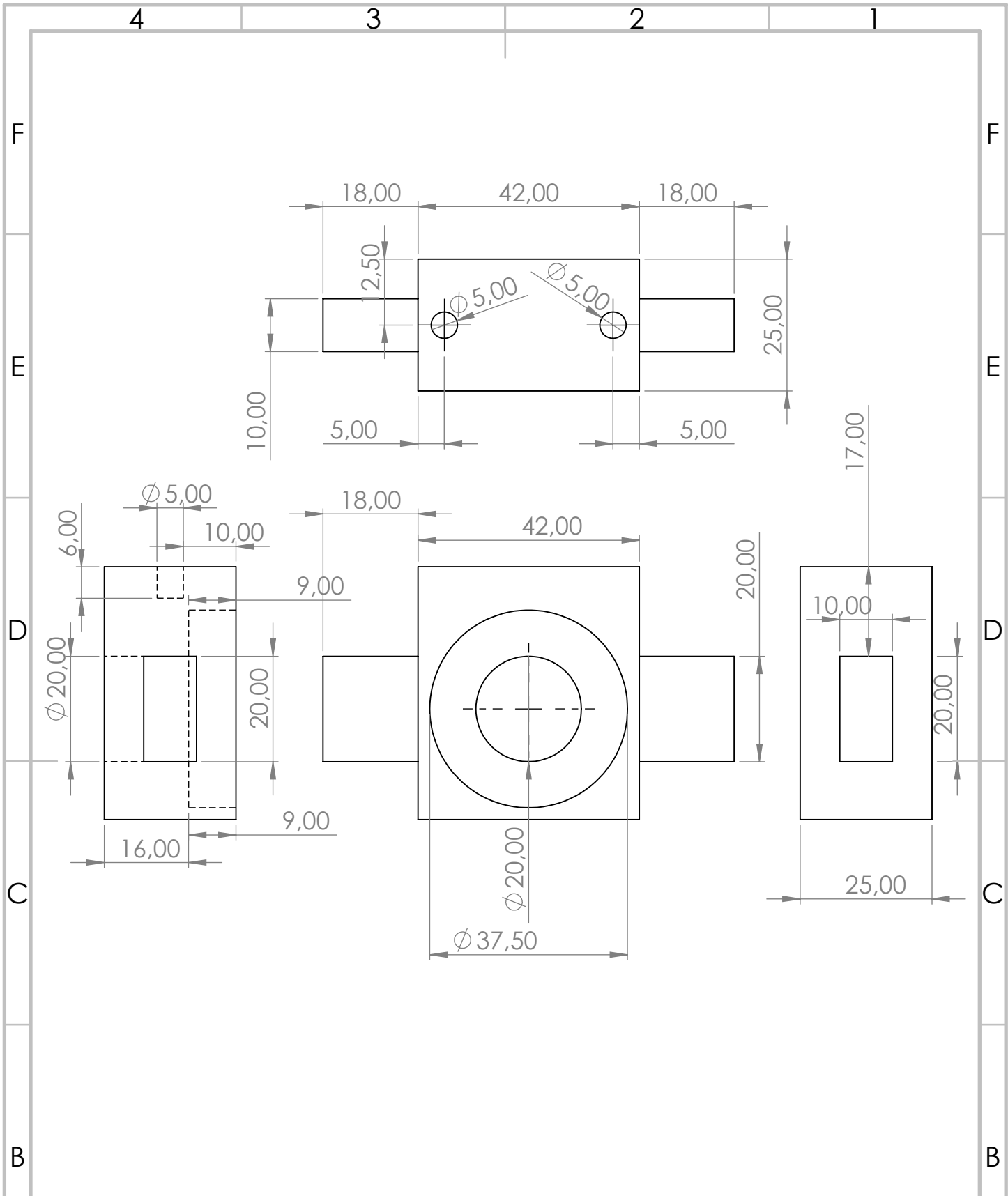
N.º DE DIBUJO

**PL-20**

A4

ESCALA:1:1

HOJA 20 DE 29



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
 ACABADO SUPERFICIAL:  
 TOLERANCIAS:  
 LINEAL:  
 ANGULAR:

ACABADO:  
  
 REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

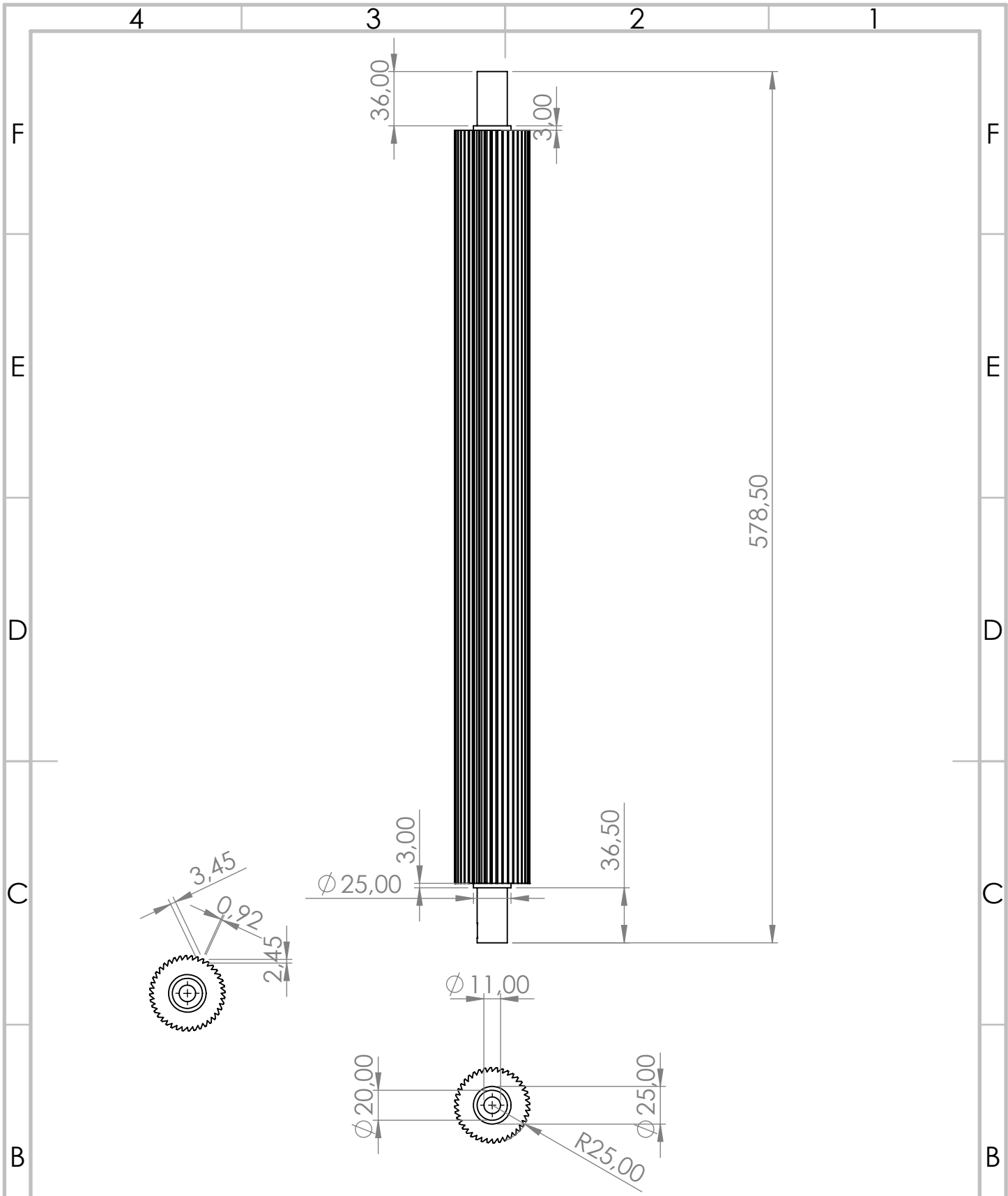
REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Jefferson Pupiales		
VERIF.	Jefferson Pupiales		
APROB.	Jefferson Pupiales		
FABR.	Jefferson Pupiales		
CALID.	Jefferson Pupiales		

TÍTULO:  
**PORTA RODAMIENTO INFERIOR**

N.º DE DIBUJO  
**PL-21**

A4



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

ACABADO SUPERFICIAL:

TOLERANCIAS:

LINEAL:

ANGULAR:

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales	
VERIF.	Jefferson	Pupiales	
APROB.	Jefferson	Pupiales	
FABR.	Jefferson	Pupiales	
CALID.	Jefferson	Pupiales	

MATERIAL:

PESO:

TÍTULO:

# RODILLO DE PLISADO 40

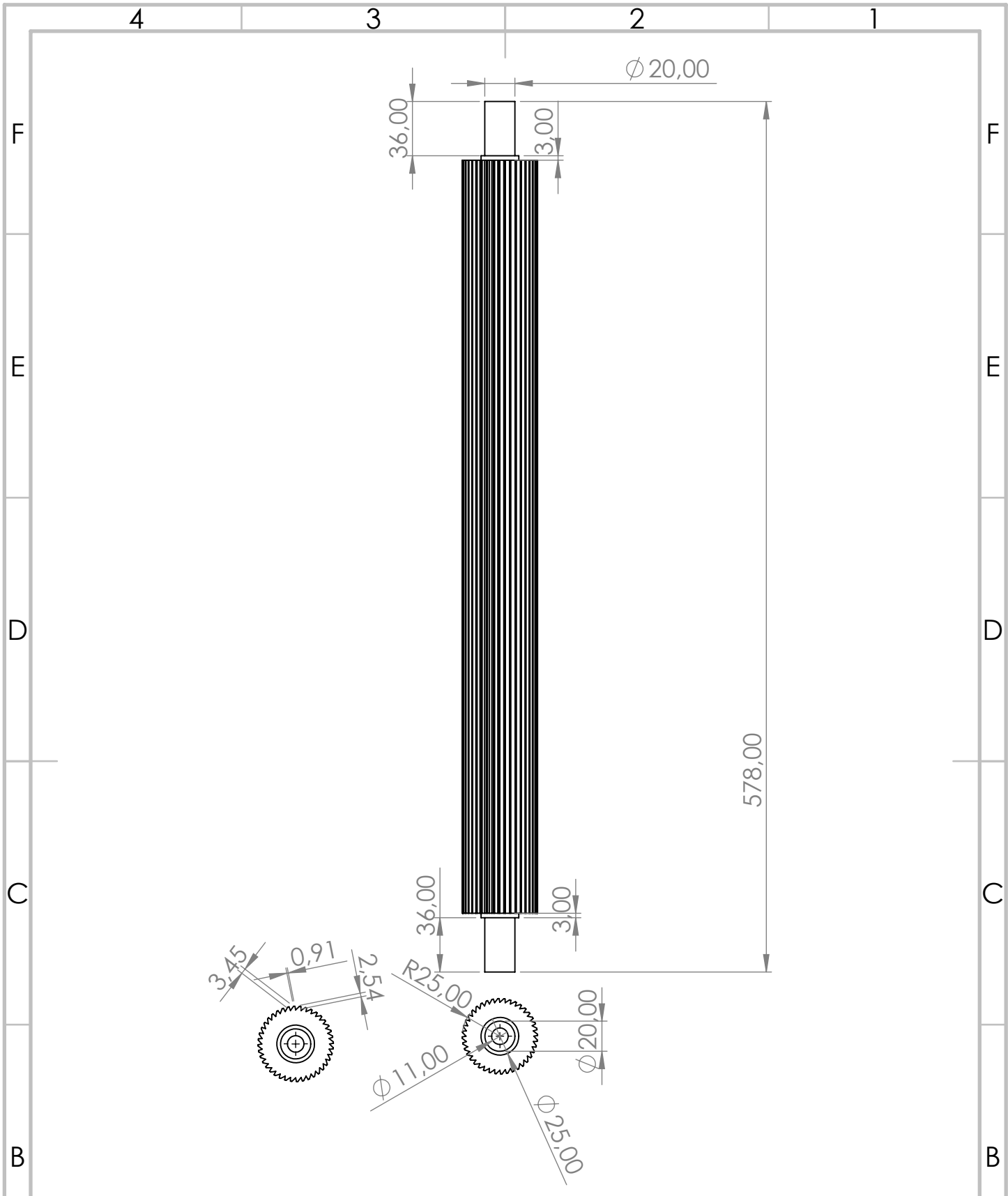
N.º DE DIBUJO

## PL-22

ESCALA: 1:10

HOJA 22 DE 29

A4



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
 ACABADO SUPERFICIAL:  
 TOLERANCIAS:  
 LINEAL:  
 ANGULAR:

ACABADO:  
  
 REBARBAR Y  
 ROMPER ARISTAS  
 VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales	
VERIF.	Jefferson	Pupiales	
APROB.	Jefferson	Pupiales	
FABR.	Jefferson	Pupiales	
CALID.	Jefferson	Pupiales	

TÍTULO:  
**RODILLO PLISADO  
 40 INFERIOR**

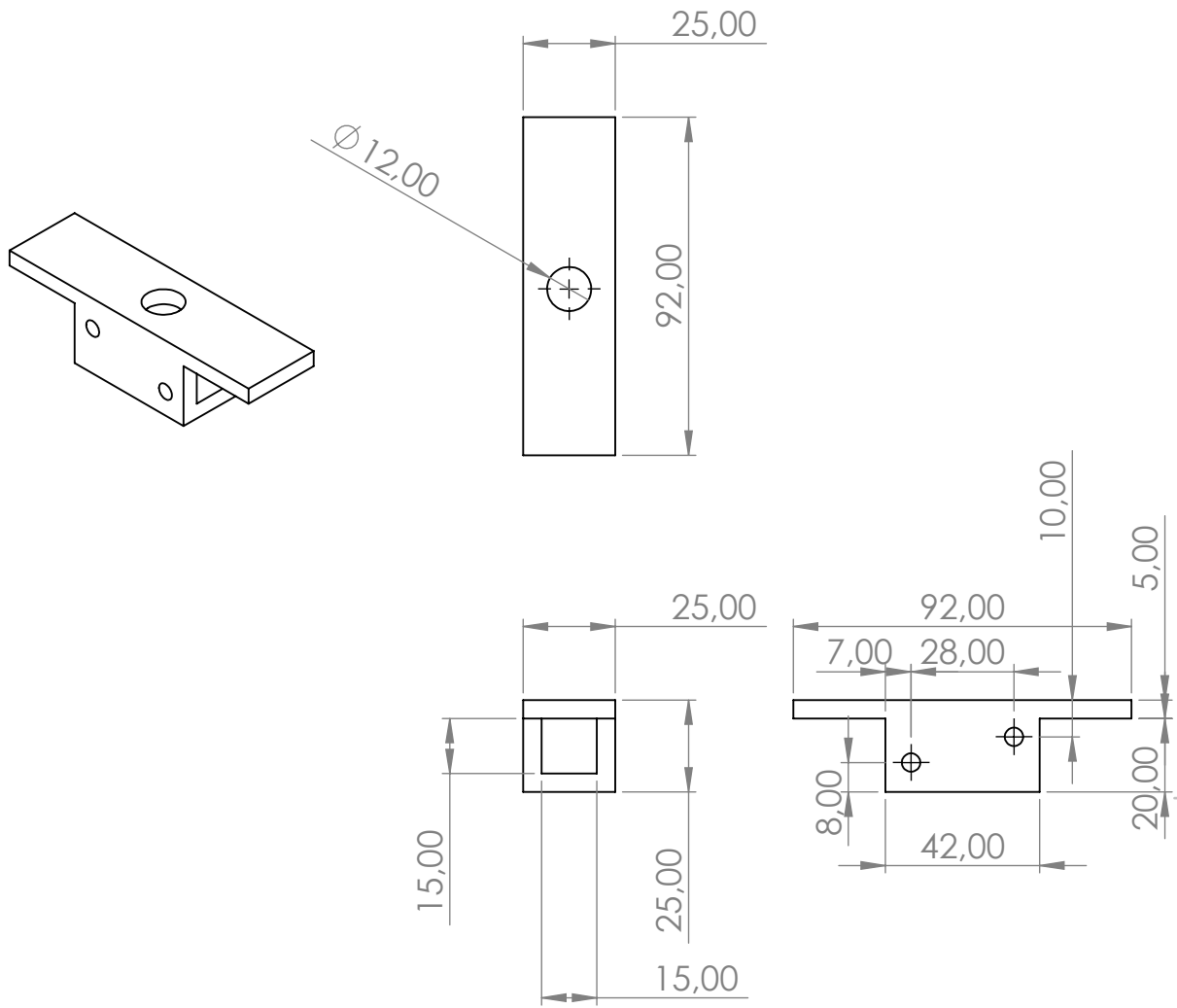
N.º DE DIBUJO  
**PL-23**

A4

PESO:

ESCALA:1:10

HOJA 23 DE 29



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales	
VERIF.	Jefferson	Pupiales	
APROB.	Jefferson	Pupiales	
FABR.	Jefferson	Pupiales	
CALID.	Jefferson	Pupiales	

TÍTULO:	<b>TAPA</b>	
N.º DE DIBUJO	<b>PL-24</b>	
	A4	
PESO:	ESCALA: 1:2	HOJA 24 DE 29

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

B

A

A

4

3

2

1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

B

2,00

130,00

556,00

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales		
VERIF.	Jefferson	Pupiales		
APROB.	Jefferson	Pupiales		
FABR.	Jefferson	Pupiales		
CALID.	Jefferson	Pupiales		

TÍTULO:	<b>TAPA FRONTAL</b>	
N.º DE DIBUJO	<b>PL-25</b>	A4
PESO:	ESCALA:1:5	HOJA 25 DE 29

4 3 2 1

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

B



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
 ACABADO SUPERFICIAL:  
 TOLERANCIAS:  
 LINEAL:  
 ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Jefferson Pupiales		
VERIF.	Jefferson Pupiales		
APROB.	Jefferson Pupiales		
FABR.	Jefferson Pupiales		
CALID.	Jefferson Pupiales		

TÍTULO:  
**TAPA INTERNO**

N.º DE DIBUJO  
**PL-26**

ESCALA:1:5

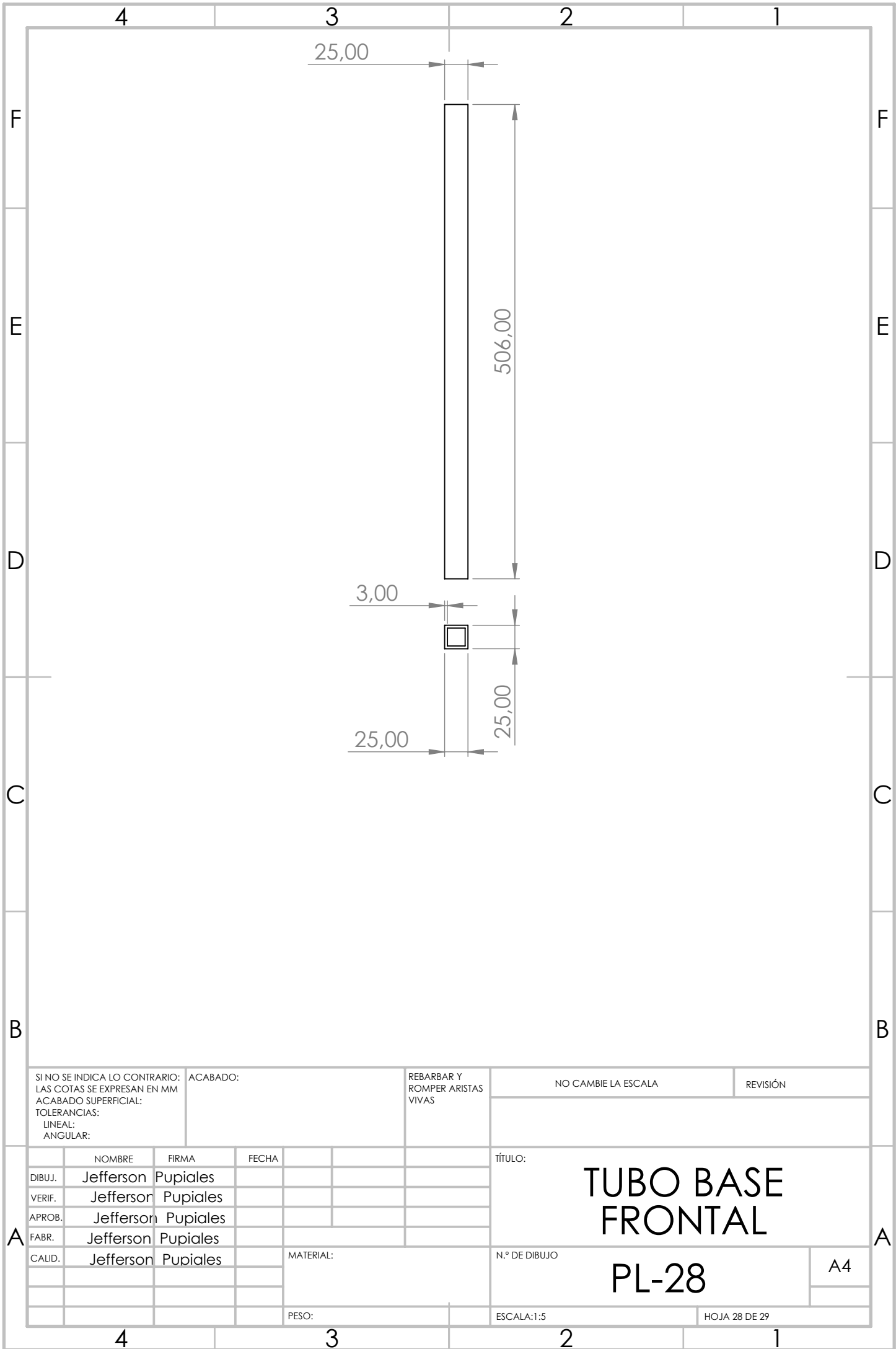
HOJA 26 DE 29

4 3 2 1

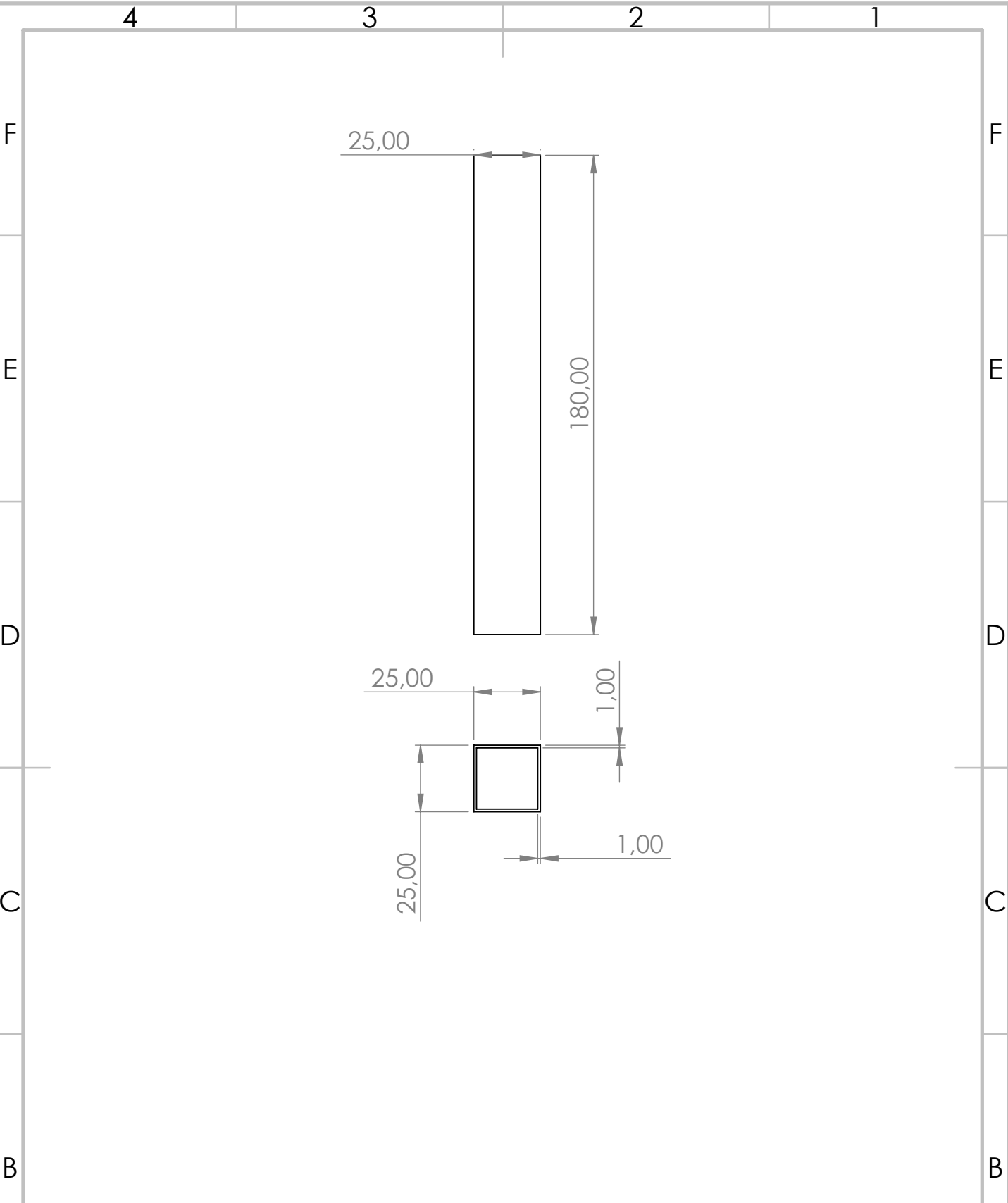
A

A





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.	Jefferson Pupiales			<b>TUBO BASE FRONTAL</b>  <b>PL-28</b>	
VERIF.	Jefferson Pupiales				
APROB.	Jefferson Pupiales				
FABR.	Jefferson Pupiales				
CALID.	Jefferson Pupiales				
			MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A4
			PESO:	ESCALA:1:5	HOJA 28 DE 29



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td>Jefferson</td> <td>Pupiales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td>Jefferson</td> <td>Pupiales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td>Jefferson</td> <td>Pupiales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td>Jefferson</td> <td>Pupiales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td>Jefferson</td> <td>Pupiales</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.	Jefferson	Pupiales		VERIF.	Jefferson	Pupiales		APROB.	Jefferson	Pupiales		FABR.	Jefferson	Pupiales		CALID.	Jefferson	Pupiales		TÍTULO: <b>TUBO SOPORTE</b>		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA																										
DIBUJ.	Jefferson	Pupiales																											
VERIF.	Jefferson	Pupiales																											
APROB.	Jefferson	Pupiales																											
FABR.	Jefferson	Pupiales																											
CALID.	Jefferson	Pupiales																											
MATERIAL:			N.º DE DIBUJO <b>PL-29</b>		A4																								
PESO:			ESCALA:1:2		HOJA 29 DE 29																								

4 3 2 1

F F

E E

D D

C C

B B

A A

4 3 2 1