UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

"MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA"

Trabajo de titulación previo a la obtención del título en Ingeniero en Mecatrónica

Línea de investigación: Procesos Industrial y Energía Sostenible

AUTOR:

Kowi Jonathan Anrango Ruiz

DIRECTOR:

Ing. David Alberto Ojeda Peña, PhD.

Ibarra – Ecuador 2026

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:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004360358		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Anrango Ruiz Kowi Jonathan		
DIRECCIÓN:	Otavalo- Quichinche (Sector la Banda).		
EMAIL:	jonathankar97@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062668268	**TELÉFONO MÓVIL:**	0990930891

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Máquina de enrollado de tela.
AUTOR (ES):	Anrango Ruiz Kowi Jonathan
FECHA: DD/MM/AAAA	27/02/2026
PROGRAMA:	■ GRADO ☐ POSGRADO
TÍTULO POR EL OPTA:	Ingeniero en Mecatrónica
ASESOR /DIRECTOR:	PhD. David Ojeda / MSc. Fernando Valencia

2 CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) 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 (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 27 días del mes de febrero de 2026.

EL AUTOR:

Firmado electrónicamente por:
KOWI JONATHAN ANRANGO RUIZ
Validar únicamente con FirmaEC

(Firma)……
Nombre: Anrango Ruiz Kowi Jonathan

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

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 27 de febrero de 2026

PhD. David Alberto Ojeda Peña

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.

Firmado electrónicamente por:
DAVID ALBERTO OJEDA PENA
Validar únicamente con FirmaEC

(f)…….

PhD. David Alberto Ojeda Peña
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 DE ENROLLADO DE TELA" elaborado por KOWI JONATHAN ANRANGO RUIZ, previo a la obtención del título de INGENIERO EN MECATRÓNICA, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

Firmado electrónicamente por:
DAVID ALBERTO OJEDA PENA
Validar únicamente con FirmaEC

(f)……

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

Firmado electrónicamente por:
FERNANDO VINICIO VALENCIA AGUIRRE
Validar únicamente con FirmaEC

(f)……

MSc. Fernando Vinicio Valencia Aguirre
C.C.: 1003188669

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico especialmente a mis padres, por el apoyo incondicional que me brindan en todo momento, permaneciendo firmes en las buenas y, sobre todo, en las malas. Gracias por otorgarnos una educación de calidad a todos mis hermanos y a mí; por enseñarnos valores fundamentales desde la niñez, como el ser bueno con las personas, la importancia de la humildad y, especialmente, a reconocer el valor de cada sacrificio y de los recursos que nos han permitido salir adelante.

A mis hermanos, por impulsarme y motivarme desde la adolescencia a seguir el camino de la ingeniería y mantener el legado familiar. Con este logro, me enorgullece ser el quinto ingeniero de mi familia, confirmando que esta fue una de las mejores decisiones de mi vida.

También a mis amigos, quienes me brindaron una amistad sincera y siempre estuvieron presentes con su apoyo, compañía, buen sentido del humor y ánimo; con ustedes aprendí que el trabajo en equipo transforma las dificultades en metas alcanzables.

Finalmente, esto va dedicado a mi persona, por todo el esfuerzo y empeño que dediqué durante todo mi proceso universitario, por mantenerme firme a la meta que me prometí cumplir, que a pesar de todas las dificultades que se presentaran a nivel personal o sentimental, nunca permití que nada afectara mi sueño de superación, ahora podre decir que este es un paso fundamental en mi vida para continuar alcanzando mis sueños.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutor de tesis, el Ing. David Ojeda, por su paciencia y por confiar siempre en mis capacidades. Como coordinador y docente, demostró un compromiso constante con el bienestar de todos los alumnos; sus consejos y su guía en el transcurso de nuestra formación académica lo han convertido, más que en un mentor, en un gran amigo.

A mi asesor de tesis, el Ing. Fernando Valencia, quien con su apoyo y experiencia me guio en el proceso de poner en marcha este trabajo de titulación. Sus conocimientos como ingeniero me prepararon para afrontar con éxito cada desafío técnico, enseñándome a resolver problemas con criterio profesional.

A ambos, les agradezco por brindarme no solo apoyo académico, sino también un asesoramiento invaluable en los momentos de mayor exigencia. Su supervisión me permitió comprender la rigurosidad del mundo profesional, enseñándome a planificar, a escuchar y a transformar sus recomendaciones en aprendizajes que hoy forman parte de mis valores fundamentales.

Finalmente, a la Universidad Técnica del Norte y a la carrera de Ingeniería Mecatrónica, por brindarme los recursos necesarios para concluir mi formación y por haber sido, durante todo este trayecto, mi segunda casa.

RESUMEN

En la ciudad de Otavalo, numerosos pequeños emprendedores dedicados a la industria textil operan con maquinaria manual, lo que limita el incremento de la producción y dificulta el control de calidad de los productos. Aunque existen máquinas modernas que optimizan el proceso de enrollado de telas, su alto costo dificulta su adquisición por parte de pequeños y medianos negocios. Frente a esta problemática, la presente investigación tiene como objetivo optimizar una máquina enrolladora de telas que mejore la eficiencia productiva en las empresas textiles del cantón Otavalo.

La metodología empleada incluyó una revisión documental, un análisis de requerimientos técnicos y un estudio de campo. Estas etapas permitieron recopilar información relevante, elaborar el diseño estructural y desarrollar tanto el sistema de control como el sistema eléctrico. Se evaluaron tres alternativas de solución mediante herramientas CAD, de entre las cuales se seleccionó la propuesta más adecuada para diseñar una máquina semiautomática capaz de enrollar rollos de hasta 350 metros de longitud y 80 kg de peso. El proceso de diseño se fundamentó en criterios como costo, durabilidad y simplicidad operativa.

La máquina fue construida utilizando materiales disponibles en el mercado local, priorizando la reducción de costos, la durabilidad y la facilidad de operación. Las pruebas funcionales demostraron una reducción del 60 % en el tiempo de enrollado respecto al método manual, además de mejoras significativas en la ergonomía del operario. Los resultados evidencian que el prototipo es una solución técnica y económicamente viable. En conclusión, este trabajo reafirma el aporte de la ingeniería mecatrónica al fortalecimiento del sector textil local.

Palabras clave: Máquina enrolladora de telas, Optimización del proceso, Industria textil, Eficiencia productiva.

ABSTRACT

In the city of Otavalo, numerous small entrepreneurs dedicated to the textile industry operate with manual machinery, which limits production growth and hinders quality control of the manufactured products. Although modern machines can optimize the fabric-winding process, their high cost makes them inaccessible for small and medium-sized businesses. In response to this problem, the present research aims to optimize a fabric-winding machine to improve production efficiency in textile enterprises in the Otavalo canton.

The methodology included a literature review, an analysis of technical requirements, and a field study. These stages enabled the collection of relevant information, the development of the structural design, and the implementation of both the control and electrical systems. Three solution alternatives were evaluated using CAD tools, from which the most suitable design was selected to build a semi-automatic machine capable of winding rolls up to 350 meters in length and 80 kg in weight. The design process was based on criteria such as cost, durability, and operational simplicity.

The machine was built using materials available in the local market, prioritizing low cost, durability, and ease of operation. Functional tests demonstrated a 60% reduction in winding time compared to the manual method, as well as significant improvements in operator ergonomics. The results show that the prototype is a technically and economically viable solution, adaptable to the local production environment. In conclusion, this work highlights the contribution of mechatronic engineering to strengthening the local textile sector.

Keywords: Fabric winding machine, Process optimization, Textile industry, Production efficiency.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1 IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA ii

2 CONSTANCIAS iii

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR iv

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR v

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

RESUMEN viii

ABSTRACT ix

ÍNDICE DE CONTENIDOS x

ÍNDICE DE FIGURAS xiii

ÍNDICE DE TABLAS xvi

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 1

1.1 Planteamiento del problema 1
1.2 Objetivos 2
1.2.1 General 2
1.2.2 Específicos 2
1.3 Alcance y delimitación 3
1.4 Justificación 3
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO 5

2.1 Antecedentes 5
2.2 Bases Teóricas 8
2.2.1 Definición de una máquina de enrollado de tela. 8

2.2.2 Tipos de máquinas de enrollado de tela 9
2.2.3 Tecnologías de clasificación..... 13
2.2.4 Componentes y funcionamiento de las máquinas de enrollado de tela..... 15
2.2.5 Descripción del proceso de tensado y enrollado 16
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO 18

3.1 Enfoque y tipos de investigación..... 18
3.2 Diseño de la investigación 19
3.2.1 Fase 1: Análisis de tecnologías y determinación de requerimientos técnicos. 20
3.2.2 Fase 2: Diseñar un prototipo de enrollado de tela. 20
3.2.3 Fase 3: Construcción y ensamble del prototipo. 22
3.2.4 Fase 4: Validación y evaluación de desempeño del prototipo..... 22
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y RESULTADOS..... 24

4.1 Especificaciones del sistema a diseñar 24
4.2 Alternativas de solución 26
4.2.1 Alternativa de solución Nro. 1..... 26
4.2.2 Alternativa de solución Nro. 2..... 29
4.2.3 Alternativa de solución Nro. 3..... 32
4.3 Selección de la mejor solución 35
4.3.1 Ponderación de criterios y de alternativas 35
4.3.2 Ponderación final..... 37
4.4 Especificaciones del sistema diseñado..... 38
4.4.1 Estructura..... 40
4.4.1.1. Descripción de materiales y componentes: 41
4.4.1.2. Análisis estático de la estructura 45
4.4.1.3. Simulación CAD (ensamblaje, desplazamientos y soportes): 49
4.4.2 Sistema de transmisión 50
4.4.3 Sistema de Control 55
4.4.3.1 Panel de control (componentes, disposición y función):..... 55
4.4.3.2. Lógica de operación:..... 58
4.4.4 Sistema Eléctrico:..... 59
4.4.4.1. Esquema eléctrico y diagrama de conexiones:..... 60
4.4.4.2 Integración del contador mecánico:..... 61
4.4.4.3 Cálculos eléctricos: 62

4.4.4.4 Sistema de alimentación y protección eléctrica: 62
4.4.5 Construcción de la máquina: 63
4.4.6 Pruebas de funcionamiento de la máquina: 73
4.4.7 Dimensiones 76
4.4.8 Capacidad 76
4.4.9 Ergonomía operativa 76
4.4.10 Gastos y costos 77
CONCLUSIONES 79
RECOMENDACIONES 80
REFERENCIAS 81
ANEXOS 83

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 Principales provincias de industrias textiles en el Ecuador [2]..... 1

Fig. 2.1 Propósitos de una máquina de enrollado [9]. 9

Fig. 2.2 Máquina de enrollado directo [10]. 9

Fig. 2.3 Máquina de enrollado Tándem [11]. 10

Fig. 2.4 Máquina de enrollado en tubo [12]. 10

Fig. 2.5 Máquina de enrollado en A- Bobina [13]. 11

Fig. 2.6 Máquina de enrollado con inspección [14]. 11

Fig. 2.7 Máquina de enrollado automático [15]. 12

Fig. 2.8 Máquina de enrollado para telas estiradas [16] 13

Fig. 2.9 Proceso de enrollado y tensado. 17

Fig. 4.1 Alternativa 1. Vista isométrica. 27

Fig. 4.2 Alternativa 1. Sistema de distribución y estructura. Vista lateral. 28

Fig. 4.3 Alternativa 2. Vista isométrica. 30

Fig. 4.4 Alternativa 2. Sistema de distribución y estructura. Vista lateral. 31

Fig. 4.5 Alternativa 3. Vista isométrica. 33

Fig. 4.6 Alternativa 3. Sistema de distribución y estructura. Vista lateral. 34

Fig. 4.7 Solución final. Vista isométrica. 39

Fig. 4.8 Elemento principal para el análisis estático. 45

Fig. 4.9 Esfuerzo máximo de von Mises (MPa). 46

Fig. 4.10 Desplazamiento máximo en (mm). 47

Fig. 4.11 Factor de Seguridad. 48

Fig. 4.12 Componentes extruidos de la máquina. 49

Fig. 4.13 Sistema de transmisión. 51

Fig. 4.14 Banda o correa de Transmisión [17]. 52

Fig. 4.15 Tablero o control de mando. 56

Fig. 4.16 Variador de frecuencia VFD002EL21A Delta [18]. 57

Fig. 4.17 Pseudocódigo de funcionamiento. 58

Fig. 4.18 a) Circuito de potencia y b) Circuito de control. 60

Fig. 4.19 Contador mecánico [19]. 62

Fig. 4.20 Corte de perfiles. 63

Fig. 4.21 Ensamble y soldadura de la estructura. 64

Fig. 4.22 Recubrimiento de pintura. 65

Fig. 4.23 Nivelación de las superficies para las chumaceras. 65

Fig. 4.24 Proceso de perforación en la estructura. 66

Fig. 4.25 Instalación de las chumaceras con los rodillos. 66

Fig. 4.26 Torneado de las poleas. 67

Fig. 4.27 a) Mantenimiento del contador mecánico, b) Odómetro de contacto, ... 67

Fig. 4.28 Instalación del sistema de transmisión. 69

Fig. 4.29 a) Instalación del soporte, ... 69

Fig. 4.30 Cableado principal. 70

Fig. 4.31 a) Mecanizado del panel de control, b) Cableado de potencia, ... 71

Fig. 4.32 a) Vista principal de la máquina b) Vista lateral y transmisión. 72

Fig. 4.33 Prueba N°1 sistema de transmisión y eléctrico. 73

Fig. 4.34 Prueba N°2 con carga nominal. 74

Fig. 4.35 Prueba N°3 fase experimental final. 75

Fig. 4.36 Evaluación final. 75

Fig. 4.37 Ergonomía operativa de la máquina. 77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Análisis de requerimientos del sistema 25

Tabla 4.2 Análisis de restricciones del sistema. 25

Tabla 4.3 Componentes que conforman la alternativa1. 27

Tabla 4.4 Sistema de distribución y estructura lateral de la alternativa 1. 28

Tabla 4.5 Componentes que conforma la alternativa 2. 30

Tabla 4.6 Sistema de distribución y estructura lateral de la alternativa 2. 32

Tabla 4.7 Componentes que conforma la alternativa 3. 33

Tabla 4.8 Sistema de distribución y estructura lateral de la alternativa 3. 35

Tabla 4.9 Criterios de evaluación. 36

Tabla 4.10 Ponderación de criterios. 36

Tabla 4.11 Valores de la ponderación global de criterios. 37

Tabla 4.12 Valor final de ponderado. 38

Tabla 4.13 Componentes que conforma la solución final. 40

Tabla 4.14 Especificaciones del ángulo de acero perfil tipo (L). 41

Tabla 4.15 Especificaciones de la chumacera UCP208-24. 42

Tabla 4.16 Especificaciones del tubo redondo galvanizado. 42

Tabla 4.17 Especificaciones de los rodillos mecánicos. 43

Tabla 4.18 Especificaciones del perfil canal (U). 44

Tabla 4.19 Especificaciones de la plancha de recubrimiento. 44

Tabla 4.20 Especificaciones de la plancha de recubrimiento. 48

Tabla 4.21 Componentes que conforma la solución. 49

Tabla 4.22 Especificaciones de la banda o correa de transmisión. 52

Tabla 4.23 Especificaciones de las poleas. 53

Tabla 4.24 Especificaciones del motor Toshiba. 53

Tabla 4.25 Especificaciones del Tablero de control. 56

Tabla 4.26 Especificaciones técnicas del variador VFD002EL21A. 57

Tabla 4.27 Especificaciones del contador mecánico. 62

Tabla 4.28 Capacidad operativa. 76

Tabla 4.29 Análisis de costos. 77

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

En la ciudad de Otavalo, ubicada en la provincia de Imbabura, una gran cantidad de personas se dedican a la realización de productos textiles. En esta zona varias micro y medianas empresas hacen uso de diversas máquinas. Actualmente, esta industria ha ido creciendo significativamente, llegando a ser una actividad económica muy importante.

La **Fig. 1.1** muestra que, a nivel nacional, la producción textil registra un incremento del 64,5%. En este contexto, la provincia de Imbabura aporta un crecimiento del 4,49%, consolidándose como un nodo estratégico debido a la concentración de unidades productivas vinculadas a esta industria [1].

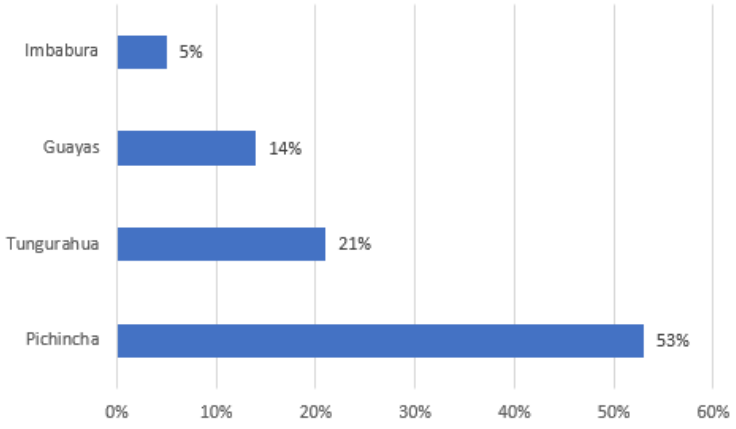


Fig. 1.1 Principales provincias de industrias textiles en el Ecuador [2].

El incremento de productores textiles en la provincia de Imbabura impulsa la integración de maquinaria en los talleres de manufactura. No obstante, la optimización de los procesos se ve limitada por los elevados costos de capital asociados a la adquisición e implementación de tecnologías nuevas. Esta barrera económica restringe el desarrollo industrial y la escalabilidad de la producción local.

La industria textil dispone de sistemas manuales y automáticos diseñados para optimizar el rendimiento operativo y reducir los tiempos de ciclo en la manufactura. La transición de procesos artesanales a métodos tecnificados, fundamentada en la implementación de nuevas herramientas y conocimientos técnicos, garantiza la eficiencia en la producción. En consecuencia, surge la necesidad de una propuesta técnica orientada a pequeñas empresas que requieren optimizar la etapa de enrollado de tela mediante la implementación de sistemas semiautomáticos.

La identificación de las necesidades operativas en las pequeñas y medianas empresas del cantón Otavalo permite determinar que el proceso de enrollado manual demanda un tiempo de ejecución que limita la productividad en otras áreas de manufactura. Por consiguiente, el presente trabajo desarrolla una alternativa técnica para la mecanización y optimización del enrollado, con el fin de incrementar la eficiencia en la línea de producción de dichas empresas.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

- Desarrollar una máquina de enrollado de tela.

1.2.2 Específicos

- Analizar las tecnologías actuales utilizados para el enrollado de tela que permitan la identificación de los requisitos técnicos y funcionales, considerando los factores asociados al proceso.
- Diseñar un prototipo de enrollado de tela.
- Construir un prototipo que cumpla con las especificaciones del diseño.
- Validar el funcionamiento del dispositivo.

1.3 Alcance y delimitación

El proyecto se limita al diseño y construcción de un prototipo funcional para el enrollado y control de tensión de textiles bajo un esquema de operación semiautomática. El alcance comprende la generación de planos de detalle, la selección de componentes electromecánicos y la documentación del proceso de manufactura. Asimismo, se define un plan de mantenimiento preventivo para asegurar la operatividad del sistema. El estudio excluye la implementación de un sistema de control autónomo y el escalamiento industrial, enfocándose exclusivamente en el desarrollo de un prototipo para talleres textiles de pequeña y mediana escala.

1.4 Justificación

La manufactura textil en el cantón Otavalo registra una expansión sostenida en los mercados nacional e internacional. Este incremento en la demanda técnica exige la optimización de los procesos de fabricación para cumplir con los estándares de calidad y competitividad del sector. La implementación de mejoras en la infraestructura productiva permite estandarizar las características técnicas de los textiles y satisfacer los requerimientos de precisión en la industria actual.

El desarrollo del presente proyecto aporta una solución técnica para micro y medianas empresas textiles, centrada en la etapa de enrollado de tela. La mecanización parcial de esta actividad permite la reducción de los tiempos de ciclo y la mitigación de la carga física del operario. En consecuencia, se optimizan las condiciones ergonómicas en el entorno laboral y se asegura una manipulación precisa del material en las diversas fases del proceso productivo.

El diseño de la máquina se basa en modelos previamente existentes con características similares de procedencia internacional. El desarrollo se orienta a la optimización de costos de manufactura para

obtener un presupuesto inferior al valor de mercado, el cual oscila entre los (USD) 2.500 y 3.000. Esta alternativa técnica facilita el acceso a equipamiento especializado, diseñado bajo parámetros específicos que responden a las necesidades técnicas y operativas de la industria local.

Asimismo, la ejecución de esta propuesta proporciona una base para los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica de la UTN para diseñar y construir equipos funcionales, de bajo costo y adaptados a las necesidades locales. El desarrollo del prototipo fomenta el uso de tecnología nacional y promueve la inversión en proyectos que integran conocimiento técnico con innovación. Asimismo, se incentiva el aprovechamiento de recursos regionales para el fortalecimiento del sector industrial.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

La manipulación y preparación de textiles en talleres de pequeña escala se ejecuta, frecuentemente, mediante equipos rudimentarios o procedimientos manuales. Estas prácticas derivan en tiempos de ciclo prolongados y un incremento en la fatiga mecánica del personal operativo. Diversas unidades productivas de la región implementan dispositivos empíricos o adaptaciones mecánicas no estandarizadas; aunque estos sistemas cubren requerimientos básicos, carecen de precisión para garantizar la uniformidad tensional del material y la estabilidad estructural durante la operación.

Diversos estudios incorporan el análisis estructural mediante el Método de Elementos Finitos (MEF) para validar el comportamiento mecánico de los componentes bajo condiciones de carga operativa. Estas evaluaciones permiten determinar las deformaciones admisibles mediante la aplicación del criterio de falla de von Mises. Con base en estos resultados, se justifica la selección de materiales como el acero estructural ASTM A36, caracterizado por su resistencia mecánica, durabilidad y comportamiento frente a procesos de desgaste y corrosión [3].

El diseño se fundamenta en la simulación digital de un sistema de bobinado para materiales flexibles, con un enfoque prioritario en el análisis ergonómico del procesamiento de textiles. La investigación busca mitigar los riesgos ocupacionales asociados a la manipulación de rollos y optimizar la eficiencia operativa. En comparación con los métodos manuales tradicionales, el sistema técnico permite la reducción de los tiempos de ciclo, el incremento de la capacidad productiva y la mejora en los estándares de calidad del enrollado. Los requerimientos del sistema se determinan mediante un enfoque de investigación mixto, el cual integra observación directa, evaluaciones ergonómicas y revisión documental. Estos datos facilitan la selección, diseño e

implementación de mecanismos y materiales que optimizan el modelo digital, transformándolo en una asistencia mecánica eficiente que cumple con los parámetros de diseño establecidos [4].

La producción textil integra maquinaria, fuerza laboral y materias primas para la obtención de un producto terminado. No obstante, la carencia de estándares cronométricos y de protocolos de registro genera tiempos de espera y desplazamientos improductivos en las líneas de fabricación. Investigaciones orientadas a la optimización de procesos analizan las etapas de elaboración con el fin de incrementar la eficiencia general de los equipos (OEE). Estos estudios consideran variables como tiempos estándar, cadencias de trabajo y organización operativa. La implementación de metodologías como 5S y SMED demuestra efectividad en la reducción de movimientos innecesarios y en la eliminación de actividades que no añaden valor, lo cual deriva en mejoras cuantificables de la productividad. Estas experiencias fundamentan la importancia de contar con sistemas optimizados y sustentan el desarrollo de una máquina enrolladora de tela adaptable a la capacidad operativa de las micro y pequeñas empresas. Como consecuencia de la estandarización y la mejora de los métodos de trabajo, se registra un incremento en la productividad del 44.62% respecto al proceso convencional [5].

Este estudio expone una serie de sugerencias orientadas a optimizar el proceso de ensamblaje tanto de conexiones rígidas como flexibles, así como la gestión de cambios de referencia en los procesos de Hilo y Marquillas, mediante la implementación de la metodología SMED. La adopción de esta técnica resulta esencial para cualquier organización industrial que busque disminuir el tiempo requerido al realizar ajustes entre diferentes referencias de producción. La metodología SMED constituye una herramienta estratégica de la manufactura esbelta, cuyo propósito es minimizar los periodos de transición y perfeccionar los procedimientos operativos para reducir errores y desperdicios en la línea de producción. Para la detección de factores que limitan la eficiencia, se

emplean instrumentos de diagnóstico como el árbol de problemas, el diagrama de Pareto y la matriz de relaciones, los cuales facilitan la identificación de las causas raíz de la ineficiencia. Mediante la aplicación de estas técnicas, se logra una reducción significativa en los tiempos de montaje, lo que deriva en un incremento de la productividad y una disminución de los costos operativos. En aplicaciones específicas de etiquetado y marcación, este enfoque permite reducir los tiempos de cambio de referencia en más del 50% [6].

El estudio se centra en la aplicación de la metodología 5S para la optimización de áreas productivas especializadas en la manufactura de cintas textiles rígidas. El objetivo general consiste en realizar un diagnóstico situacional e implementar la técnica 5S para incrementar la productividad, asegurar la organización y limpieza de las estaciones de trabajo, eliminar desperdicios, señalizar áreas operativas y fomentar la disciplina procedimental. El marco de referencia integra las mejores prácticas de mejora continua de diversos sectores industriales, mientras que el marco conceptual define la terminología técnica necesaria para fundamentar el desarrollo de la investigación. El estudio comprende un análisis del entorno interno y externo de la industria textil, donde se determinan los antecedentes de la actividad económica y se describe el proceso productivo de manera detallada. Mediante el uso de herramientas de diagnóstico técnico, se identifican las áreas con potencial de optimización operativa. Tras la evaluación de diversas alternativas técnicas, se determina que la implementación de la metodología 5S constituye la solución óptima para mitigar las deficiencias detectadas y mejorar la eficiencia en la planta [7].

2.2 Bases Teóricas

Las bases teóricas fundamentan el diseño del prototipo mediante principios mecánicos, estructurales y de control. El proceso de enrollado integra variables dinámicas de velocidad angular, torque, tensión del material y estabilidad estructural.

El comportamiento del textil depende del control de esfuerzos tangenciales y la distribución uniforme de carga sobre el eje. La rigidez estructural previene deformaciones que afecten la calidad del bobinado. El sistema mecatrónico optimiza el desempeño y la repetibilidad del proceso, estableciendo los parámetros de diseño para una máquina semiautomática adaptada al sector textil.

2.2.1 Definición de una máquina de enrollado de tela.

En el ámbito textil, una máquina enrolladora de tela es un equipo destinado a transformar material plano en rollos compactos y uniformes. Su función principal es organizar la tela en un formato adecuado para su transporte, almacenamiento o posterior procesamiento. Dependiendo de la complejidad requerida, estos equipos varían desde mecanismos de accionamiento manual hasta sistemas semiautomáticos que permiten la regulación de parámetros críticos como la tensión tangencial, la velocidad angular y la alineación transversal del material [8].

Propósito de una máquina de enrollado de tela

El enrollado adecuado cumple varias funciones dentro de la producción textil como pueden ser las mostradas en la **Fig. 2.1**:

Fig. 2.1 Propósitos de una máquina de enrollado [9].

2.2.2 Tipos de máquinas de enrollado de tela

Máquina de enrollado directo:

Descripción: Son equipos que reciben la tela directamente desde el telar o después de procesos como el lavado o teñido. **Fig. 2.2**

Aplicación: Se emplean principalmente en la producción de grandes rollos y permiten identificar defectos mientras la tela avanza.

Fig. 2.2 Máquina de enrollado directo [10].

Máquinas de enrollado en tándem:

Descripción: Permiten enrollar la tela en múltiples secciones o secciones simultáneamente, aumentando la eficiencia y reduciendo el tiempo de operación **Fig. 2.3**

Aplicación: Son ideales para procesos donde la tela se enrolla en secciones definidas.

Fig. 2.3 Máquina de enrollado Tándem [11].

Máquinas de enrollado en tubo:

Descripción: Estas máquinas enrollan la tela sobre un mandril tubular, creando un rollo más estable y fácil de manipular **Fig. 2.4**

Aplicación: Generalmente se utiliza para telas pesadas o voluminosas que necesitan soporte adicional.

Fig. 2.4 Máquina de enrollado en tubo [12].

Máquinas de enrollado en A-Bobina:

Descripción: Enrollan la tela sobre dos ruedas al mismo tiempo, por lo que puedes pasar de un rollo a otro sin parar la máquina **Fig. 2.5**

Fig. 2.5 Máquina de enrollado en A- Bobina [13].

Aplicación: Pueden usarse en líneas de producción continua donde la eficiencia es crítica.

Máquinas de enrollado con inspección:

Descripción: Combinan el bobinado del tejido con estaciones de inspección que pueden detectar y corregir errores durante el proceso **Fig. 2.6**

Fig. 2.6 Máquina de enrollado con inspección [14].

Propósito: Diseñado especialmente para procesar telas de alta precisión, en las cuales resulta indispensable identificar cualquier defecto durante el manejo del material.

Máquinas de enrollado automático:

Descripción: Estos sistemas cuentan con controles electrónicos y sensores que regulan de forma continua la tensión del material. **Fig. 2.7**

Fig. 2.7 Máquina de enrollado automático [15].

Aplicación: Se utiliza en instalaciones de fabricación a gran escala donde la automatización mejora la eficiencia y la calidad.

Máquinas de enrollado para telas estiradas:

Descripción: Diseñadas específicamente para materiales con estiramiento, estas máquinas aplican una tensión controlada que evita deformaciones y garantiza que el rollo quede uniforme pese a la elasticidad del tejido. **Fig. 2.8**

Fig. 2.8 Máquina de enrollado para telas estiradas [16] .

Aplicación: Comúnmente utilizado para producir tejidos flexibles como prendas de punto.

2.2.3 Tecnologías de clasificación

La evolución tecnológica en los sistemas de bobinado textil se orienta hacia el incremento de la eficiencia operativa y la precisión en la manipulación del material. La distinción entre los sistemas de baja tecnificación y las arquitecturas modernas se fundamenta en la capacidad de control y la estabilidad del proceso. A continuación, se presenta una comparativa técnica entre los sistemas convencionales y los sistemas tecnificados:

Tecnologías antiguas:

- **Operación manual:**

  Descripción: Las máquinas más antiguas requieren una importante intervención manual para ajustar la tensión, la alineación y la velocidad de bobinado.

  Desventajas: Mayor riesgo de error humano, bobinado inconsistente, mayor tiempo de ejecución.

- **Control mecánico básico:**

  Descripción: En versiones antiguas, la regulación de la velocidad y la tensión dependía de mecanismos puramente mecánicos.

Desventajas: Son poco precisos y ofrecen limitaciones cuando se trabajaba con distintos tipos de tela.

- **Sistemas de tensión fijos:**

  Descripción: La tensión del tejido es un sistema básico donde la presión sobre la tela se ajusta mediante frenos manuales o el uso de pesas de calibración.

  Desventajas: Ocasiona problemas como deformaciones del material o un enrollado irregular.

- **Baja automatización:**

  Descripción: El grado de automatización es muy bajo y casi no hay funciones de automatización.

  Desventajas: Requiere más tiempo y mano de obra, menos eficiente en términos de velocidad y precisión.

Tecnologías modernas:

- **Automatización avanzada:**

- **Descripción:** Los modelos recientes integran sistemas computarizados que supervisan y ajustan el comportamiento de la máquina en tiempo real.
- **Beneficios:** Reduce el error humano, mejora la consistencia del bobinado y mejora la eficiencia de la producción.

- **Control de tensión electrónico:**

- **Descripción:** Los sensores y actuadores trabajan de forma coordinada para mantener la tela bajo una tensión adecuada durante todo el proceso.
- **Beneficios:** control más preciso de la tensión del tejido, menor riesgo de daños y mejor calidad de bobinado.

- **Sistemas de inspección integrados:**

- **Descripción:** Algunas máquinas incluyen variadores de frecuencia que adaptan la velocidad en función del tipo de material o del estado del rollo.
- **Beneficios:** mayor flexibilidad y adaptabilidad para un bobinado óptimo de diferentes tejidos.

- **Interfaz hombre- máquina (HMI):**

- **Descripción:** Equipado con pantalla táctil, interfaz intuitiva, fácil de operar y configurar.
- **Beneficios:** Más fácil de usar, reduce la necesidad de una formación exhaustiva y permite una personalización rápida y precisa.

- **Conectividad y monitoreo remoto:**

- **Descripción:** Los equipos modernos pueden conectarse a redes y sistemas de monitoreo remoto.
- **Beneficios:** La comunicación digital permite supervisar el estado del equipo, planificar mantenimiento y ajustar parámetros sin estar físicamente frente a la máquina.

- **Sistemas automáticos de alineación:**

- **Descripción:** A través de sensores, la máquina detecta desviaciones laterales de la tela y las corrige de manera automática, asegurando un bobinado uniforme.
- **Beneficios:** Garantiza un bobinado uniforme y reduce el desperdicio de material.

2.2.4 Componentes y funcionamiento de las máquinas de enrollado de tela.

En la producción textil, las máquinas enrolladoras cumplen la función de transformar superficies de tela en rollos ordenados y compactos, optimizando los procesos de almacenamiento y logística. A continuación, se detallan los subsistemas básicos que integran estos equipos y su incidencia operativa en el proceso:

Componentes principales:

Mecanismo de alimentación: Constituye el subsistema encargado de conducir el material textil desde el suministro inicial hacia la zona de bobinado. Su función es garantizar un flujo cinemático continuo y regular de avance del material.

Rodillos de guiado y alineación: Son elementos cilíndricos posicionados estratégicamente en la trayectoria de la tela para mitigar la formación de pliegues. Estos componentes aseguran la ortogonalidad del material respecto al eje de enrollado, evitando desviaciones laterales y defectos geométricos en el producto final.

Sistema de regulación de tensión: El subsistema se integra por dos ejes laterales, los cuales permiten el ajuste de la fuerza de tensión ejercida sobre la tela. Los ejes facilitan la estabilización del material, asegurando una distribución uniforme de los esfuerzos mecánicos en toda la superficie de la tela.

Rodillos de enrollado: Son los componentes motrices donde se consolida el rollo. Se diseñan para soportar cargas variables y espesores diversos, incorporando mecanismos de acoplamiento rápido que optimizan los tiempos de montaje y desmontaje del producto terminado.

Motor y unidad de control de velocidad: Sistema compuesto por un motor eléctrico y un variador de velocidad que regula la velocidad tangencial de bobinado. Este conjunto asegura una velocidad lineal constante, adaptándose a las propiedades reológicas del tejido y compensando el incremento del diámetro del rollo.

2.2.5 Descripción del proceso de tensado y enrollado

El proceso de tensado y enrollado consiste en aplicar una tensión controlada a la tela mientras se enrolla de forma uniforme sobre un carrete. Esta operación garantiza una distribución uniforme del

material, mitigando la formación de pliegues o deformaciones plásticas en la fibra. En la **Fig. 2.9** se ilustra la configuración cinemática del proceso descrito.

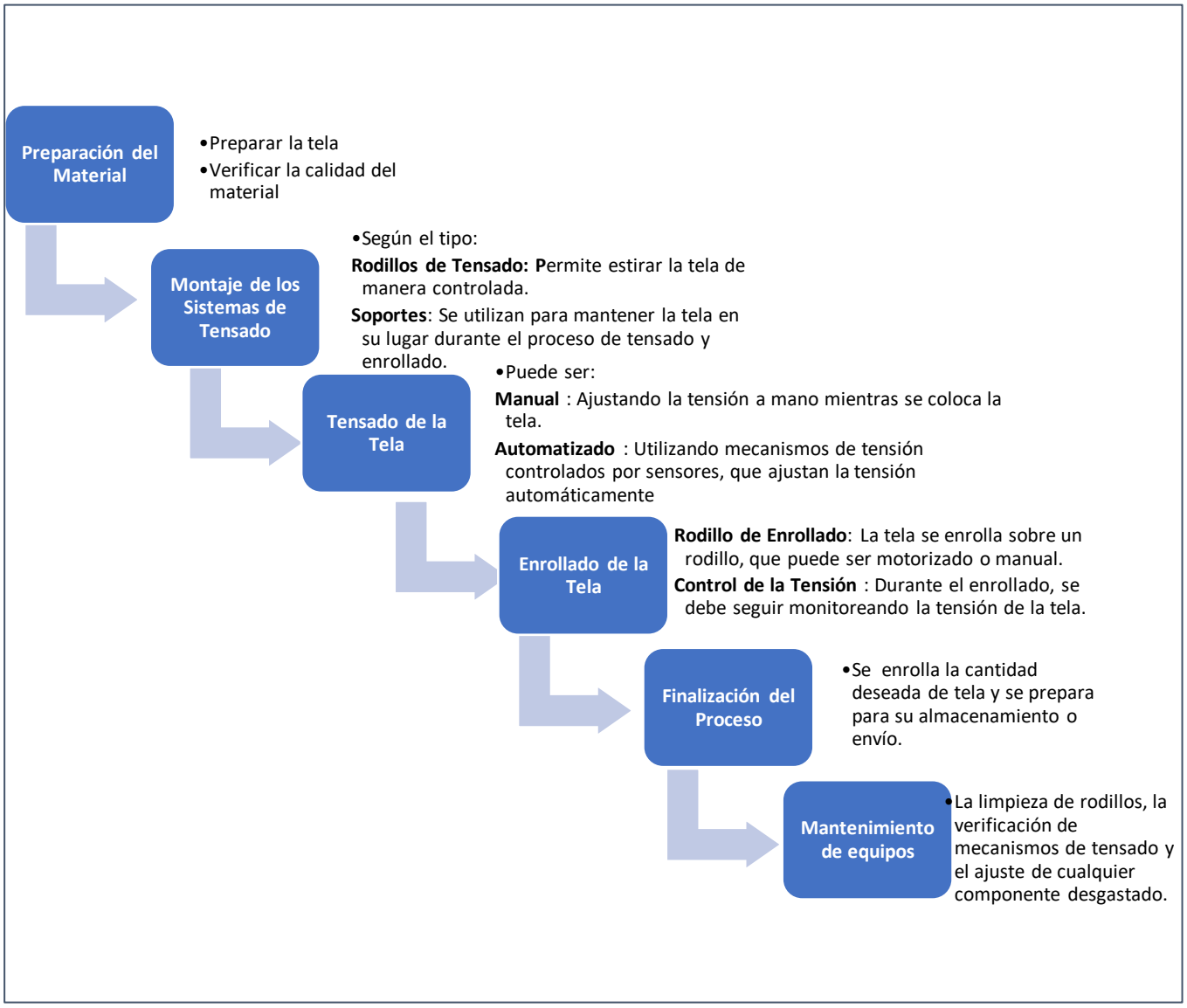


Fig. 2.9 Proceso de enrollado y tensado.

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo, se detalla el proceso de diseño, cálculo y construcción de los subsistemas que integran la máquina enrolladora de tela. Se describe la metodología aplicada para validar el cumplimiento de los requerimientos técnicos y funcionales, asegurando la integridad estructural del equipo y la correcta selección de los componentes electromecánicos mediante criterios de ingeniería.

3.1 Enfoque y tipos de investigación

Para el desarrollo del prototipo de la máquina enrolladora de tela, diseñada para optimizar procesos en micro y pequeñas empresas textiles, se emplean métodos complementarios que permiten la determinación de requerimientos técnicos y la validación del comportamiento mecánico del sistema bajo condiciones operativas reales.

La investigación documental, se efectúa una revisión sistemática de fuentes técnicas, incluyendo artículos especializados, patentes, normativas y bases de datos industriales. Este análisis comparativo permite la identificación de soluciones tecnológicas existentes, componentes estandarizados y criterios de ingeniería. Dichos datos fundamentan el establecimiento de las especificaciones funcionales y estructurales del diseño, garantizando que el prototipo responda a las exigencias técnicas del sector textil.

Para la investigación de campo, se efectúan visitas técnicas y entrevistas con personal operativo y responsables de producción para recolectar datos sobre los procesos actuales, limitaciones técnicas y requerimientos específicos del sector. La información obtenida en sitio permite el ajuste del diseño a condiciones de servicio reales, priorizando los criterios de ergonomía industrial y

facilidad operativa. Este levantamiento de información asegura que la solución técnica propuesta responda a las variables críticas del entorno de manufactura.

La investigación descriptiva, este enfoque se emplea para caracterizar detalladamente las propiedades del objeto de estudio, así como para evaluar y seleccionar la alternativa de diseño óptima. La investigación descriptiva permite una definición integral de los parámetros y requerimientos del proceso de bobinado textil. Asimismo, facilita la especificación técnica de los componentes y el establecimiento de los criterios fundamentales para el diseño e implementación del sistema, priorizando la eficiencia operativa, la seguridad industrial y la facilidad de uso para el operario.

La investigación experimental, a partir de los requerimientos técnicos obtenidos, se establecen protocolos de ensayo y procedimientos experimentales que comprenden la medición de parámetros de tensión, pruebas de ensamble y la evaluación funcional del prototipo. Estas pruebas permiten la recolección de datos cuantitativos y cualitativos necesarios para la validación del diseño, la identificación de fallas operativas y la ejecución de ajustes técnicos. El proceso asegura el cumplimiento sistemático de las especificaciones de diseño establecidas inicialmente.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se estructura en cuatro fases consecutivas, las cuales facilitan la ejecución sistemática del proyecto para el desarrollo de la máquina enrolladora de tela. Cada etapa está orientada a cumplir hitos específicos, desde la conceptualización hasta la validación operativa, garantizando la eficiencia en el proceso de ingeniería y la integridad técnica del prototipo final.

3.2.1 Fase 1: Análisis de tecnologías y determinación de requerimientos técnicos.

Esta fase comprende el estudio de las tecnologías de bobinado vigentes para la identificación de los requerimientos técnicos y funcionales, integrando los factores operativos intrínsecos al proceso textil.

Actividad 1.1: Buscar y recopilar datos en: internet, repositorios, bases de datos, patentes y/o fabricantes.; se efectúa una búsqueda sistemática en repositorios académicos, bases de datos de patentes y catálogos de fabricantes. Esta actividad se orienta a la descripción de tecnologías emergentes, mecanismos de transmisión y sistemas de control aplicados al proceso de enrollado de textiles.

Actividad 1.2: Análisis detallado del proceso de tensado de rollos de tela.; Tras la consolidación de datos, se realiza un análisis comparativo de los métodos para la regulación de tensión. El estudio abarca los principios de funcionamiento, la eficiencia energética y las ventajas operativas de cada sistema, permitiendo la selección de una arquitectura de diseño óptima

Actividad 1.3: Visitar sitios relevantes y analizar detalladamente desde la perspectiva de la ingeniería.; Se realizan visitas técnicas a micro y pequeñas empresas del sector textil para observar el estado actual de la maquinaria. Este procedimiento permite identificar desafíos operativos y recopilar datos empíricos sobre las variables críticas del entorno de producción, facilitando la detección de oportunidades de mejora desde una perspectiva de ingeniería

3.2.2 Fase 2: Diseñar un prototipo de enrollado de tela.

En esta fase se define la configuración formal de la máquina enrolladora a partir de los requerimientos técnicos previamente establecidos. Se seleccionan los materiales para la estructura y los mecanismos internos, garantizando rigidez mecánica, estabilidad dinámica y facilidad de

ensamble. El diseño se orienta a la manufactura y operatividad, mediante la elaboración de documentación técnica y planos de fabricación detallados.

Actividad 2.1: Establecer las especificaciones del sistema a diseñar.; A partir de la fase diagnóstica, se determinan las especificaciones técnicas y funcionales del sistema. Estas incluyen la capacidad de enrollado, dimensiones nominales, la velocidad de operación y otros parámetros críticos para el desempeño del equipo.

Actividad 2.2: Revisión de normativas y estándares en cuanto a seguridad, calidad y rendimiento del equipo; se buscará las reglas y estándares para la fabricación y operación del equipo textil industrial. Se priorizan los lineamientos de seguridad industrial, calidad de procesos y eficiencia energética para garantizar un entorno de trabajo seguro y un rendimiento óptimo del sistema.

Actividad 2.3: Generación y selección de alternativas de solución; Se proponen diversas configuraciones para el sistema de enrollado, evaluando cada opción bajo criterios de costo de manufactura, eficiencia mecánica, facilidad de mantenimiento y simplicidad de montaje. Mediante una matriz de decisión, se identifica la alternativa que presenta mayor viabilidad técnica y alineación con los requerimientos funcionales.

Actividad 2.4: Diseño detallado y validación por simulación computacional; Se desarrolla el modelado tridimensional de la alternativa seleccionada mediante software CAD (SolidWorks). Se ejecutan simulaciones de Análisis de Elemento Finito (FEA) para validar la resistencia estructural y el comportamiento dinámico del diseño, asegurando que se cumplan los factores de seguridad y parámetros establecidos.

3.2.3 Fase 3: Construcción y ensamble del prototipo.

Tras la validación del diseño detallado, se procede a la fabricación y ensamble del prototipo de acuerdo con las especificaciones técnicas y planos de ingeniería. En esta etapa se ejecuta la manufactura de la estructura y se integran los subsistemas de rodadura, soporte y transmisión de potencia, garantizando la fidelidad con los parámetros establecidos en la fase de diseño.

Actividad 3.1: Planificación del diseño del prototipo e interpretación de los planos; se realiza el análisis final de la documentación técnica y los planos de conjunto para definir la secuencia de fabricación. Se establecen las tolerancias dimensionales y los procedimientos de unión (soldadura, pernos o acoplamientos) necesarios para la consolidación de la estructura principal.

Actividad 3.2: Gestión y selección de suministros industriales; se efectúa la adquisición de materiales y componentes estandarizados (perfiles estructurales, rodamientos, motores y variadores). La selección se fundamenta en criterios de calidad certificada, disponibilidad en el mercado local y optimización de costos, asegurando que cada elemento cumpla con las propiedades mecánicas requeridas.

Actividad 3.3: Ejecución del ensamble, calibración y ajustes mecánicos; se procede con la integración física de los componentes según la arquitectura del prototipo. Durante esta actividad se realizan ajustes de alineación, nivelación de ejes y calibración de los sistemas de tensión. El objetivo es verificar la interconexión cinemática entre las piezas y asegurar que el funcionamiento del conjunto responda a los requerimientos operativos definidos.

3.2.4 Fase 4: Validación y evaluación de desempeño del prototipo.

Con el prototipo consolidado, se ejecutan protocolos de prueba destinados a cuantificar el desempeño del sistema y contrastarlo con los métodos operativos convencionales. Las

evaluaciones permiten determinar el cumplimiento de los requerimientos funcionales y validar el incremento en la eficiencia productiva del proceso de enrollado.

Actividad 4.1: Ensayos preliminares de la máquina de enrollado de tela; se realizan pruebas iniciales de funcionamiento en vacío y bajo carga para observar el comportamiento dinámico de la máquina. Estos ensayos facilitan la detección temprana de irregularidades mecánicas, vibraciones o desajustes en el sistema de transmisión, permitiendo la ejecución de correcciones técnicas previas a la fase de validación en entorno real.

Actividad 4.2: Validación en entorno operativo y evaluación de la experiencia de usuario; El prototipo se somete a pruebas de campo en talleres textiles para recolectar datos sobre su operatividad en condiciones de servicio. Esta actividad es fundamental para evaluar la interfaz hombre-máquina (HMI), la ergonomía y la fiabilidad del equipo, asegurando que la solución tecnológica satisfaga las necesidades técnicas y expectativas del usuario final mediante retroalimentación directa.

Actividad 4.3: Consolidación del informe técnico (Trabajo de integración curricular); se procede a la elaboración del documento final de integración curricular, el cual sistematiza los hallazgos, memorias de cálculo, planos de ingeniería y resultados de las fases de validación. Este documento constituye el registro formal del desarrollo del sistema, funcionando como una guía técnica para futuras iteraciones o implementaciones industriales.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se exponen los resultados derivados del proceso de ingeniería para la máquina enrolladora de tela. El análisis comprende desde la definición de especificaciones técnicas hasta la evaluación de alternativas de solución, donde se selecciona el prototipo ideal mediante una matriz de ponderación. Asimismo, se detallan las memorias de cálculo que sustentan el dimensionamiento del sistema.

Finalmente, se presenta la validación del diseño mediante el procesamiento de datos recolectados en pruebas experimentales. Este apartado contrasta los valores teóricos con el desempeño real del equipo, analizando variables de control como la tensión constante y la alineación del bobinado para verificar el cumplimiento de los estándares de operación establecidos.

4.1 Especificaciones del sistema a diseñar

Las **Tabla 4.1 y Tabla 4.2**, se consolidan los requerimientos funcionales y las restricciones técnicas que rigen el desarrollo de la máquina enrolladora de tela, integrando variables de desempeño mecánico, condiciones operativas del entorno textil y criterios de seguridad industrial. Estas especificaciones definen los umbrales de desempeño que debe cumplir el prototipo para garantizar su fiabilidad y estabilidad bajo condiciones reales de operación.

El cumplimiento de estos parámetros asegura que la transición del diseño conceptual al prototipo físico mantenga la integridad estructural necesaria, optimizando la eficiencia en el proceso y minimizando los riesgos operativos para el usuario final.

Tabla 4.1 Análisis de requerimientos del sistema

Ítem	Descripción técnica	Restricción
1. Dimensión de la máquina	Capacidad para manipular rollos de hasta 2 m de ancho.	No exceder estas medidas en el diseño estructural
2. Costo	El precio de los materiales y el proceso de construcción no debe ser mayor a $1.000.	Presupuesto limitado a $1.000.
3. Resistencia	Debe soportar un rollo de tela con un peso aproximado de 80 kg.	Capacidad de carga máxima de 80 kg.
4. Energía	Uso de suministro trifásico de 220V.	Requiere conexión a energía trifásica de 220 V.
5. Materiales	Sujetadores de tela, recubrimiento de seguridad, estructura resistente a la oxidación, pintura industrial	Deben cumplir con requisitos de durabilidad y resistencia.
6. Motor	Motor Toshiba Corporation de inducción trifásico	Debe ser compatible con el suministro eléctrico

Tabla 4.2 Análisis de restricciones del sistema.

Ítem	Descripción técnica	Criterio
7. Enrollado	La máquina debe tensar la tela de manera uniforme para evitar arrugas.	No debe generar defectos en la tela durante el proceso.
8. Regulador de velocidad	Permitir el control de velocidad del motor según el tipo de tela.	Debe garantizar eficiencia, seguridad y calidad en el enrollado.
9. Sensores	Facilidad para incorporar sensores para control.	No es obligatorio, pero si se implementan deben ser compatibles con el sistema
10. Manejo de la máquina	Operación semiautomática	No debe ser completamente manual ni completamente automática.
11. Contador de metraje	Permitir medir con precisión la cantidad de tela en metros que se está enrollando.	Debe tener una precisión adecuada para evitar errores en el metraje.
12. Rodillos	Dirigir la tela a lo largo del sistema de enrollado.	No deben generar fricción excesiva ni dañar la tela.

4.2 Alternativas de solución

Con base en los requerimientos técnicos establecidos, los criterios de ergonomía para el operario y las combinaciones óptimas derivadas de la matriz morfológica, se proponen tres alternativas de solución para el diseño de la máquina enrolladora de tela.

Es fundamental destacar que el sistema ha sido concebido específicamente para el bobinado de tejidos, integrando un mecanismo diseñado para la regulación de tensión durante el proceso. Esta funcionalidad es crítica para mitigar la formación de pliegues o deformaciones estructurales en la fibra, garantizando que el rollo resultante posea una densidad uniforme y una geometría compacta.

4.2.1 Alternativa de solución Nro. 1

La estructura de la máquina presenta un revestimiento de láminas galvanizadas que constituyen la carcasa protectora. El proceso de bobinado emplea un eje tubular metálico como guía principal. Asimismo, se integran tres rodillos de acero para garantizar la uniformidad del enrollado y un sensor de metraje para el monitoreo del material procesado. El diseño incluye componentes periféricos que aseguran la operatividad del sistema.

Fig. 4.1 ilustra la configuración de esta alternativa, mientras que la **Tabla 4.3** detalla el listado de componentes asociados.

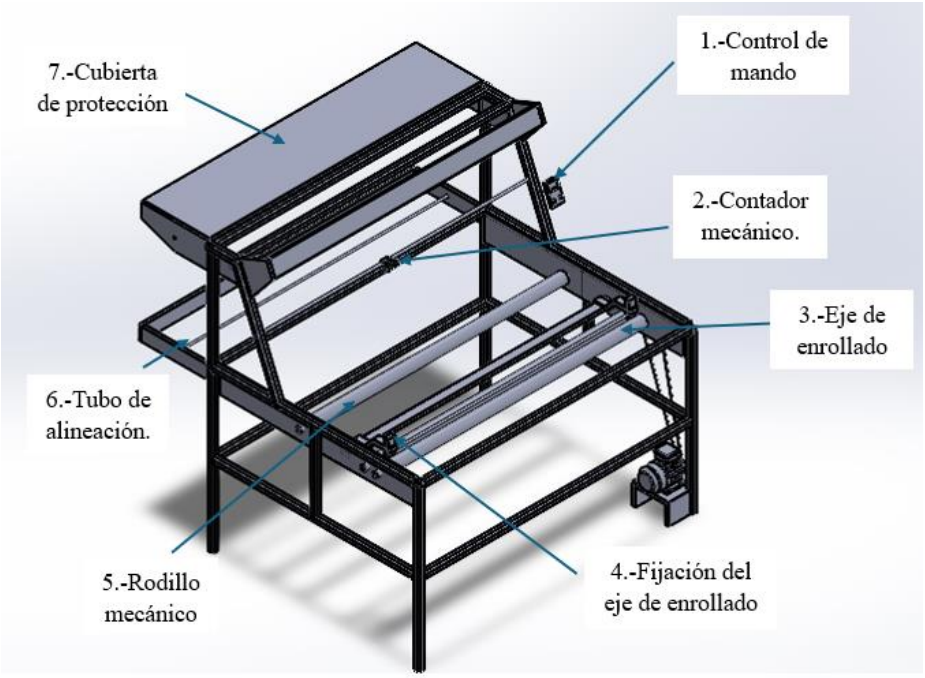


Fig. 4.1 Alternativa 1. Vista isométrica.

Tabla 4.3 Componentes que conforman la alternativa1.

Nro.	Pieza	Observación
1	Control de mando	Ubicada en la parte superior de la estructura lateral de la máquina, permite controlar el arranque, paro y velocidad del motor.
2	Contador mecánico	Conformado de un par ruedas, gira conforme pase la tela y mide su longitud.
3	Eje de enrollado	Conformado por un tubo de acero donde reposa el rollo de tela.
4	Fijación del eje de enrollado	Componente capaz de mantener el eje de enrollado en su propio sitio.
5	Rodillo mecánico	Distribuye la tela y hace que se mantenga alineada y sin arrugas durante el proceso de enrollado.
6	Tubo de alineación	Evita que la tela se desplace lateralmente o se arrugue durante su trayecto.
7	Cubierta de Protección	Componente externo de la máquina enrolladora, que protege del polvo, la humedad y las posibles interferencias exteriores.

La **Fig. 4.2** exhibe los componentes laterales de la máquina enrolladora. El diseño integra acoplamientos en los rodillos principales (5) que restringen el giro a un único sentido, lo cual optimiza el deslizamiento del eje y garantiza la recolección continua del textil. La estructura lateral

reforzada (1) sustenta los elementos internos y externos, lo que aporta estabilidad mecánica al conjunto. El sistema de transmisión emplea una banda (2) que vincula el movimiento con un acoplador (3) instalado en el eje del motor de inducción (4). Este actuador suministra el par y la sincronización necesarios para la operación coordinada de los mecanismos durante el proceso de bobinado.

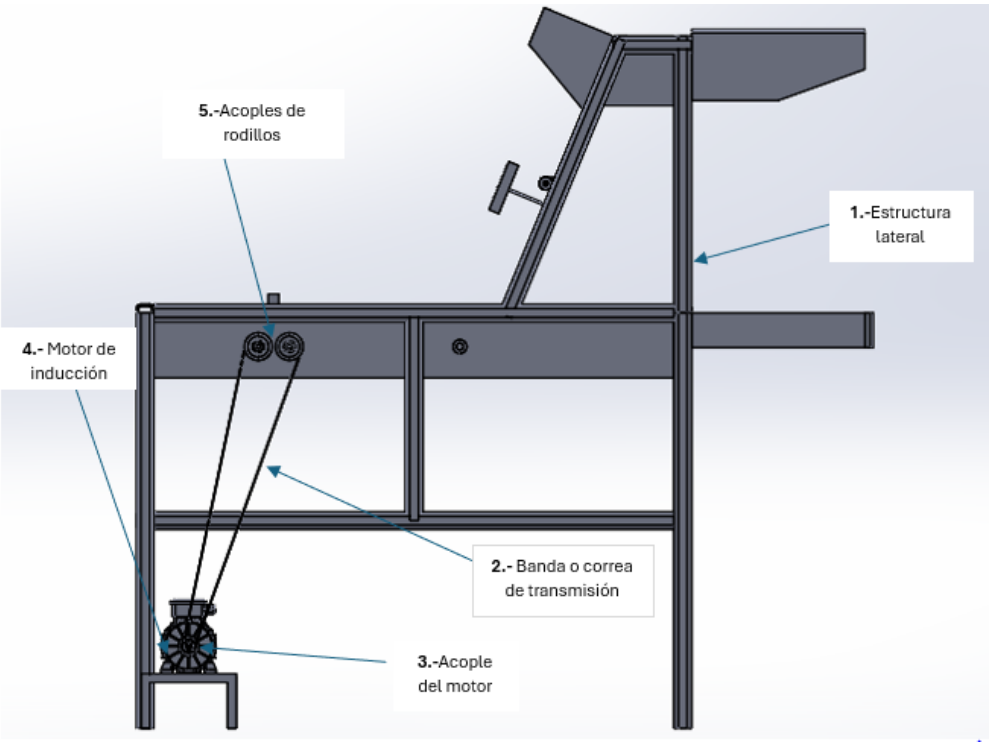


Fig. 4.2 Alternativa 1. Sistema de distribución y estructura. Vista lateral.

En la **Tabla 4.4** Sistema de distribución y estructura lateral de la alternativa 1. se detalla el listado de componentes del sistema de distribución y la configuración estructural lateral de la máquina.

Tabla 4.4 Sistema de distribución y estructura lateral de la alternativa 1.

Nro.	Pieza	Observación
1	Estructura lateral	Garantiza la estabilidad y correcto funcionamiento de los componentes.
2	Banda o Correa de transmisión	Transmisión de energía mecánica entre los diferentes componentes de la máquina.

3	Acople del Motor	Conectan dos ejes, permitiendo la transmisión de potencia de un motor a otros elementos de la máquina.
4	Motor de Inducción	Convierte la energía eléctrica en energía mecánica, lo que permite el movimiento de diversos mecanismos.
5	Acoples de Rodillos	Facilita la transmisión de movimiento.

4.2.2 Alternativa de solución Nro. 2

Esta alternativa consiste en una máquina enrolladora diseñada con láminas de acero galvanizado en zonas de riesgo operativo y puntos críticos del proceso. La estructura principal se constituye de perfiles laminados en ángulo (L), mientras que el soporte de enrollado emplea tubos de acero inoxidable con capacidad para 350 metros de textil.

El mecanismo integra tres rodillos de acero que aseguran la uniformidad y tracción constante del material. Para la gestión del proceso, se incorpora un contador de metraje que permite el monitoreo preciso de la longitud procesada, junto con componentes auxiliares que garantizan la operatividad del sistema. La **Fig. 4.3** ilustra el diseño de esta alternativa y la **Tabla 4.5** detalla los componentes técnicos asociados.

La **Fig. 4.4** muestra los elementos laterales que conforman el sistema de enrollado. En esta vista se resaltan los acoples unidireccionales instalados en los rodillos principales (6), los cuales restringen el giro a un solo sentido y facilitan el desplazamiento del eje de tracción textil. El equipo incorpora una estructura lateral reforzada (1) que sustenta los componentes internos y externos, lo cual asegura la estabilidad mecánica del conjunto.

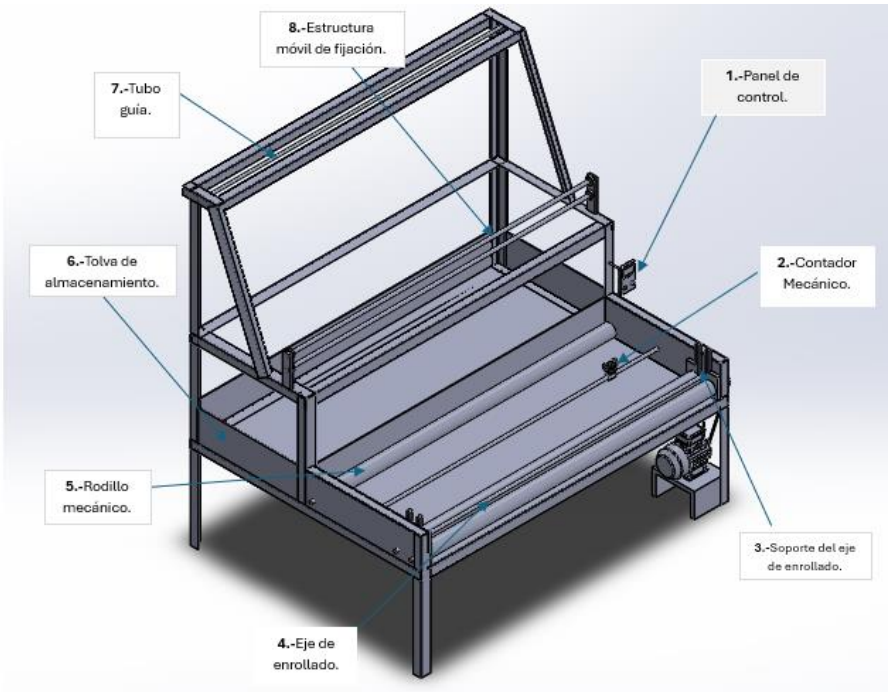


Fig. 4.3 Alternativa 2. Vista isométrica.

Tabla 4.5 Componentes que conforma la alternativa 2.

Nro.	Pieza	Observación
1	Panel de control.	Ubicada en la parte superior de la estructura lateral de la máquina. Permite controlar el arranque, paro, velocidad y monitoreo del proceso.
2	Contador mecánico.	Consta con un par de ruedas que giran en sincronización con el desplazamiento de la tela y mide su cantidad.
3	Soporte del eje de enrollado.	Abarca el eje de enrollado, componente diseñado para mantener la tela firmemente en su posición durante todo el proceso.
4	Eje de Enrollado.	Consiste en un tubo metálico fabricado en acero, cuya función es sostener y mantener el rollo de tela durante todo el proceso de enrollado, proporcionando la rigidez necesaria para evitar deformaciones.
5	Rodillo mecánico.	Su función principal es distribuir la tela de manera homogénea, garantizando que avance de forma alineada y sin generar pliegues. Este elemento contribuye a conservar la calidad del enrollado y a mantener la tensión adecuada en el material.
6	Tolva de Almacenamiento.	Es un contenedor incorporado al sistema que permite ordenar y acumular la tela antes de ser enrollada. Su diseño facilita el manejo del material y optimiza la continuidad del proceso.
7	Tubo guía.	Elemento interno del equipo cuya finalidad es conducir la tela a través de la parte superior de la máquina. Además,

		actúa como barrera para evitar desvíos o interferencias que puedan afectar su trayectoria durante el movimiento.
8	Estructura móvil de fijación.	Corresponde a un mecanismo ajustable que permite regular la tensión aplicada a la tela en el proceso de enrollado. Su movilidad facilita adaptarse a distintos tipos de tejido y asegura un control adecuado sobre el estiramiento del material.

El recubrimiento (2) consiste en planchas de acero que actúan como soporte de la tolva y de los rodillos, proporcionando integridad estructural y protección al sistema. El mecanismo de transmisión emplea una correa (3) que vincula el movimiento hacia un acoplador (4) instalado en el eje del motor de inducción (5). Este motor suministra el par motor y la sincronización necesaria para el accionamiento conjunto de los componentes, lo cual garantiza la eficiencia operativa del proceso de enrollado.

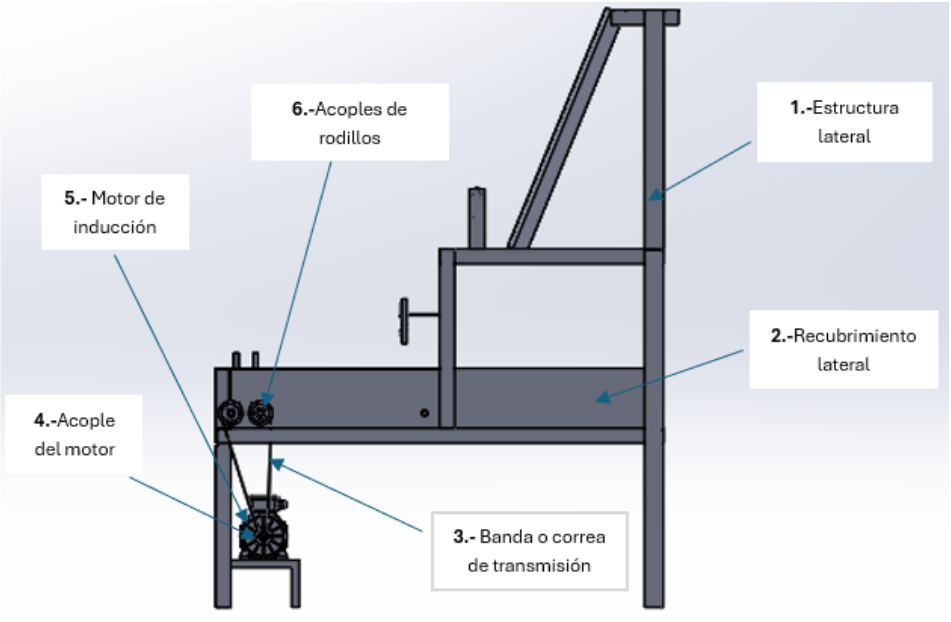


Fig. 4.4 Alternativa 2. Sistema de distribución y estructura. Vista lateral.

La **Tabla 4.6** detalla los componentes del sistema de distribución y las especificaciones del diseño de la estructura lateral.

Tabla 4.6 Sistema de distribución y estructura lateral de la alternativa 2.

Nro.	Pieza	Observación
1	Estructura lateral	Asegura la estabilidad estructural y el óptimo desempeño de los diferentes componentes del sistema.
2	Recubrimiento lateral	Constituye la sección de la tolva de almacenamiento, encargada de recubrir y soportar los rodillos mecánicos.
3	Banda o Correa de transmisión	Realiza la transmisión de energía mecánica entre los dos rodillos mecánicos de la máquina.
4	Acople del Motor	Conectan dos ejes, facilitando la transferencia de potencia desde el motor hacia los distintos componentes de la máquina.
5	Motor de Inducción	Convierte la energía eléctrica en energía mecánica, lo que permite el movimiento de diversos mecanismos.
6	Acoples de Rodillos	Realiza la transmisión de movimiento.

4.2.3 Alternativa de solución Nro. 3

Esta alternativa prioriza la seguridad operativa, la funcionalidad y la eficiencia del proceso. La estructura posee un recubrimiento de láminas de acero galvanizado que actúa como una carcasa de protección para las zonas críticas; esto minimiza riesgos operativos y prolonga la vida útil de los componentes internos. El bastidor se construye con perfiles laminados en ángulo (L), los cuales otorgan rigidez mecánica y simplifican el montaje.

El sistema de enrollado emplea tubos metálicos como eje principal con capacidad para 350 metros de textil, optimizando la densidad de almacenamiento y la manipulación del material. El proceso se ejecuta mediante tres rodillos de acero y un sujetador, cuya disposición garantiza una tensión uniforme y un enrollado constante.

Para el control de la producción, se integra un contador de metraje que permite el monitoreo en tiempo real de la longitud procesada. El sistema se complementa con chumaceras, un panel de control y un mecanismo de tensión, elementos que aseguran la operatividad integral del equipo.

La **Fig. 4.5** ilustra el diseño de esta alternativa, mientras que la **Tabla 4.7** detalla los componentes y las mejoras funcionales incorporadas.

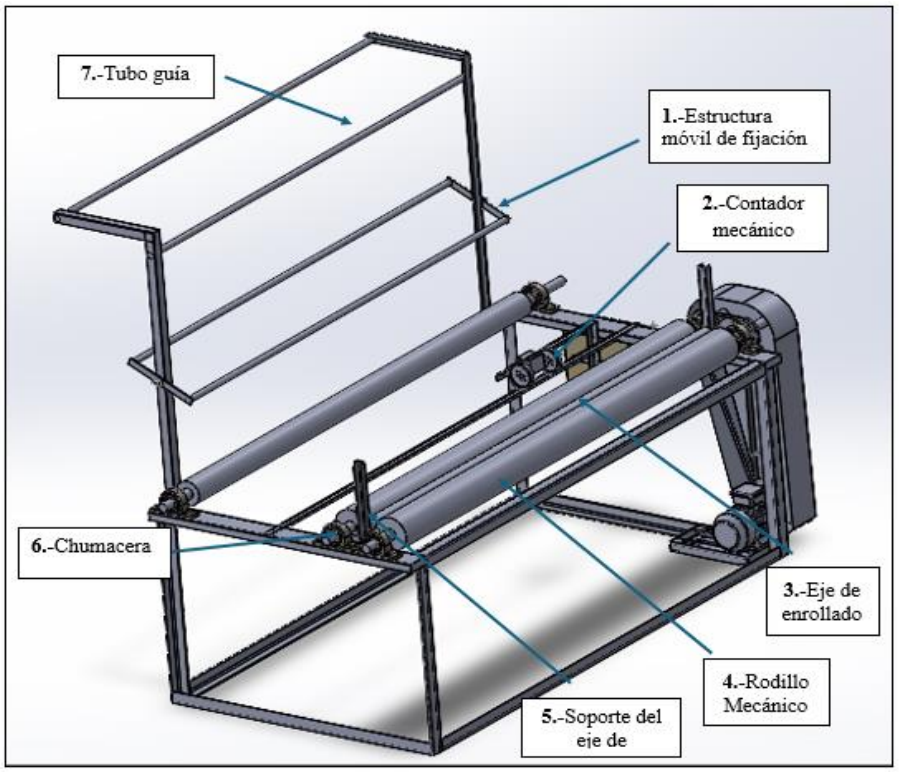


Fig. 4.5 Alternativa 3. Vista isométrica.

Tabla 4.7 Componentes que conforma la alternativa 3.

Nro.	Pieza	Observación
1	Estructura móvil de fijación.	Ajusta y controla la tensión de la tela durante el proceso de enrollado.
2	Contador mecánico	Mide la longitud de la tela desplazada mediante ruedas sincronizadas con el movimiento de la tela.
3	Eje de Enrollado.	Tubo de acero que soporta el rollo de tela durante el enrollado.
4	Rodillo mecánico.	Distribuye la tela uniformemente, evitando arrugas y asegurando alineación.
5	Soporte del eje de enrollado.	Mantiene la tela en su posición durante el proceso de inscripción.
6	Chumacera	Actúa como soporte de ejes rotativos para mitigar la fricción y asegurar la alineación mecánica del sistema.
7	Tubo guía.	Guía interna que asegura el flujo de tela y previene interferencias externas.

La **Fig. 4.6**, presenta los componentes laterales de la máquina enrolladora. Se identifican las poleas de los rodillos principales (5), las cuales transmiten el giro unidireccional a ambos elementos; esto facilita el desplazamiento del eje y asegura la recolección uniforme del textil. El sistema posee una estructura lateral (1) que soporta los componentes internos y externos, lo que garantiza la estabilidad estructural y la alineación operativa del mecanismo.

La transmisión de potencia se efectúa mediante una correa (6) que vincula un acoplador (3), situado en el eje del motor de inducción (4), con el sistema de rodillos. Este motor suministra el par motor y la velocidad angular constante necesarios para la sincronización de los mecanismos. Finalmente, el equipo integra un panel de control (2) que aloja los dispositivos de mando: interruptor de encendido/apagado, regulador de frecuencia (velocidad) y el actuador de parada de emergencia.

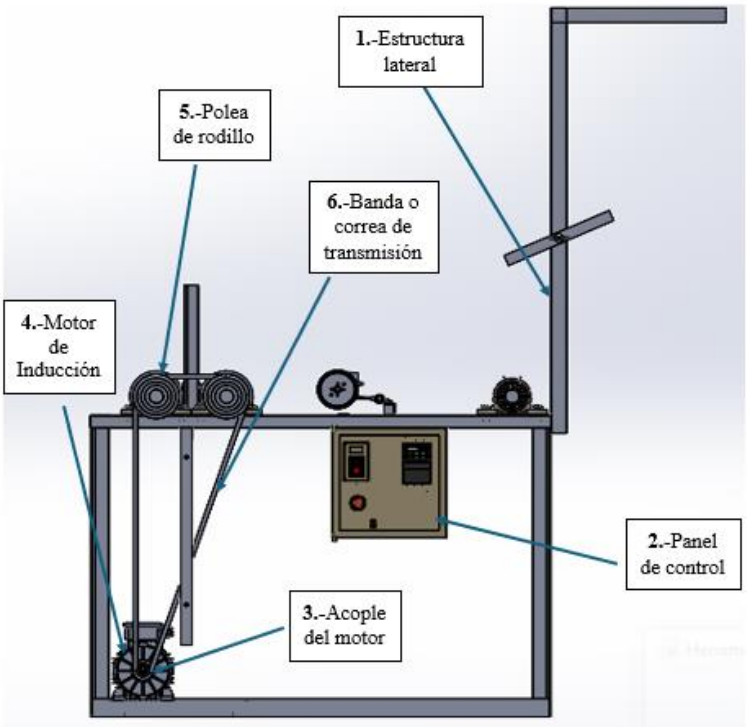


Fig. 4.6 Alternativa 3. Sistema de distribución y estructura. Vista lateral.

En la **Tabla 4.8** detalla los componentes del sistema de distribución y los elementos estructurales de la sección lateral de la máquina.

Tabla 4.8 Sistema de distribución y estructura lateral de la alternativa 3.

Nro.	Pieza	Observación
1	Estructura lateral.	Soporte Proporciona y estabilidad a los componentes del sistema.
2	Panel de control.	Ubicada en la parte superior de la estructura lateral de la máquina, lo cual permite al operador controlar el arranque, paro, velocidad.
3	Acople del Motor	Une dos ejes, facilitando la transmisión de potencia desde el motor a otros elementos.
4	Motor de Inducción	Convierte energía eléctrica en mecánica para impulsar los mecanismos de la máquina.
5	Polea de Rodillo	Permitan la transmisión del movimiento entre los rodillos principales.
6	Banda o Correa de transmisión	Transfiere energía mecánica entre los rodillos para su sincronización.

4.3 Selección de la mejor solución

Se analizan las alternativas propuestas para determinar la solución óptima conforme a los requerimientos del proyecto. La evaluación integra criterios técnicos, funcionales y de factibilidad orientados al desarrollo del sistema de enrollado.

4.3.1 Ponderación de criterios y de alternativas

Evaluación y selección de alternativas

Las ponderaciones que se considera con mayor relevancia para este módulo son las mostradas en la **Tabla 4.9**:

Tabla 4.9 Criterios de evaluación.

	Denominación	Observación
C1	Suministro eléctrico	Debe ser compatible con la red trifásica
C2	Dimensiones físicas	Ocupación espacial optimizada para el flujo de trabajo en planta.
C3	Viabilidad económica	Viabilidad económica según presupuesto, sin comprometer la integridad técnica.
C4	Rigidez estructural	Rigidez y resistencia mecánica ante cargas dinámicas de enrollado.
C5	Desempeño funcional	Tiene que ser de fácil uso, Control de tensión y uniformidad en la recolección del textil.
C6	Ergonomía operativa	Fácil mantenimiento e interfaz operativa que minimiza el esfuerzo físico y riesgos posturales.
C7	Materiales	Selección de elementos durables, resistentes y compatibles con el producto procesado.
C8	Capacidad operativa	Soporte nominal de ancho, peso y velocidad angular en régimen normal.
C9	Movilidad técnica	Desplazamiento controlado y posicionamiento seguro dentro del área técnica.
C10	Mantenimiento	Accesibilidad para procesos de inspección, limpieza y reparación.

Se establece una matriz de ponderación para determinar la importancia relativa de los criterios de selección de la mejor alternativa de diseño. Este método identifica, de manera técnica y justificada, la relevancia de cada parámetro en función del rendimiento mecánico, la adaptabilidad operativa y la viabilidad del proyecto. Los resultados de la ponderación global se presentan en la **Tabla 4.10.**

Tabla 4.10 Ponderación de criterios.

Criterios	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Σ+1	Ponderación
C1	-	0	0,5	0,5	0	0	0,5	1	1	1	4,5	8,33
C2	1	-	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	8	14,81
C3	0,5	0	-	0,5	0,5	1	1	1	1	1	7,5	13,89
C4	0,5	0,5	0,5	-	0,5	0,5	1	1	1	1	7,5	13,89
C5	1	0,5	0,5	0,5	-	1	1	1	1	1	8,5	15,74
C6	1	0,5	0	0,5	0	-	0,5	1	1	1	6,5	12,04
C7	0,5	0,5	0	0	0	0,5	-	1	1	1	5,5	10,19
C8	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	3	5,56
C9	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0,5	1,5	2,78
C10	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	-	1,5	2,78
											54	100

Tabla 4.11 Valores de la ponderación global de criterios.

Criterio	Ponderación (%)
Desempeño Funcional	15,74
Dimensiones físicas	14,81
Viabilidad económica	13,89
Rigidez estructural	13,89
Ergonomía operativa	12,04
Materiales	10,19
Suministro eléctrico	8,33
Capacidad operativa	5,56
Movilidad técnica	2,78
Mantenimiento	2,78

La **Tabla 4.11** establece que el desempeño funcional posee la mayor prioridad (15,74%), seguido por las dimensiones físicas (14,81%), la viabilidad económica y la rigidez estructural (13,89% cada uno). Estos valores derivan de su incidencia directa en la eficiencia, adaptabilidad y factibilidad de manufactura. Asimismo, se cuantifican la ergonomía operativa (12,04%) y la selección de materiales (10,19%). Los parámetros de alimentación eléctrica, capacidad operativa, movilidad y mantenimiento presentan una ponderación menor, debido a su carácter secundario en un diseño de naturaleza modular y estacionaria.

Este análisis constituye el fundamento técnico para la comparación de las alternativas propuestas. En el A **Anexo** A se detalla la evaluación de cada alternativa respecto a los criterios establecidos. La **Alternativa 3** presenta un desempeño superior en todos los indicadores, por lo cual se selecciona como la base para el desarrollo del diseño final.

4.3.2 Ponderación final

Se evalúan las tres alternativas de diseño respecto a los criterios establecidos. El proceso implica la asignación de valores porcentuales a cada alternativa (detallados en el **Anexo A**), los cuales se multiplican por los coeficientes de importancia relativa obtenidos previamente (ver **Tabla 4.10**).

Un valor numérico superior indica un comportamiento óptimo de la alternativa frente a los requerimientos técnicos del proyecto.

Tabla 4.12 Valor final de ponderado.

Conclusiones	C5	C2	C3	C4	C6	C7	C1	C8	C9	C10	Σ	Ponder.
Alternativa 1	2,623	3,703	2,315	3,473	4,013	1,698	2,777	0,927	0,927	0,927	**23,382**	**3**
Alternativa 2	6,558	4,937	5,788	4,630	4,013	4,246	2,777	1,853	0,927	0,927	**36,655**	**2**
Alternativa 3	6,558	6,171	5,788	5,788	4,013	4,246	2,777	2,780	0,927	0,927	**39,973**	**1**

El análisis comparativo determina que la Alternativa 3 presenta la mayor viabilidad técnica con un puntaje total de 39,973. Esta opción destaca en los parámetros de funcionalidad, dimensiones, costo y rigidez estructural, lo que asegura eficiencia operativa y adaptabilidad al proceso. La Alternativa 2 obtiene una puntuación de 36,655, con un desempeño favorable, aunque con limitaciones en capacidad operativa y dimensiones físicas. Por último, la Alternativa 1 registra 23,382 puntos, resultando la opción menos favorable debido a restricciones críticas en funcionalidad, costos de manufactura, selección de materiales y capacidad operativa.

4.4 Especificaciones del sistema diseñado

El diseño final se prioriza bajo criterios de seguridad, funcionalidad y eficiencia operativa. La estructura incorpora un revestimiento de láminas de acero galvanizado para minimizar riesgos operativos y asegurar la integridad de los componentes internos. La base estructural se construye con perfiles de acero laminado en ángulo (L), los cuales proporcionan rigidez mecánica y facilitan el montaje; por su parte, el soporte de los rodillos se fabrica mediante perfiles tipo canal (U).

Para el proceso de bobinado, se emplean núcleos metálicos tubulares que actúan como eje principal, con una capacidad de carga de hasta 350 metros de textil, lo cual optimiza la gestión del material.

El sistema se integra con tres rodillos de acero posicionados estratégicamente que, en conjunto con un mecanismo sujetador, garantizan un enrollado uniforme y libre de irregularidades superficiales.

Asimismo, se integra un contador de metraje para el monitoreo en tiempo real de la producción. El sistema se complementa con una tolva de almacenamiento, chumaceras, un panel de control, acoples de transmisión y un sistema de tensión regulable; elementos que aseguran la operatividad del conjunto. La **Fig. 4.7** ilustra la configuración final del sistema, mientras que la **Tabla 4.13** detalla la lista de componentes con sus respectivas optimizaciones funcionales.

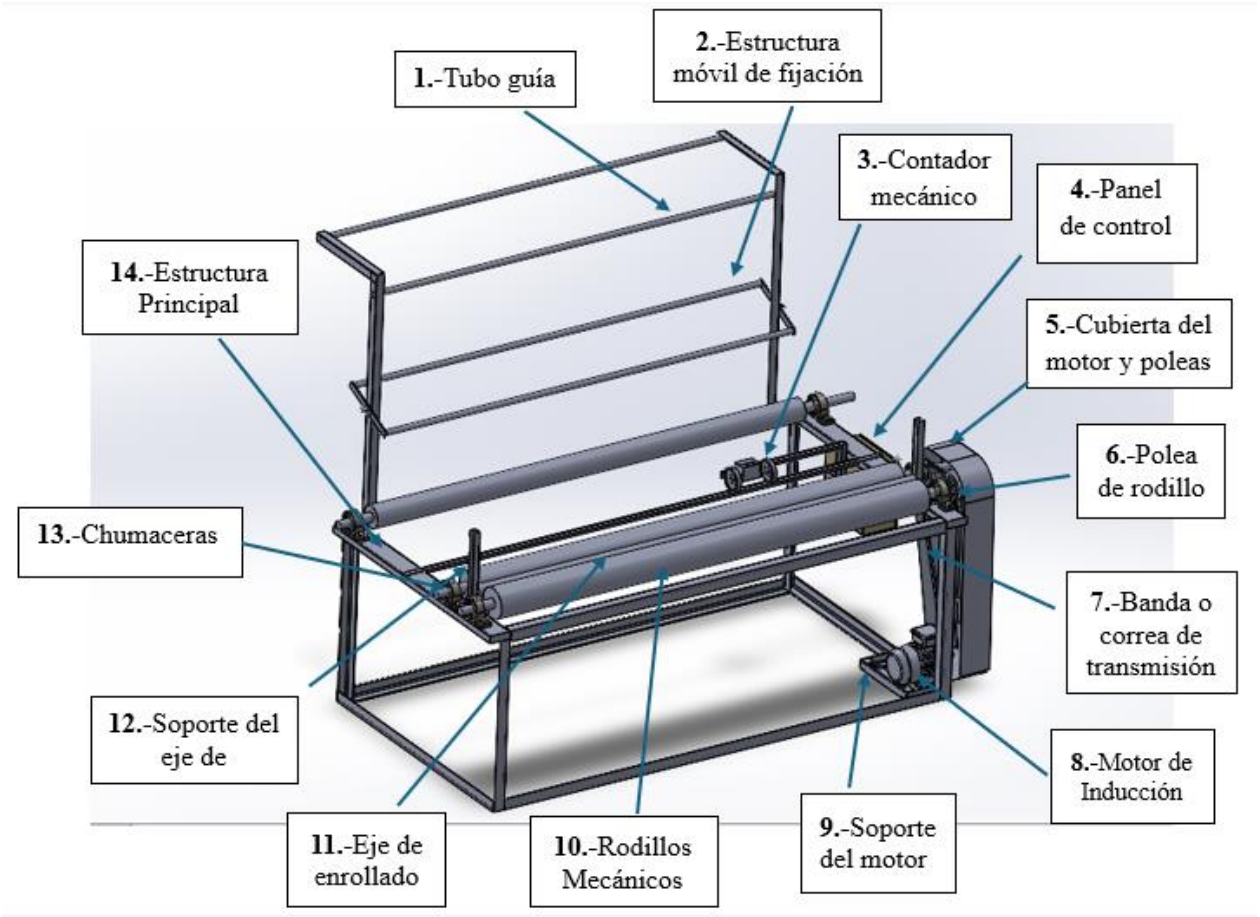


Fig. 4.7 Solución final. Vista isométrica.

Tabla 4.13 Componentes que conforma la solución final.

Nro.	Pieza	Observación
1	Tubo guía	Alineador axial de la trayectoria textil.
2	Estructura móvil de fijación.	Regulador de tensión tangencial en el bobinado.
3	Contador mecánico.	Sensor de odometría para registro de longitud lineal.
4	Panel de Control.	Interfaz de mando y gestión de ciclos operativos.
5	Cubierta del motor y poleas.	Guarda de seguridad contra riesgos mecánicos, minimizando riesgos durante la operación.
6	Poleas de rodillos y acople de motor.	Elementos de transferencia de torque y velocidad.
7	Banda o correa de transmisión.	Conecta poleas para asegurar un desplazamiento sincronizado de los rodillos.
8	Motor de inducción.	Genera el movimiento rotativo necesario para el proceso de enrollado.
9	Soporte del motor	Bastidor de anclaje y mitigación de vibraciones.
10	Rodillo mecánico.	Cilindro de presión para uniformidad del tejido.
11	Eje de enrollado.	Mandril de acumulación de carga textil.
12	Soporte del eje de enrollado.	Alojamiento rígido para el eje de bobinado.
13	Chumacera.	Rodamiento para soporte de cargas radiales y giro suave.
14	Estructura Principal	Chasis de soporte para cargas estáticas y dinámicas.

4.4.1 Estructura

La estructura constituye la base cinemática y el soporte rígido del sistema de bobinado. Su función principal radica en garantizar la estabilidad del bastidor ante las fuerzas inerciales y las cargas dinámicas operativas. La arquitectura del soporte asegura la alineación concéntrica de los ejes rotativos, lo cual permite el control de la tensión y la uniformidad en el enrollado de la fibra textil.

El diseño prioriza la rigidez flexional y la amortiguación de vibraciones mecánicas para evitar deformaciones que comprometan la geometría del producto. Asimismo, la configuración estructural permite la integración de los subsistemas de tracción y guía. Finalmente, la disposición de los elementos facilita el mantenimiento y optimiza el área de trabajo mediante un diseño modular y compacto.

4.4.1.1. Descripción de materiales y componentes:

Angulo de acero de perfil (L):

El perfil angular de acero (L) consiste en una sección transversal de ángulo recto con alas perpendiculares entre sí. Este elemento, se emplea como componente estructural primario en sistemas de soporte, armaduras y marcos metálicos.

La estructura principal y secundaria se construye con perfil L de acero ASTM A36 / SAE 1008 (ver **B** Anexo B). Esta configuración comprende columnas verticales, así como vigas longitudinales y transversales, lo cual proporciona estabilidad y soporte al conjunto motor-transmisión. El diseño modular facilita el montaje y transporte del equipo bajo dimensiones compactas. Asimismo, la rigidez del perfil asegura la alineación precisa de los componentes, lo que garantiza la eficiencia operativa y la vida útil del sistema en entornos de producción textil.

La **Tabla 4.14** especifica las dimensiones, la cuantía de cada componente y el tipo de perfil requerido para la fabricación de la estructura.

Tabla 4.14 Especificaciones del ángulo de acero perfil tipo (L).

Nº	Cantidad	Dimensión geométrica (mm)	Longitud (mm)
1	4	AL 50x6	785
2	4	AL 50x6	2240
3	2	AL 50x6	1200
4	2	AL 50x6	350
5	2	AL 50x6	180
6	2	AL 40x3	1500
7	1	AL 40x3	455
8	1	AL 30x3	2240
9	2	AL 30x3	600
10	2	AL 30x3	360
11	1	AL 30x3	300
12	1	AL 30x3	215
13	2	AL 30x3	200

Chumaceras:

Las chumaceras actúan como soportes mecánicos que facilitan la rotación del eje, cuya función es minimizar la fricción y el desgaste de los componentes. Estos elementos consisten en rodamientos montados que proporcionan apoyo radial y se alinean paralelamente al eje del árbol de transmisión. La **Tabla 4.15** detalla las especificaciones técnicas (ver C **Anexo** C) de los componentes bajo certificación ISO 9001 requeridos para el sistema.

Tabla 4.15 Especificaciones de la chumacera UCP208-24.

Nº	Cantidad	Denominación	Tipo	Diámetro interno (mm)
1	6	Chumacera	UCP208-24	38

Tubo redondo de acero inoxidable:

El tubo redondo, constituye un elemento estructural de sección cilíndrica fabricado en acero o aluminio. Se emplea debido a su elevada relación resistencia-peso, actuando como soporte o guía dentro del sistema de enrollado. Su geometría tubular proporciona rigidez mecánica y ligereza, lo que facilita el desplazamiento lineal o funciona como eje pasivo de sujeción para los mecanismos móviles. Las dimensiones, cuantía y normativas de este perfil se especifican en la **Tabla 4.16** y el **D Anexo D**, bajo la norma NTE INEN 2415.

Tabla 4.16 Especificaciones del tubo redondo galvanizado.

Nº	Cantidad	Denominación Tubo redondo	Dimensión exterior(mm)	Longitud (mm)
1	1	-	50.80 x 1,5	2150
2	2	-	25 x 1,5	2000
3	2	-	25 x 1,5	1990

Rodillo mecánico de poliuretano.

El rodillo mecánico de poliuretano constituye un componente cilíndrico que establece la interfaz de contacto entre el material textil y el sistema de arrastre. Su función principal radica en el soporte y guía de la correa de transmisión mediante un movimiento rotacional controlado, lo que facilita el desplazamiento progresivo de la tela. De acuerdo la superficie del rodillo integra recubrimientos elastoméricos o acabados antideslizantes que optimizan el coeficiente de fricción sin comprometer la integridad estructural de la fibra textil.

Las especificaciones técnicas y dimensiones de este componente se encuentran consignadas en la **Tabla 4.17**, donde se verifican las tolerancias geométricas necesarias para un funcionamiento eficiente. El diseño y la selección de materiales se rigen bajo los estándares de gestión de calidad de la norma ISO 9001, asegurando la repetitividad y confiabilidad en el proceso de manufactura. Finalmente, en el **E Anexo E** se encuentra las especificaciones de las dimensiones del tipo de rodillo que se usará.

Tabla 4.17 Especificaciones de los rodillos mecánicos.

Nº	Cantidad	Denominación	Material	Largo (mm)	Diámetro (mm)
1	2	Rodillo mecánico	Poliuretano	2520	140
2	1	Rodillo mecánico	Poliuretano	2520	102

Perfil tipo (U):

El perfil estructural tipo U que se eligió se encuentra en el **(F Anexo F)**, constituye el elemento de soporte principal en el bastidor de la máquina, cuya geometría geométrica proporciona una elevada relación resistencia-peso y rigidez flexional. Este componente sustenta los rodillos mecánicos y el

bobinado de tela, absorbiendo las cargas estáticas y las tensiones dinámicas derivadas del proceso de enrollado.

Las propiedades mecánicas y dimensiones nominales de este perfil se especifican en la **Tabla 4.18**. Asimismo, el material y los criterios de soldabilidad cumplen con los requisitos técnicos de la norma NTE INEN 1623, que regula las características de los perfiles de acero estructural conformados en frío o en caliente.

Tabla 4.18 Especificaciones del perfil canal (U).

Nº	Cantidad	Denominación Perfil (U)	Dimensión geométrica (mm)	Longitud (mm)
1	2	Perfil canal (U)	C 100x50x2	1200

Planchas lisas de recubrimiento:

La plancha de recubrimiento constituye elementos de protección superficial destinados al resguardo de los componentes internos y a la conformación del carenado de la máquina. Estos componentes, fabricados en acero al carbono o aleaciones de aluminio, proporcionan una superficie con baja rugosidad que minimiza el desgaste por fricción y protege el sistema contra agentes externos. Las especificaciones de espesor y acabado superficial se detallan en la **Tabla 4.19.**

La selección de estos materiales y sus tolerancias de fabricación se rigen por los estándares de calidad de la norma NTE INEN 115, asegurando la integridad estructural de los paneles bajo condiciones operativas. Por su parte, las dimensiones exactas de la plancha galvanizada se encuentran en el **G Anexo G.**

Tabla 4.19 Especificaciones de la plancha de recubrimiento.

Nº	Cantidad	Denominación Plancha	Tipo	Espesor (mm)	Longitud (mm)
1	1	Plancha galvanizada	G-40	1	1219

4.4.1.2. Análisis estático de la estructura

Para verificar la integridad estructural de la máquina de enrollado, se ejecuta un análisis estático mediante el Método de Elementos Finitos (MEF) en el software SolidWorks. Este estudio permite determinar la capacidad de la estructura para resistir las cargas operativas sin alcanzar deformaciones plásticas ni fallas mecánicas.

El análisis se centra en el rodillo principal, componente donde se aplica una carga distribuida que simula la fuerza gravitatoria ejercida por la masa del rollo de tela.

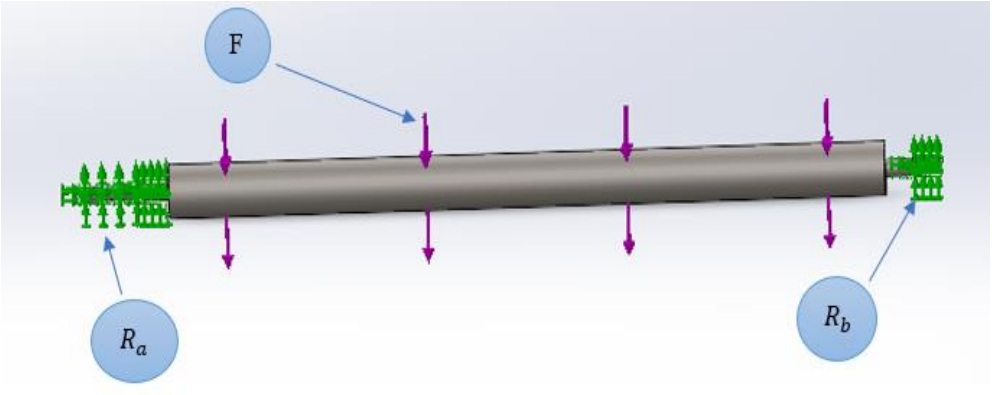


Fig. 4.8 Elemento principal para el análisis estático.

Para la ejecución del análisis estático, se establecen condiciones de contorno que simulan el comportamiento operativo del sistema **Fig. 4.8**. Se define una restricción de soporte fijo en los puntos de contacto de la estructura principal. Asimismo, se aplica una carga vertical descendente de 490.5N (equivalente a 50kg), la cual representa la fuerza máxima ejercida sobre la celda de carga por el rollo de tela. Para el modelado numérico, se asigna el material ASTM A36, cuyas propiedades mecánicas se utilizan para caracterizar tanto los componentes de acero estructural como el núcleo de los rodillos.

Simulación de elementos finitos:

Al ejecutar el análisis con un mallado grueso, se obtienen los resultados ilustrados en la **Fig. 4.9**.

El estudio de elementos finitos se extiende a configuraciones de malla media y fina para generar un estudio de convergencia.

Esfuerzo máximo de von Mises (MPa):

El análisis de tensiones mediante el criterio de von Mises determina un valor máximo de 5,886MPa. Al contrastar este resultado con el límite elástico del acero ASTM A36 (250MPa), se confirma que la estructura opera estrictamente dentro del régimen elástico. La magnitud del esfuerzo inducido representa apenas el 23.5% de la capacidad de fluencia del material, lo que descarta cualquier riesgo de deformación permanente bajo las condiciones de carga estática evaluadas.

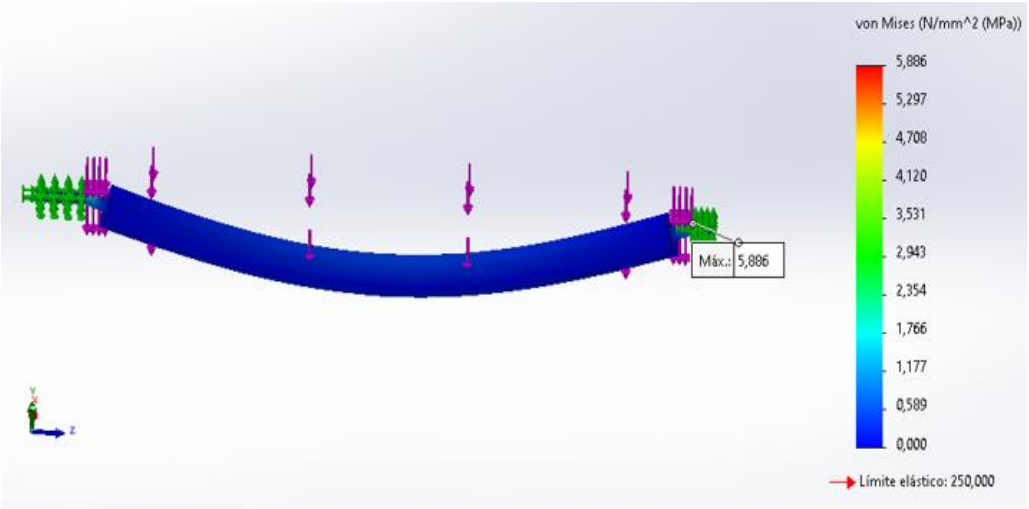


Fig. 4.9 Esfuerzo máximo de von Mises (MPa).

Desplazamiento máximo en (mm):

El estudio de deformación identifica que los desplazamientos máximos se localizan en la sección central del rodillo, zona de mayor susceptibilidad por la distancia respecto a los apoyos. Por el contrario, los puntos de sujeción y nodos de soporte exhiben desplazamientos nulos o despreciables como se muestra en la **Fig. 4.10,** esto es debido a las restricciones de movimiento impuestas en las condiciones de contorno. Esta distribución de deflexión valida la rigidez estructural del conjunto

ante el vector de carga vertical.

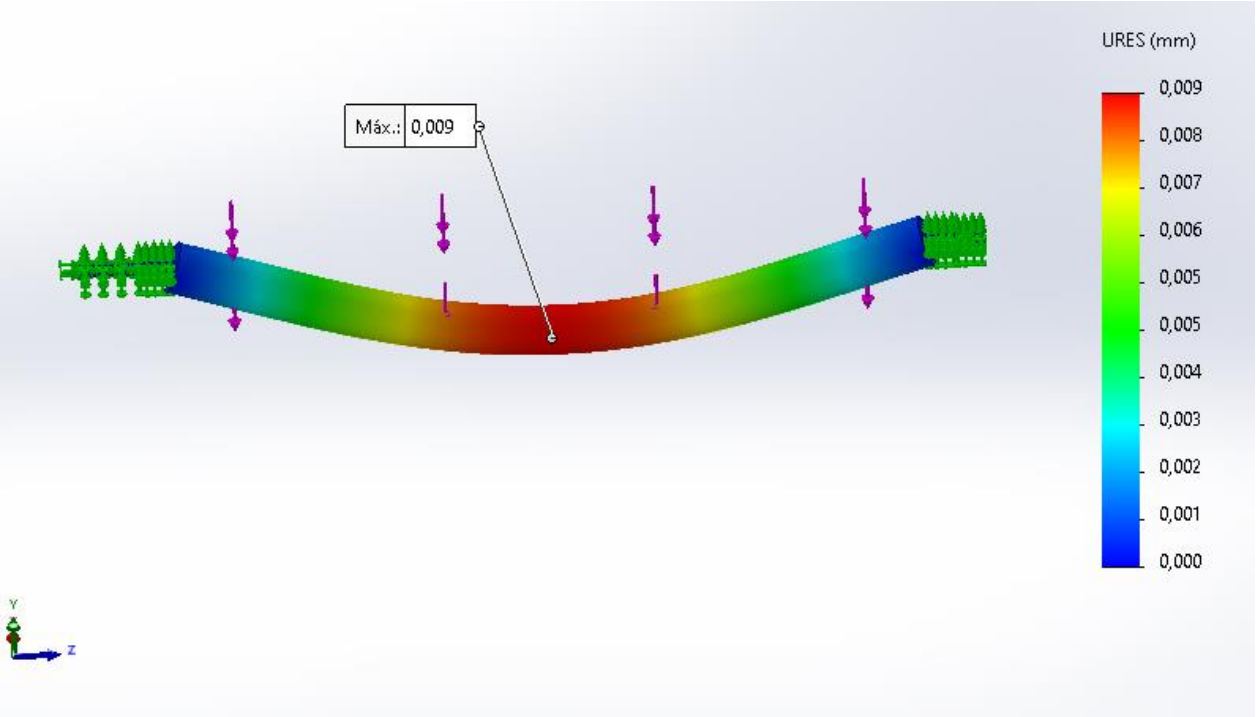


Fig. 4.10 Desplazamiento máximo en (mm).

Factor de Seguridad:

El análisis de integridad arroja un factor de seguridad (FOS) mínimo de 4,366 como se ilustra en la **Fig. 4.11**. Este valor supera el umbral crítico de la unidad y se ajusta a los estándares de diseño mecánico para componentes estáticos con cargas controladas. La obtención de un FOS superior a 1.0 garantiza la estabilidad estructural y la fiabilidad operativa del sistema, asegurando que la máquina de enrollado soporta las exigencias mecánicas sin comprometer la seguridad del proceso.

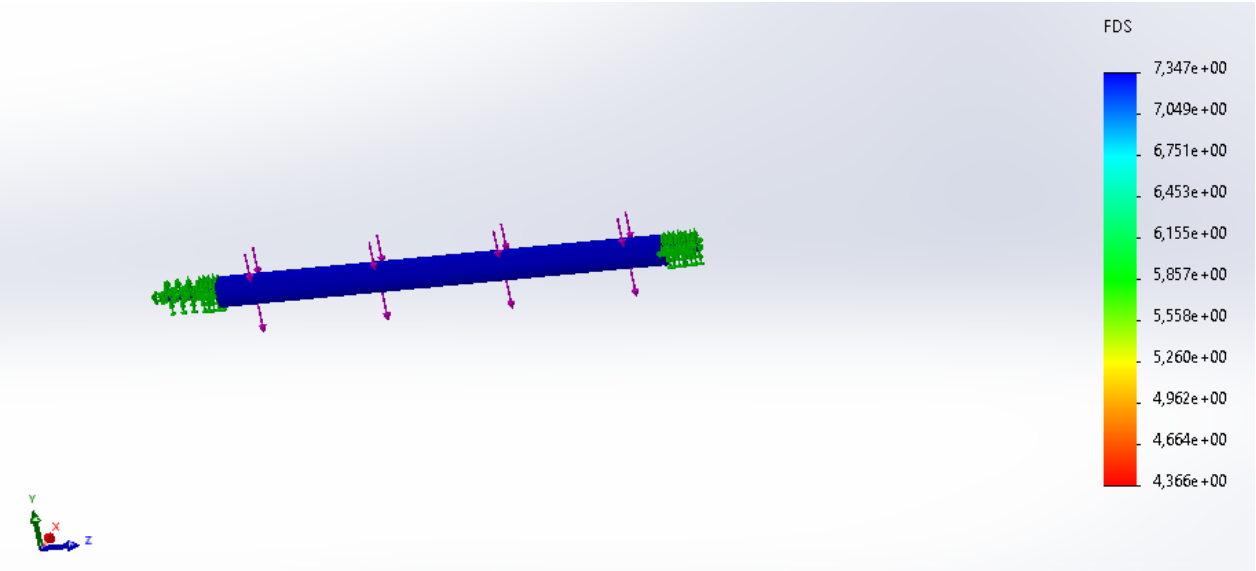


Fig. 4.11 Factor de Seguridad.

Estudio de convergencia:

En la **Tabla 4.20**, se presentan y comparan los valores de esfuerzo máximo, desplazamiento máximo, deformaciones unitarias y factor de seguridad, en función del número de elementos y nodos para cada nivel de densidad de malla.

Tabla 4.20 Especificaciones de la plancha de recubrimiento.

Densidad de la malla	Desplazamiento máximo en (mm)	Esfuerzo máximo de von Mises (MPa)	Deformaciones Unitarias	Factor de Seguridad	Número de elementos	Número de nodos
Malla gruesa	0,009	5,886	$2{,}320x10^{-5}$	4,366	2204	4154
Malla media	0,009	7,083	$2{,}708x10^{-5}$	2.263	6940	11634
Malla fina	0,009	6,448	$2{,}581x10^{-5}$	2.891	22923	35500

Para la validación de los resultados numéricos, se emplean modelos matemáticos que permiten determinar el momento flector máximo, el esfuerzo máximo y el factor de seguridad de forma analítica. Los desarrollos matemáticos detallados y el procedimiento de cálculo correspondiente se

encuentran documentados en el **H Anexo** H.

4.4.1.3. Simulación CAD (ensamblaje, desplazamientos y soportes):

En la **Fig. 4.12,** se presenta el modelo tridimensional del conjunto, donde se visualizan los componentes extruidos y elementos estructurales que integran la máquina. A continuación, se describen detalladamente las especificaciones técnicas de cada elemento que constituye la solución propuesta para el sistema de enrollado de tela, enfatizando su función dentro del ensamblaje mecánico.

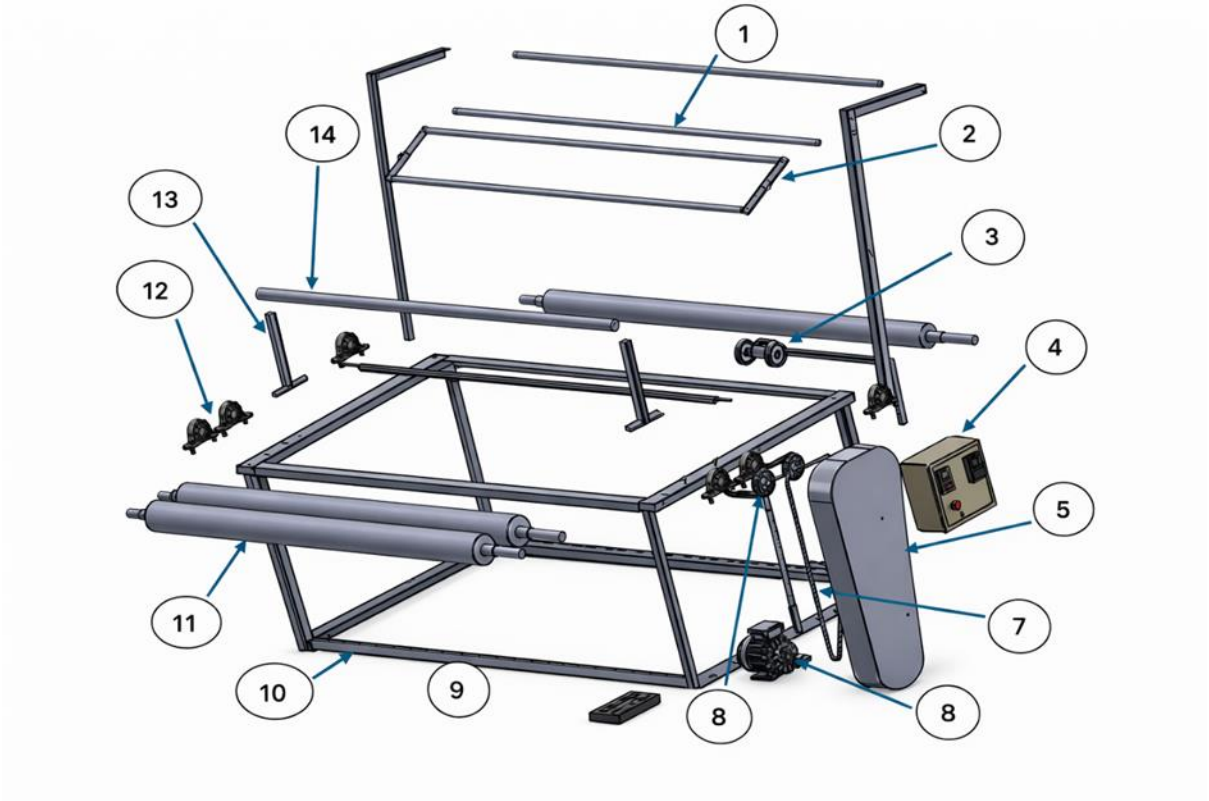


Fig. 4.12 Componentes extruidos de la máquina.

Tabla 4.21 Componentes que conforma la solución.

Nro.	Elementos	Función	Material

1	Tubo guía	Asegura la alineación axial de la trayectoria textil durante el desplazamiento.	Acero galvanizado
2	Estructura móvil de fijación.	Regula la tensión tangencial durante el proceso de bobinado.	Acero galvanizado
3	Contador mecánico.	Registra la longitud lineal mediante un sistema de odometría mecánica.	ABS, poli acetal
4	Panel de Control.	Gestiona los ciclos operativos y actúa como interfaz hombre-máquina (HMI).	Acero o Aluminio
5	Cubierta del motor y poleas.	Actúa como guarda de seguridad para mitigar riesgos mecánicos por atrapamiento.	Aluminio galvanizado
6	Banda o correa de transmisión.	Vincula las poleas para garantizar el movimiento sincronizado de los rodillos.	Caucho
7	Motor de inducción.	Suministra la potencia rotativa necesaria para el accionamiento del sistema.	Acero negro
8	Poleas de rodillos y acople de motor.	Transfieren el torque y la velocidad angular hacia los elementos móviles.	Aluminio fundido
9	Soporte del motor	Provee anclaje al bastidor y mitiga las vibraciones mecánicas del motor.	Acero negro
10	Estructura Principal	Actúa como chasis para la absorción de cargas estáticas y dinámicas.	Acero negro
11	Rodillo mecánico	Ejerce una fuerza normal sobre el tejido para garantizar la uniformidad del rollo.	Poliuretano, Hierro fundido
12	Chumacera.	Aloja el rodamiento que soporta las cargas radiales y facilita el giro suave.	Acero negro
13	Soporte del eje de enrollado.	Constituye el alojamiento rígido para el posicionamiento del eje de bobinado.	Acero negro
14	Eje de enrollado.	Funciona como mandril para la acumulación y soporte de la carga textil.	Acero galvanizado

4.4.2 Sistema de transmisión

Como se muestra en la **Fig. 4.13,** el sistema de transmisión proporciona el movimiento rotativo necesario para la operación continua de los rodillos. Este conjunto integra un motor eléctrico

trifásico que transfiere el torque hacia los dos ejes principales mediante una configuración de poleas y bandas.

Para garantizar un arranque suave y regular las velocidades de operación, se implementa un variador de frecuencia (VFD). Asimismo, la arquitectura modular de la transmisión optimiza los procesos de montaje, inspección y sustitución de componentes.

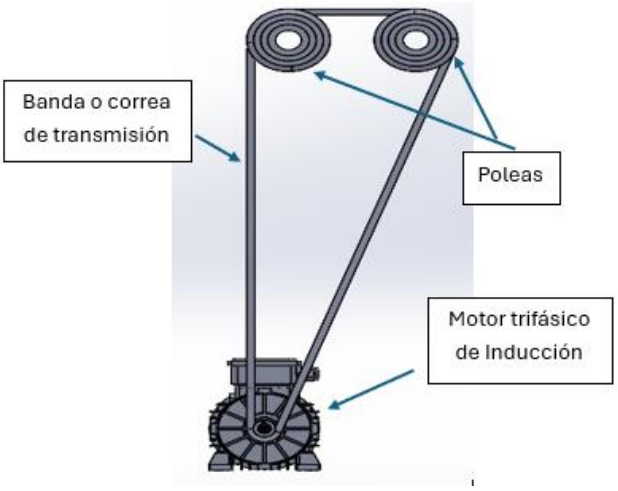


Fig. 4.13 Sistema de transmisión.

Banda o correa de transmisión.

Este elemento constituye un componente flexible de transmisión de potencia que vincula el actuador electromecánico con el sistema de poleas para transferir el par rotacional. El mecanismo opera mediante fuerzas de fricción generadas en la interfaz entre la correa y los flancos de la polea, factor determinante para la eficiencia mecánica del sistema. Según se ilustra en la **Fig. 4.14**, la manufactura emplea materiales elastoméricos como caucho reforzado o fibras de poliéster.

La selección del perfil y material se visualiza (I **Anexo** I) donde podemos decir que fundamenta en las cargas dinámicas y las velocidades tangenciales de operación de la máquina enrolladora, siguiendo los criterios de dimensionamiento registrados en la **Tabla 4.22**. Asimismo, los procesos

de fabricación y el control de calidad del componente se alinean con los estándares de gestión técnica de la norma ISO/TS 16949, asegurando la confiabilidad bajo condiciones de trabajo continuo.

Fig. 4.14 Banda o correa de Transmisión [17].

Tabla 4.22 Especificaciones de la banda o correa de transmisión.

Nº	Cantidad	Denominación	Tipo	Número de dientes	Ancho de la banda(mm)
1	1	Banda o correa	DAYCO 13A1900C	190	13

Polea de rodillos y motor.

Este elemento constituye un componente crítico en el sistema de transmisión de potencia, donde el conjunto consta de una polea solidaria a un eje, vinculada mecánicamente a un actuador electromecánico. Esta configuración regula la trayectoria y garantiza la tensión nominal en la correa de transmisión, conforme a los diámetros de la **Tabla 4.23**.

El componente posee libertad de rotación para minimizar las pérdidas por fricción, facilitando la transferencia de par cinemático desde el motor hacia los subsistemas de la máquina. Asimismo, las especificaciones geométricas y de montaje de este elemento se rigen bajo la norma ISO 254, la cual

asegura la calidad y el acabado superficial de las poleas para transmisiones por correas en V. Las verificaciones técnicas adicionales se consignan en el **J Anexo J.**

Tabla 4.23 Especificaciones de las poleas.

Nº	Cantidad	Denominación Polea	Dimensión exterior(mm)	Material	Canales
1	2	-	180	Hierro fundido	1
2	1	-	65	Hierro fundido	1

Motor Toshiba Corporation de inducción trifásico:

El motor de inducción Toshiba, convierte la energía eléctrica en energía cinética rotativa mediante la interacción de campos magnéticos. Su construcción emplea una carcasa metálica de alta resistencia, núcleo de acero laminado y devanados de cobre, lo que optimiza la eficiencia y durabilidad en aplicaciones industriales con requerimientos mínimos de mantenimiento. Las especificaciones técnicas se detallan en la **Tabla 4.24**, mientras que las verificaciones complementarias se consignan en el K **Anexo** K**.**

Tabla 4.24 Especificaciones del motor Toshiba.

Cantidad	Características	Descripción
1	Norma de fabricación	• Cumple con estándares NEMA e IEEE-841 para uso industrial severo
	Frecuencia de operación	• De 50Hz y 60 Hz
	Tensiones disponibles	• Tensiones de 220/380 V
	Capacidad	• 0,5 HP hasta 350 HP
	Tipo de carcasa	• Hierro fundido, grado de protección IP54, resistente a ambientes húmedos y polvorientos
	Nivel de vibración	• Inferior a 0.06 in/seg (1.5 mm/seg)

A continuación, se presenta la determinación de la velocidad angular en el eje del motor de inducción se efectúa mediante las siguientes expresiones matemáticas. Inicialmente, se calcula la velocidad síncrona (n_s), la cual depende de la frecuencia del sistema y el número de polos del estator:

Ecuación 5

$$n_s = \frac{120f}{P} \quad \textbf{(5)}$$

Donde:

n_s = Velocidad síncrona (rpm).

P = Número de polos del motor.

f = Frecuencia del sistema (Hertz).

Posteriormente, la velocidad real del rotor (n_T) se obtiene al considerar el deslizamiento(s), factor crítico que define el par motor en máquinas de inducción:

Ecuación 6

$$s = \frac{n_s - n_T}{n_s} \quad \textbf{(6)}$$

$$n_T = n_s(1 - s)$$

Donde:

n_T = Velocidad mecánica del eje (rpm).

n_s = Velocidad síncrona (rpm).

s = Deslizamiento.

4.4.3 Sistema de Control

El sistema de control de la máquina enrolladora de tela garantiza una operación segura y eficiente mediante la integración de protecciones térmicas, controles manuales y un esquema de automatización básica. Este esquema asegura la ejecución de los ciclos de arranque y paro, así como la protección y el monitoreo del motor. El diseño asegura el arranque, paro, protección y monitoreo del equipo sin exigir competencias técnicas avanzadas por parte del operario.

4.4.3.1 Panel de control (componentes, disposición y función):

El panel de control o Tablero de control de la **Fig. 4.15, se** centraliza en la interfaz hombre-máquina (HMI) y los dispositivos de maniobra mediante los siguientes elementos:

1. **Interruptor principal encendido/apagado:** Actúa como dispositivo de seccionamiento maestro para la energización del variador de frecuencia, habilitando la ejecución de comandos subsecuentes.

2. **Variador de Frecuencia:** Modula la relación frecuencia-voltaje para el control de la velocidad angular del motor y permite la configuración de rampas de aceleración y desaceleración.

3. **Switch de encendido y apagado:** Ejecuta el suministro o corte de energía eléctrica hacia el sistema de enrollado.

4. **Pulsador paro de emergencia:** Pulsador de acción bloqueante tipo hongo (color rojo) que garantiza la detención inmediata del proceso ante condiciones críticas.

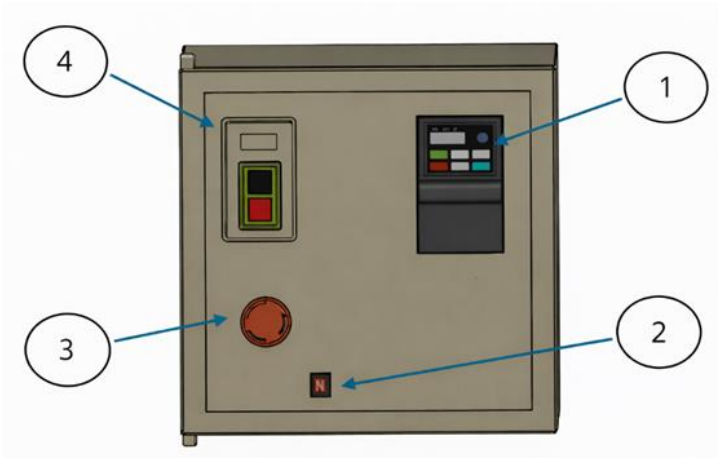


Fig. 4.15 Tablero o control de mando.

Tabla 4.25 Especificaciones del Tablero de control.

Nro.	Elemento	Cantidad	Características
1	Interruptor principal encendido/apagado	1	Corriente y voltaje nominal: CA 500 V 15 A; Potencia: 7.5KW; Cantidad de poste: 3P
2	Variador de Frecuencia	1	VFD002EL21A Delta VFD, 1.5 a 2 hp, 220 V, monofásico, compacto de alto rendimiento
3	Switch de encendido y apagado	1	De 4 pines y 2 posiciones (bipolar o DPST) Opera comúnmente a 20A a 125V AC o 16A/15A a 250V AC
4	Pulsador paro de emergencia	1	Voltaje: 400V Contactos: 2 NC Temperatura ambiente: -5°C~+40°C

Variador de frecuencia:

El variador de frecuencia serie VFD-EL de la **Fig. 4.16,** constituye una unidad de control de CA con arquitectura multifuncional. El dispositivo integra un filtro EMI, interruptor RFI y bus de CC para conexión en paralelo. Asimismo, dispone de sistemas de detección de corriente de alta

precisión, protocolos de protección contra sobrecargas y una interfaz guía de usuario ubicado en el **L Anexo** L mediante teclado integrado para la parametrización del motor ubicado.

Fig. 4.16 Variador de frecuencia VFD002EL21A Delta [18].

Tabla 4.26 Especificaciones técnicas del variador VFD002EL21A.

Características	Valor
|Marca	Delta
Modelo	VFD002EL21A
Potencia nominal	1.49 kW (2Hp)
Tensión de entrada	monofásica 200–240 V CA (±10 %)
Tensión de entrada	trifásico 0–240 V CA
Corriente nominal	1,6 amperios
Rango de frecuencia	2–12 kHz ajustable
Panel de visualización	LED de 4 dígitos con indicadores FWD, REV, RUN y STOP
Características de protección	Sobretensión, sobre corriente, sobrecarga, cortocircuito y falla a tierra.
Entradas analógicas	0 – 10 V para potenciómetro externo.

4.4.3.2. Lógica de operación:

Diagrama de flujo o pseudocódigo de funcionamiento.

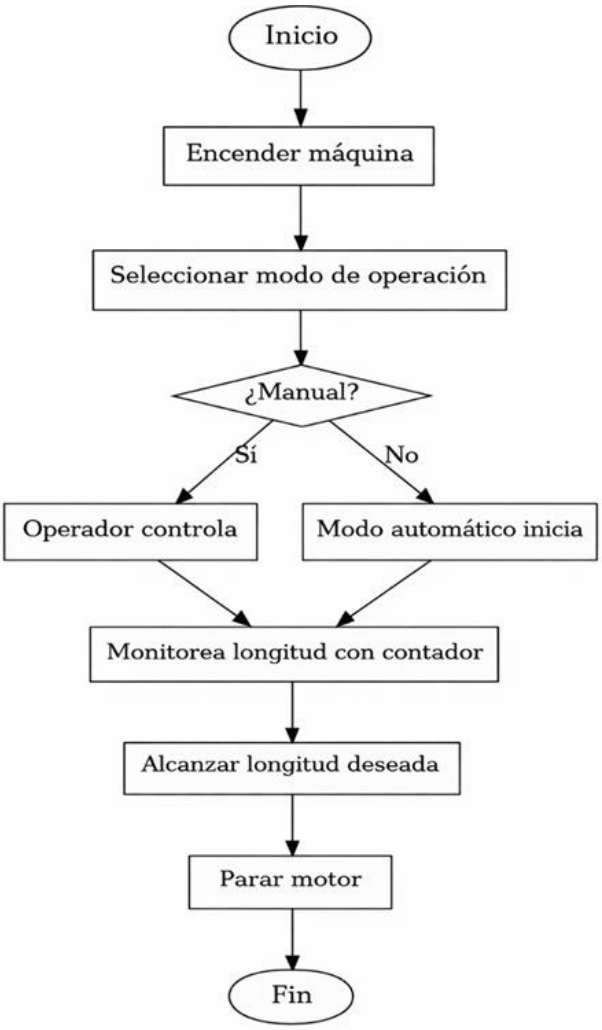


Fig. 4.17 Pseudocódigo de funcionamiento.

Modos de operación: automática/manual.

Manual de Modo:

- El operador controla directamente la velocidad de enrollado mediante el potenciómetro.
- El contador muestra la cantidad inscrita en tiempo real.

- El operador determina cuándo detener el proceso.
- Ideal para materiales especiales o pruebas.

Modo automático:

- El operador programa la longitud deseada de material.
- La máquina opera a una velocidad predefinida optimizada.
- El sistema detiene automáticamente el motor cuando alcanza la medida programada.
- El ajustador de orillo mantiene la alineación correcta durante todo el proceso.
- Ideal para producción en serie con medidas estandarizadas.

4.4.4 Sistema Eléctrico:

El esquema debe incluir:

Conexiones del motor: A la fuente de alimentación y al panel de control.

Circuitos de seguridad: Para el botón de emergencia y las alarmas.

4.4.4.1. Esquema eléctrico y diagrama de conexiones:

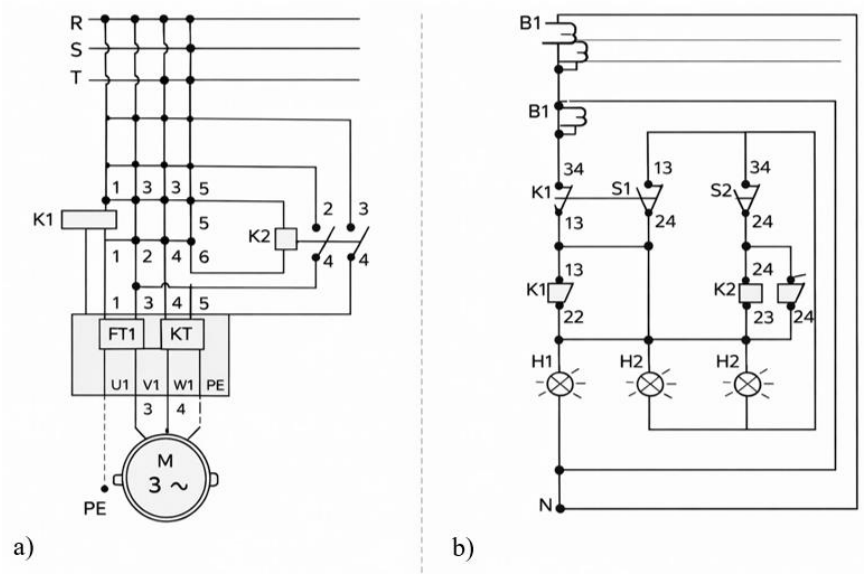


Fig. 4.18 a) Circuito de potencia y b) Circuito de control.

a) Circuito de potencia:

La alimentación trifásica (R, S, T) suministra energía a través de los contactores de potencia K1 (giro horario) y K2 (giro antihorario). La inversión de marcha se ejecuta mediante el intercambio de dos fases al activar K2, lo que altera la secuencia de fases hacia el estator del motor (M3). El sistema dispone de un relé térmico (FT1) para la protección contra sobrecargas y una conexión de puesta a tierra (PE) para derivación de corrientes de falla.

b) Circuito de control:

Esta sección se energiza mediante un transformador de aislamiento (B1) que adecua los niveles de tensión de mando. La operación se gestiona a través de los siguientes componentes:

Accionamiento: Los pulsadores S1 y S2 conmutan las bobinas de los contactores K1 y K2 respectivamente.

Enclavamiento y Retención: Se utilizan contactos auxiliares para el auto mantenimiento de la maniobra y un enclavamiento eléctrico cruzado que impide la activación simultánea de ambos contactores, evitando cortocircuitos entre fases.

Señalización: Las lámparas piloto H1 y H2 indican visualmente el estado operativo y el sentido de rotación activo.

Cálculo de la corriente.

Ecuación 7

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * f_p * \eta} \quad \textbf{(7)}$$

$\boldsymbol{I} = Corriente.$
$\boldsymbol{P} = Potencia$:2.95 Hp → 2.2 kW .
$\boldsymbol{V} = Voltaje$: 220 V.
$\boldsymbol{f_p} = Factor\ de\ potencia$: 0.85.
$\boldsymbol{\eta} = Eficiencia\ del\ motor$: 0.9.

4.4.4.2 Integración del contador mecánico:

Contador mecánico:

El contador mecánico que se muestra en la **Fig. 4.19,** es un dispositivo diseñado para medir la longitud de materiales flexibles, como la tela, durante procesos de enrollado. Funciona mediante una rueda que gira al contacto con la superficie del material; cada vuelta de esta rueda se traduce en una distancia específica, que el mecanismo interno convierte en una lectura numérica visible en una pantalla mecánica. En la **Tabla 4.27** se muestra la descripción de un contador mecánico

Fig. 4.19 Contador mecánico [19].

Tabla 4.27 Especificaciones del contador mecánico.

Características	Descripción
Función	Contador de metros
Velocidad	200r/min (rueda rodante)
Reset	Botón de reinicio
Rango de medición	0~9999.99
Visualización	6 dígitos
Material	Fabricado en metal y plástico

4.4.4.3 Cálculos eléctricos:

- **Corriente, potencia, selección de cables**

Para una corriente de 7.55 A se puede usar un conductor de cobre considerando una margen de seguridad del 25%, se selecciona un cable con capacidad de al menos 9.5 A.

De acuerdo con la tabla NEC, para sistemas trifásicos de hasta 600v:

Cable recomendado: Calibre 14 AWG de cobre con aislamiento THHN (capacidad 15- 20 A, dependiendo del ambiente).

4.4.4.4 Sistema de alimentación y protección eléctrica:

- **Alimentación principal**:
  - Entrada trifásica balanceada con neutro y tierra.
  - Transformador de aislamiento (220 VAC a 220 VAC) para eliminar ruido.

- **Protecciones**:
    - **Interruptor diferencial**: 30 mA para fallas a tierra.
    - **Supresor de picos**: 40 kA en bornes del motor.
    - **Fusibles ultra rápidos**: 10 kA en entrada principal.
- **Puesta a tierra**:
    - Conductores de cobre desnudo (8 AWG).
    - Resistencia de tierra ≤5 Ω (mediante varilla Copperweld).

4.4.5 Construcción de la máquina:

La construcción del equipo se realiza mediante la selección de materiales bajo criterios de resistencia mecánica, disponibilidad comercial y optimización de costos.

El proceso continúa con el dimensionamiento de los perfiles de acero tipo "L" (ASTM A36 / SAE 1008) mediante cortes de precisión, de acuerdo con las especificaciones técnicas y medidas establecidas en los planos de diseño.

Fig. 4.20 Corte de perfiles.

La estructura principal se conforma por perfiles de acero tipo “L” (ASTM A36 / SAE 1008) y “U” (ASTM A36 / SAE J403 1008), integrados mediante procesos de soldadura. El ensamblaje contempla refuerzos estructurales en las zonas de mayor concentración de esfuerzos para garantizar la estabilidad operativa. Las especificaciones técnicas detalladas y las propiedades mecánicas de los perfiles empleados se consignan en el **B Anexo** B y **el F Anexo** F

Fig. 4.21 Ensamble y soldadura de la estructura.

Se aplica un recubrimiento de pintura en las superficies que no requieren procesos mecánicos adicionales ni presentan contacto funcional con otros componentes. Este acabado garantiza la protección contra la corrosión y el deterioro ambiental de la estructura.

Fig. 4.22 Recubrimiento de pintura.

Se procede a la nivelación de las superficies de contacto destinadas a las chumaceras antes de ejecutar las perforaciones. Este procedimiento garantiza la horizontalidad y el alineamiento de los ejes, asegurando que los rodillos operen sin excentricidades.

Fig. 4.23 Nivelación de las superficies para las chumaceras.

Se ejecuta el proceso de perforación en la estructura para el montaje de las chumaceras, las cuales actúan como soporte y alojamiento para los ejes de los rodillos. Este mecanizado asegura la alineación concéntrica de los elementos rotativos del sistema.

Fig. 4.24 Proceso de perforación en la estructura.

Se integran los rodillos en la estructura principal mediante su acoplamiento con las chumaceras previamente niveladas. Esta fase de montaje asegura el posicionamiento paralelo de los cilindros, factor crítico para evitar desviaciones laterales o arrugas durante el desplazamiento de la tela.

Fig. 4.25 Instalación de las chumaceras con los rodillos.

El mecanizado por torneado ajusta el diámetro de las poleas según los requerimientos del diseño cinemático. Estos componentes se fijan en los extremos de los ejes principales, permitiendo la transferencia de potencia hacia los rodillos mecánicos mediante el sistema de transmisión.

Fig. 4.26 Torneado de las poleas.

La fase de alistamiento incluye la inspección y lubricación del motorreductor para asegurar su eficiencia operativa. Simultáneamente, se calibra el contador mecánico (o reloj de medición) para garantizar la precisión en el registro de la longitud de tela procesada y el tiempo de ciclo.

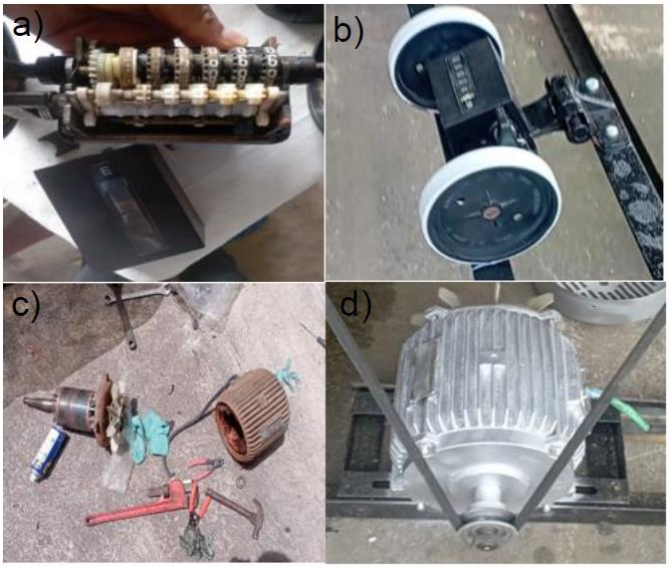


Fig. 4.27 a) Mantenimiento del contador mecánico, b) Odómetro de contacto, c) Despiece del motor de accionamiento, d) Unidad de potencia.

a) ***Mantenimiento del contador mecánico:*** Se realiza el proceso de limpieza y lubricación del mecanismo interno del contador de metros. Este dispositivo registra el avance lineal de la tela mediante un tren de engranajes.

b) ***Odómetro de contacto:*** El reloj mecánico se integra a un sistema de ruedas de fricción. Este conjunto permite la medición de longitud por contacto directo con la superficie del textil durante el proceso de bobinado.

c) ***Despiece del motor de accionamiento:*** Se observa el proceso de desmontaje del motor eléctrico, exponiendo el rotor y el estator. Esta acción facilita la inspección de los bobinados y el estado de los rodamientos.

d) ***Unidad de potencia:*** Se presenta el motor de inducción trifásico (marca Toshiba) completamente ensamblado y montado sobre la estructura de la máquina. Este componente actúa como el actuador principal del sistema de tracción.

La configuración del sistema motriz comprende el alineamiento de las poleas con el eje del motor y la posterior instalación de la banda de transmisión. Este conjunto establece el vínculo mecánico necesario para la transferencia de par motor hacia los rodillos, asegurando la sincronización del movimiento rotativo.

Fig. 4.28 Instalación del sistema de transmisión.

La implementación del sistema de medición permite el monitoreo cuantitativo de la longitud de tela procesada. Este dispositivo registra el metraje en tiempo real, facilitando el control de inventario y garantizando el cumplimiento de las especificaciones de enrollado establecidas.

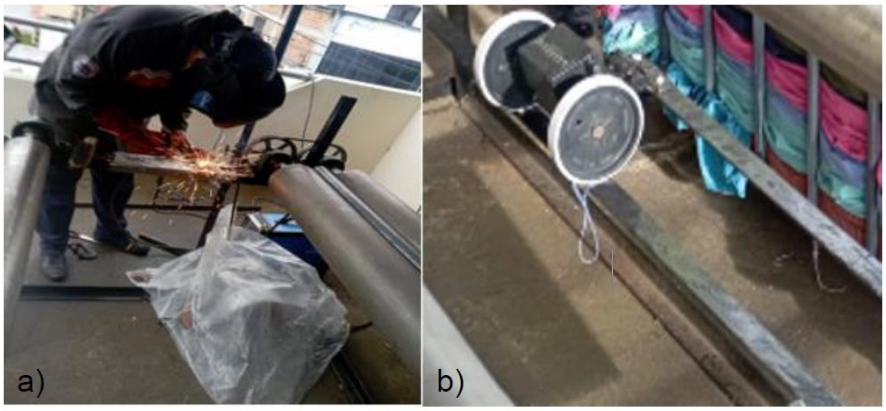


Fig. 4.29 **a)** Instalación del soporte,
b) Montaje del sistema de metraje.

a) Instalación del soporte: Se realiza el proceso de soldadura y fijación de la estructura metálica que sostiene el odómetro. Esta base garantiza la rigidez necesaria para evitar vibraciones que afecten la precisión de la lectura durante el funcionamiento del equipo.

b) Montaje del sistema de metraje: Se efectúa el acoplamiento del contador mecánico sobre el riel guía. El dispositivo se posiciona de forma que las ruedas de medición mantengan un contacto constante y uniforme con el material textil, asegurando la transferencia del movimiento lineal al tren de engranajes del contador.

La configuración eléctrica comprende el despliegue de la lógica cableada, iniciando con el acoplamiento a la red de alimentación principal. El diseño del cableado sigue rutas canalizadas hacia el panel de control, asegurando el aislamiento conductor y la protección de los componentes críticos.

Fig. 4.30 Cableado principal.

La fase de automatización comprende la manufactura del panel de control y la posterior distribución del cableado hacia los actuadores. Esta interconexión eléctrica establece el flujo de potencia y señales de mando, garantizando la operatividad centralizada de la enrolladora bajo normativas de seguridad industrial.

Fig. 4.31 a) Mecanizado del panel de control, b) Cableado de potencia, c) Integración de componentes, d) Interconexión final.

a) ***Mecanizado del panel de control:*** Se realiza la perforación y adecuación de la placa frontal para el alojamiento de la botonería industrial. Se observa la disposición de un pulsador de parada de emergencia, un interruptor de encendido/apagado y selectores de estado.

b) ***Cableado de potencia:*** Se ejecuta la conexión de los conductores hacia los bornes del motor trifásico. En esta etapa se verifica la continuidad y el correcto ajuste de los terminales para evitar puntos calientes.

c) ***Integración de componentes:*** Se instalan los dispositivos de control dentro del gabinete metálico. Se aprecia el montaje de un variador de frecuencia (VFD) o unidad de mando, encargado de regular la velocidad de enrollado.

d) ***Interconexión final:*** Se culmina la instalación mediante el conexionado de la lógica de mando. Se asegura que todos los elementos de la interfaz de usuario operen bajo los parámetros de seguridad establecidos.

La siguiente imagen exhibe la configuración integral de la máquina de enrollado tras la culminación del proceso de montaje y puesta a punto:

Fig. 4.32 a) Vista principal de la máquina b) Vista lateral y transmisión.

a) ***Vista principal de la máquina:*** Se observa la disposición longitudinal de los rodillos de tracción y el soporte del sistema de metraje. En esta perspectiva se aprecia la alineación de los componentes sobre la estructura base, garantizando un flujo ortogonal de la tela durante la operación.

b) ***Vista lateral y transmisión:*** Se muestra el conjunto de transmisión de potencia, donde se evidencia el acoplamiento entre el motor y los rodillos mediante el sistema de poleas y bandas. Se visualiza la unidad de bobinado con el material textil cargado, verificando la estabilidad estructural del equipo bajo condiciones de carga nominal.

Posteriormente, se ejecutaron pruebas de alineación y ajuste para confirmar que la tela mantuviera su trayectoria correcta durante el proceso. También se realizó una inspección eléctrica para comprobar que todas las conexiones estuvieran en buen estado. El armado del sistema de control

incluyó la organización del cableado, la instalación del panel, el montaje de los pulsadores y la verificación de las funciones de arranque, detención y parada de emergencia.

4.4.6 Pruebas de funcionamiento de la máquina:

Con el objetivo de verificar el correcto funcionamiento de la máquina enrolladora de tela, se realizaron pruebas experimentales considerando aspectos de funcionalidad, capacidad de enrollado dimensiones. Para ello, se realizaron varias pruebas de funcionamiento:

Prueba Experimental N° 1:

En la primera fase de experimentación, se efectúa una interconexión directa entre el sistema de transmisión —integrado por poleas y banda— y el sistema eléctrico, prescindiendo de la unidad de control. Esta evaluación se realiza sin carga de material textil, tal como se ilustra en la **Fig. 4.33.**

Fig. 4.33 Prueba N°1 sistema de transmisión y eléctrico.

Prueba Experimental N° 2:

En la segunda fase experimental, se integra el sistema de control con las etapas eléctrica y de transmisión. La operación emplea dispositivos de maniobra externos: interruptor principal, variador de frecuencia (VFD), selector de marcha/paro y pulsador de parada de emergencia; cabe señalar que el sistema carece de un panel de control centralizado. La evaluación se ejecuta bajo condiciones de carga nominal mediante la carga de tela de aproximadamente 100 m, según se detalla en la **Fig. 4.34.**

Fig. 4.34 Prueba N°2 con carga nominal.

Prueba Experimental N° 3:

En la tercera fase experimental, se consolidan los sistemas de transmisión, eléctrico y de control. El equipo integra un panel de mando centralizado que aloja los dispositivos de maniobra y protección: interruptor principal, variador de frecuencia, selector de marcha/paro y pulsador de parada de emergencia. En esta etapa, la máquina opera en su configuración definitiva, incluyendo acabados y sistemas de seguridad como se visualiza en la **Fig. 4.35.**

Fig. 4.35 Prueba N°3 fase experimental final.

La evaluación final consiste en pruebas de funcionamiento con cargas variables de sustrato textil de 50 m, 100 m, 150 m, 250 m y 300 m, como se muestra en la **Fig. 4.36.**

Fig. 4.36 Evaluación final.

4.4.7 Dimensiones

Las dimensiones generales de la máquina convergen con los requerimientos de diseño establecidos, lo que garantiza una integración ergonómica en las áreas de trabajo preexistentes. Se establece una envolvente espacial de **2.24 x 1.20 x 0.78 m.** (largo, ancho y altura respectivamente) como dimensiones nominales para su emplazamiento.

4.4.8 Capacidad

Respecto al rendimiento operativo, la máquina exhibe un comportamiento dinámico estable durante el proceso de bobinado, sin presencia de fallos mecánicos ni interrupciones en el ciclo de trabajo. La cadencia de producción, medida en minutos, permite proyectar con fiabilidad el procesamiento de hasta 300 m de sustrato textil, lo cual equivale a una carga de 50 kg en régimen de operación continua.

Tabla 4.28 Capacidad operativa.

Cantidad (aproximado en m)	Frecuencia	Tiempo	Frecuencia	Tiempo	Frecuencia	Tiempo
50 m	20Hz	2 min.	40Hz	1 min.	60Hz	0.40 s.
100 m	20Hz	4 min.	40Hz	2 min.	60Hz	1.20 min.
150 m	20Hz	6 min.	40Hz	3 min.	60Hz	2 min.
200 m	20Hz	8 min.	40Hz	4 min.	60Hz	2.40min.
300 m	20Hz	12 min.	40Hz	6 min.	60Hz	4 min.

4.4.9 Ergonomía operativa

La altura de la parte principal de la máquina se ajusta a los principios de ergonomía industrial, lo que permite al operario manipular el textil sin incurrir en esfuerzos excesivos o posturas forzadas. Asimismo, los ejes de guía se sitúan a una altura funcional que facilita el enhebrado y tránsito del

material por la sección superior del bastidor, optimizando el flujo de trabajo como se muestra en la **Fig. 4.37.**

Fig. 4.37 Ergonomía operativa de la máquina.

4.4.10 Gastos y costos

Tabla 4.29 Análisis de costos.

Lista de materiales			
Material	**Precio unidad**	**Cantidad**	**Precio total**
Angulo de acero perfil L 50x6mm.	26.94	2	53.88
Angulo de acero perfil L 40x3mm.	10.13	1	10.13
Angulo de acero perfil L 30x3mm.	7.52	1	7.52
Chumaceras UCP208-24	10.30	6	61.80
Tubos de acero inoxidable 25 x 1.5 mm	20.39	1	20.39
Rodillos mecánicos 2520 x 140mm.	300	2	-
Rodillo mecánico 2520x 102mm.	200	1	-
Modificación de los rodillos	55	2	110
Perfil tipo (U) C 100x50x2	19.47	1	-
Planchas lisas de recubrimiento	15.33	1	-
Banda o correa de transmisión.	10.78	1	10.78

Polea de rodillos.	6	2	-
Polea de motor.	6	1	-
Torneado de polea	6	2	12
Motor Toshiba Corporation	529	1	-
Tablero de control	6.30	1	6.30
Variador de frecuencia	310	1	-
Contador mecánico	140	1	-
Interruptor principal encendido/apagado:	9	1	9
Switch de encendido y apagado	1.30	1	1.30
Pulsador paro de emergencia	2.83	1	2.83
Electrodos 6011	2.30	6 lb.	13.80
Electrodos MGE 308 - 16	0.565	5 uni.	2.82
Disco de cortar	1.05	6	3.15
Disco de pulir	1.80	2	3.60
Canaleta	4.49	1	4,49
Cable trifásico número 3 x 10 AWG 600V	3.13	13 m.	40.69
Cable sólido de timbre N°10	0.97	3 m.	2.91
Terminal aislado	0.09	20	1.80
Broca HSS ½ A/R 12mm.	2.34	1	2.34
Esmalte 401 Negro LT	4.64	1 lt.	4.64
Barniz	12.25	1lt.	12.25
Perno hexagonal ½ x 1.1/2	0.32	12	3.84
Rodela plana ½	0.06	12	0.72
Rodela presión ½	0.03	12	0.36
Gasto total			$ 403.34

CONCLUSIONES

- Identificación de parámetros: El análisis comparativo determina que los requisitos técnicos críticos para el proceso son una velocidad angular de [628,3] RPM y una capacidad de carga de 80 kg. Esta configuración supera las limitaciones de modelos comerciales al permitir un ajuste preciso de torque según la densidad del material, al optimizar la ergonomía de mantenimiento y la regulación de tensión mediante un sistema de rodillos y estructura de tensión.
- Integridad estructural: El diseño, validado mediante simulaciones CAD/FEA, registra esfuerzos máximos de 5,721 MPa y deformaciones mínimas de [$2{,}320x10^{-5}$]mm. Estos valores aseguran una alta rigidez mecánica que neutraliza vibraciones y absorbe cargas dinámicas del motor de 2,2 kW. Esta robustez garantiza la alineación de los rodillos, la precisión del metraje y la calidad del enrollado bajo la carga nominal de 80 kg, eliminando cualquier deflexión elástica que comprometa el proceso.
- Ejecución y materiales: La construcción se realiza según especificaciones técnicas empleando acero [ASTM A36 / SAE 1008] y componentes normalizados. El equipo procesa 350m. de tela con una capacidad de 80 kg, presentando una relación costo-beneficio favorable con un retorno de inversión.
- Validación operativa: Las pruebas experimentales confirman una velocidad aproximada de proceso de [0,75] m/s a una frecuencia de 14.6 Hz y un control de tensión constante. La ausencia de fallas estructurales y la precisión en el metraje validan el funcionamiento del dispositivo y el cumplimiento del objetivo general.

RECOMENDACIONES

- Evaluación de desempeño en entornos operativos: La evaluación continua del prototipo en diversos talleres textiles permite observar el comportamiento mecánico bajo distintas condiciones de carga y tipos de tela. Estas pruebas facilitan la identificación de ajustes para optimizar la estabilidad estructural, la eficiencia operativa y la adaptabilidad en diferentes líneas de producción.
- Automatización y monitoreo de variables: La integración de sensores y módulos de control electrónico permite la supervisión de parámetros críticos como la tensión de bobinado, longitud de avance y velocidad tangencial. Estas funciones incrementan la precisión del proceso y minimizan la intervención del operario.
- Optimización estructural y de movilidad: El uso de materiales con alta relación resistencia-peso facilita el transporte e instalación del equipo. La reducción de la masa inercial y de las dimensiones totales optimiza el uso del espacio en entornos de microempresas textiles sin comprometer la rigidez estructural.
- Integración en líneas de producción: La compatibilidad de la máquina con sistemas de inspección visual, corte o clasificación permite su inserción en flujos de trabajo continuos. Esta integración sistémica mejora el rendimiento global y reduce los tiempos muertos entre procesos.
- Capacitación y seguridad operativa: El desarrollo de manuales técnicos y material de formación garantiza la correcta operación del equipo, el mantenimiento preventivo y el cumplimiento de los protocolos de seguridad. La instrucción técnica asegura la vida útil del prototipo y la integridad del usuario.

REFERENCIAS

[1] "AITE I Industria." Accessed: May 12, 2025. [Online]. Available: https://www.aite.com.ec/industria.html

[2] "AITE I Industria." Accessed: Feb. 18, 2026. [Online]. Available: https://www.aite.com.ec/industria.html

[3] I. Mecánico, "UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE".

[4] E. Johana and A. Botia, "DISEÑO ERGONÓMICO Y ELABORACIÓN DE PROTOTIPO DIGITAL DE UNA MÁQUINA ENROLLADORA DE NEUMÁTICO PARA LA FÁBRICA 'BALONES RECORD' DEL MUNICIPIO DE MONGUÍ".

[5] "Costos predeterminados de producción y los procesos productivos." Accessed: May 12, 2025. [Online]. Available: https://www.eumed.net/rev/oel/2020/01/costos-predeterminados-produccion.html

[6] "Trabajo de grado".

[7] G. C. Yucra, "Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial," 2006.

[8] "Enrollar, relajar o revisar tela: ¿cuándo utilizar cada uno?" Accessed: Feb. 18, 2026. [Online]. Available: https://deltamaquinastexteis.com.br/es/doblar-tela/

[9] "Por qué las Máquinas de Enrollado de Telas son Esenciales para la Fabricación Textil a Gran Escala - Yancheng Yuancheng Machinery Co., Ltd." Accessed: Feb. 18, 2026. [Online]. Available: https://www.yc-cuttingmachine.com/es/blog/Why-Fabric-Rolling-Machines-Are-Essential-for-Large-Scale-Textile-Manufacturing

[10] "KC industrial company limited - KC industrial company limited." Accessed: May 12, 2025. [Online]. Available: https://www.zsheatpress.com/

[11] "Bobinado de hilo de coser Air Jet Terry telar para la venta Nonwoven Fabric máquina - China No Tejidos Máquina Nonwoven Fabric, Nonwoven Fabric Nonwoven." Accessed: May 12, 2025. [Online]. Available: https://es.made-in-china.com/co_ypnonwoven/product_Sewing-Thread-Winding-Air-Jet-Terry-Loom-for-Sale-Nonwoven-Fabric-Machine_hyhngeron.html

[12] "Menzel: Máquinas de Producción - DirectIndustry." Accessed: May 12, 2025. [Online]. Available: https://www.directindustry.es/prod/menzel-54210.html

[13] "Máquina bobinadora de tejidos | SUNTECH." Accessed: May 12, 2025. [Online]. Available: https://www.suntech-machine.com/es/product/st-bm-01-batching-machine-7.html

[14] "Máquinas de inspección, corte y enrollamiento para tejidos - PLM Impianti." Accessed: May 12, 2025. [Online]. Available: https://www.plmimpianti.com/es/maquinaria-textil/rotron-maquinas-de-inspeccion/

[15] “Máquina De Inspección Textil Con Bobinado Y Desbobinado - Buy Fabric Cloth Inspection Machine Rewinding re Rolling Counter Measuring Winding Machine inspection Machine Textile Fabric Product on Alibaba.com.” Accessed: May 12, 2025. [Online]. Available: https://spanish.alibaba.com/product-detail/textile-inspection-machine-with-winding-and-1601245398622.html?spm=a2700.7724857.0.0.f7cb7c03k8Ramn

[16] “winding machine.” Accessed: May 12, 2025. [Online]. Available: https://buentex.com/es/product/winding-machine.html

[17] “Las materias filo Cogged Correa trapezoidal/Correa de transmisión - China La correa acanalada, la correa de caucho.” Accessed: May 31, 2025. [Online]. Available: https://es.made-in-china.com/co_volked/product_Raw-Edged-Cogged-V-Belt-Transmission-Belt_oueuoiuig.html

[18] “Variador de frecuencia Delta VFD002EL21A VFD-EL - Compre variadores de frecuencia de CA y VFD de Delta y descargue manuales de Delta en línea.” Accessed: Feb. 12, 2026. [Online]. Available: https://deltaacdrives.com/delta-vfd002el21a/

[19] “Cuenta Metros Mecanico Con 2 Ruedas Z96f | MercadoLibre.” Accessed: Jun. 10, 2025. [Online]. Available: https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-692711857-cuenta-metros-mecanico-con-2-ruedas-z96f-_JM

ANEXOS

A Anexo A: Ponderación de criterios

1.- Alternativa 3 = Alternativa 2 > Alternativa 1

Desempeño Funcional	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Σ+1	Ponderación (%)
Alternativa 1	-	0	0	1	16.67
Alternativa 2	1	-	0.5	2.5	41.67
Alternativa 3	1	0.5	-	2.5	41.67
				6	100.00

2.- Alternativa 3 > Alternativa 2 > Alternativa 1

Dimensiones físicas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Σ+1	Ponderación (%)
Alternativa 1	-	0.5	0	1.5	25
Alternativa 2	0.5	-	0.5	2	33.33
Alternativa 3	1	0.5	-	2.5	41.67
				6	100.00

3.- Alternativa 3 = Alternativa 2 > Alternativa 1

Viabilidad Económica	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Σ+1	Ponderación (%)
Alternativa 1	-	0	0	1	16.67
Alternativa 2	1	-	0.5	2.5	41.67
Alternativa 3	1	0.5	-	2.5	41.67
				6	100.00

4.-Alternativa 3 > Alternativa 2 > Alternativa 1

Rigidez estructural	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Σ+1	Ponderación (%)
Alternativa 1	-	0.5	0	1.5	25
Alternativa 2	0.5	-	0.5	2	33.33
Alternativa 3	1	0.5	-	2.5	41.67
				6	100.00

5.- Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1

Ergonomía operativa	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Σ+1	Ponderación (%)
Alternativa 1	-	0.5	0.5	2	33.33
Alternativa 2	0.5	-	0.5	2	33.33
Alternativa 3	0.5	0.5	-	2	33.33
				6	100.00

6.- Alternativa 3 = Alternativa 2 > Alternativa 1

Materiales	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Σ+1	Ponderación (%)
Alternativa 1	-	0	0	1	16.67
Alternativa 2	1	-	0.5	2.5	41.67
Alternativa 3	1	0.5	-	2.5	41.67
				6	100.00

7.- Alternativa 1 = Alternativa 2 = Alternativa 3

Suministro eléctrico	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Σ+1	Ponderación (%)
Alternativa 1	-	0.5	0.5	2	33.33
Alternativa 2	0.5	-	0.5	2	33.33
Alternativa 3	0.5	0.5	-	2	33.33
				6	100.00

8.- Alternativa 3 > Alternativa 2 > Alternativa 1

Capacidad operativa	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Σ+1	Ponderación (%)
Alternativa 1	-	0	0	1	16.67
Alternativa 2	1	-	0	2	33.33
Alternativa 3	1	1	-	3	50
				6	100.00

9.- Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1

Movilidad técnica	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Σ+1	Ponderación (%)
Alternativa 1	-	0.5	0.5	2	33.33
Alternativa 2	0.5	-	0.5	2	33.33
Alternativa 3	0.5	0.5	-	2	33.33
				6	100.00

10.- Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1

Mantenimiento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Σ+1	Ponderación (%)
Alternativa 1	-	0.5	0.5	2	33.33
Alternativa 2	0.5	-	0.5	2	33.33
Alternativa 3	0.5	0.5	-	2	33.33
				6	100.00

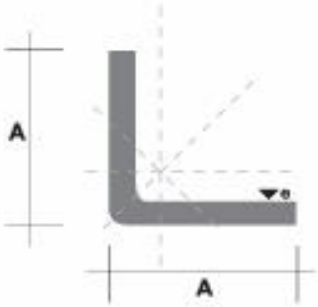
B Anexo B: Ángulo Perfil "L"

PERFILES

PERFILES ESTRUCTURALES
ÁNGULOS IMPORTADOS

Especificaciones Generales:

Calidad:	ASTM A36 SAE J 1403 1008
Largo Normal:	6.00m
Espesores:	Desde 2mm a 12 mm
Acabado:	Acero Negro



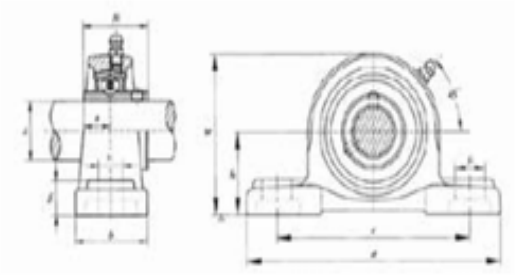
Denominación	Dimensiones mm		Peso		Área
	A	e	kg/m	kg/6m	cm2
AL 20X2	20	2	0.60	3.62	0.76
AL 20X3	20	3	0.87	5.27	1.11
AL 25X2	25	2	0.75	4.56	0.96
AL 25X3	25	3	1.11	6.68	1.41
AL 25X4	25	4	1.45	8.75	1.84
AL 30X3	30	3	1.36	8.13	1.71
AL 30X4	30	4	1.77	10.63	2.24
AL 40X3	40	3	1.81	11.00	2.31
AL 40X4	40	4	2.39	14.34	3.04
AL 40X6	40	6	3.49	21.34	4.44
AL 50X3	50	3	2.29	13.85	2.91
AL 50X4	50	4	3.02	18.33	3.84
AL 50X6	50	6	4.43	26.58	5.64
AL 60X6	60	6	5.37	32.54	6.84
AL 60X8	60	8	7.09	42.54	9.03
AL 65X6	65	6	5.84	35.25	7.44
AL 70X6	70	6	6.32	38.28	8.05
AL 75X6	75	6	6.78	40.65	8.64
AL 75X8	75	8	8.92	54.18	11.36
AL 80X8	80	8	9.14	11.60	11.60
AL 100X6	100	6	9.14	56.95	11.64
AL 100X8	100	8	12.06	74.05	15.36
AL 100X10	100	10	15.04	90.21	19.15
AL 100X12	100	12	18.26	109.54	22.56

También en galvanizado e inoxidable

C Anexo C: Chumacera de piso UCP 208-24

Chumacera de piso

UCP 200 (trabajo normal)



No. De parte	Diámetro del eje d		Dimensiones (mm)										tornillo utilizado		No. Rodamiento	No. Alojamiento	peso (kg)
	(in.)	(mm)	h	a	e	b	S_2	S_1	g	w	Bi	n	(mm)	(in.)			
UCP201 201-8	1/2	12	30.2	127	96	38	19	13	15	62	31.0	12.7	M10	3/8	UCP201 201-8	P201	0.61
UCP202 202-10	5/8	15	30.2	127	96	38	19	13	15	62	31.0	12.7	M10	3/8	UCP202 202-10	P202	0.59
UCP203 203-11	11/16	17	30.2	127	96	38	19	13	15	62	31.0	12.7	MI0	3/8	UCP203 203-11	P203	0.58
UCP204 204-12	3/4	20	33.3	127	96	38	19	13	15	65	31.0	12.7	M10	3/8	UCP204 204-12	P204	0.61
UCP205-14 205-15 205 205-16	7/8 15/16 1	25	36.5	140	105	38	19	13	16	70	34.1	14.3	M10	3/8	UCP205-14 205-15 205 205-16	P205	0.69
UCP206-18 206 206-19 206-20	1 1/8 1 3/16 1 1/4	30	42.9	165	121	48	21	17	18	83	38.1	15.9	M14	1/2	UCP206-18 206 206-19 206-20	P206	1.13
UCP207-20 207-21 207-22 207 207-23	1 1/4 1 5/16 1 3/8 1 7/16	35	47.6	167	126	48	21	17	19	92	42.9	17.5	M14	1/2	UCP207-20 207-21 207-22 207 207-23	P207	1.34
UCP208-24 208-25 208	1 1/2 1 9/16	40	49.2	184	136	54	21	17	19	98	49.2	19.0	M14	1/2	UCP208-24 208-25 208	P208	1.80
UCP209- 26 209-27 209-28 209	1 5/8 1 11/16 1 3/4	45	54.0	190	146	54	21	17	20	106	49.2	19.0	M14	1/2	UCP209- 26 209-27 209-28 209	P209	1.96
UCP210-30 210-31 210 210-32	1 7/8 1 15/16 2	50	57.2	206	159	60	25	20	22	112	51.6	19.0	M16	5/8	UCP210-30 210-31 210 210-32	P210	2.49
UCP211-32 211-34 211 211-35	2 2 1/8 2 3/16	55	63.5	219	172	60	25	20	22	126	55.6	22.2	M16	5/8	UCP211-32 211-34 211 211-35	P211	2.91

D Anexo D: Tubo metálico redondo

TUBO MECÁNICO REDONDO

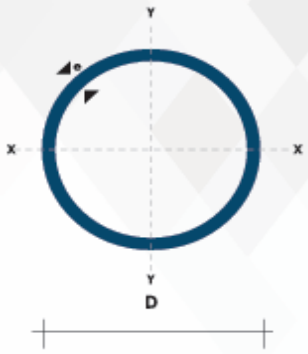
Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 2415
Caldiad:	JIS 3141 SPCC SD
Acabado:	Acero negro o galvanizado
Largo normal:	6,00m y medidas especiales
Dimensiones:	Desde 1/2" a 2 1/2"
Espesores:	Desde 0,80mm a 1,50mm

Diámetro Exterior (D)		Espesor	Peso		Propiedades		
		e	P	A	I	W	i
Pulg	mm	mm	Kg/6m	cm	cm4	cm3	cm
1/2	12.70	0.95	1.86	0.35	0.06	0.09	0.41
		1.10	2.10	0.40	0.07	0.11	0.41
		1.50	2.82	0.53	0.08	0.13	0.39
5/8	15.88	0.95	2.28	0.44	0.12	0.15	0.51
		1.10	2.64	0.51	0.14	0.18	0.52
		1.50	3.54	0.68	0.18	0.22	0.51
3/4	19.05	0.95	2.70	0.54	0.22	0.23	0.64
		1.10	3.18	0.62	0.25	0.26	0.63
		1.50	4.20	0.83	0.32	0.34	0.62
7/8	22.22	0.95	3.18	0.63	0.36	0.32	0.75
		1.10	3.66	0.73	0.41	0.37	0.75
		1.50	4.92	0.98	0.53	0.47	0.74
1	25.40	0.95	3.60	0.73	0.55	0.43	0.87
		1.10	4.20	0.84	0.62	0.49	0.86
		1.50	5.64	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4	31.75	0.95	4.50	0.92	1.09	0.69	1.18
		1.10	5.22	1.06	1.24	0.78	1.08
		1.50	7.08	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2	38.10	0.95	5.40	1.11	1.91	1.00	1.31
		1.10	6.24	1.28	2.19	1.15	1.31
		1.50	8.46	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4	44.45	0.95	6.24	1.30	3.07	1.38	1.54
		1.10	7.26	1.50	3.52	0.16	1.53
		1.50	9.84	2.02	4.67	2.10	1.52
1 7/8	47.63	0.95	6.78	1.40	3.80	1.60	1.65
		1.10	7.80	1.61	4.35	1.83	1.64
		1.50	10.26	2.17	5.79	2.43	1.63
2	50.80	0.95	7.20	1.49	4.62	1.82	1.76
		1.10	8.34	1.72	5.30	2.09	1.76
		1.50	10.80	2.32	7.06	2.78	1.74
2 3/8	60.33	1.50	13.20	2.77	12.00	3.98	2.08
2 1/2	63.50	1.50	14.04	2.92	14.05	4.42	2.19

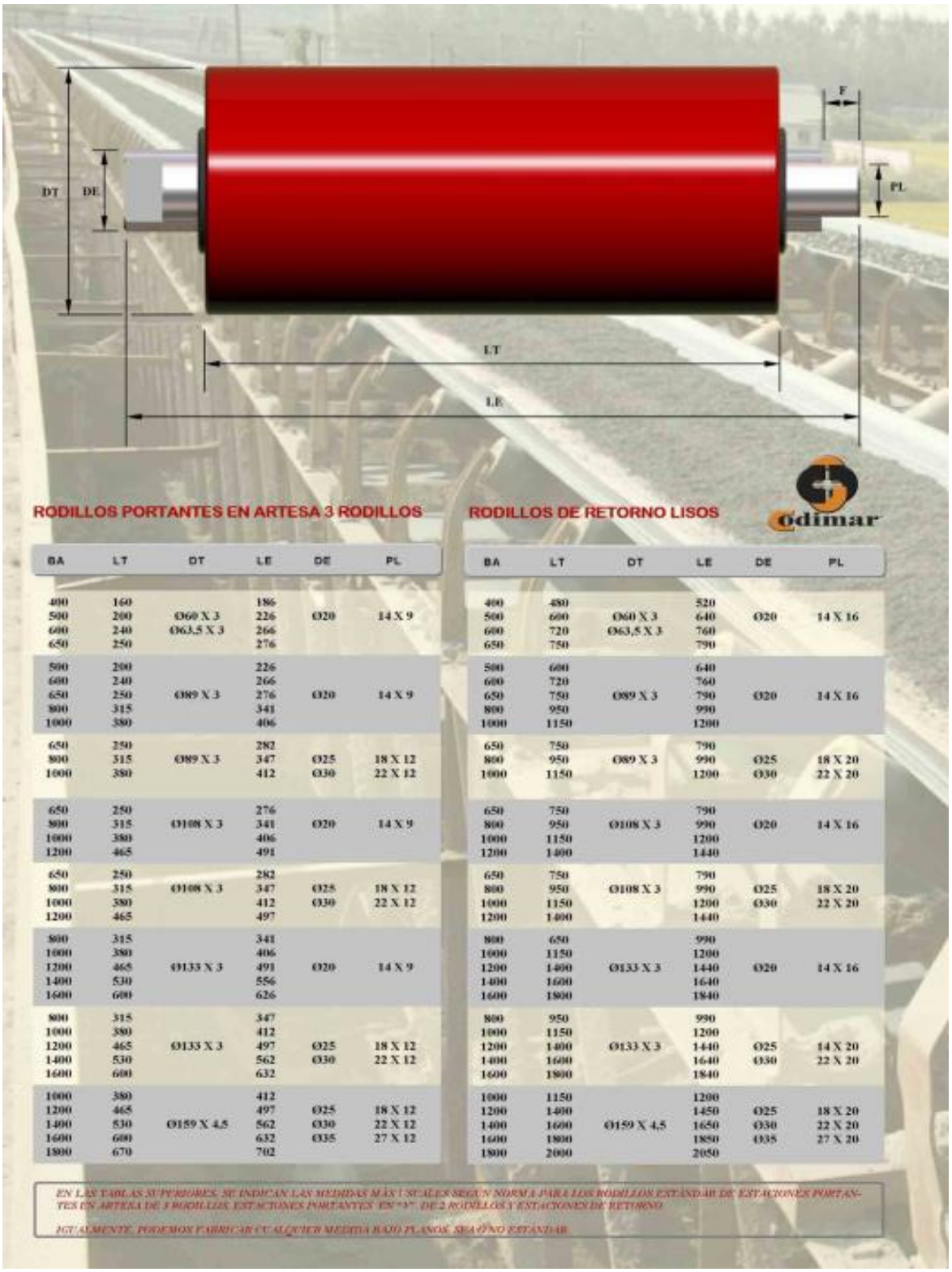
NOMENCLATURA

Área = Área de la selección transversal del tubo, cm2
I= Momento de inercia de la sección, cm4
W= Módulo resistente de la sección, cm3
i= Radio de giro de la sección cm



TUBERÍA

E Anexo E: Rodillo mecánico lisos



BA	LT	DT	LE	DE	PL
400	160		186		
500	200	Ø60 X 3	226	Ø20	14 X 9
600	240	Ø63,5 X 3	266		
650	250		276		
500	200		226		
600	240		266		
650	250	Ø89 X 3	276	Ø20	14 X 9
800	315		341		
1000	380		406		
650	250		282		
800	315	Ø89 X 3	347	Ø25	18 X 12
1000	380		412	Ø30	22 X 12
650	250		276		
800	315	Ø108 X 3	341	Ø20	14 X 9
1000	380		406		
1200	465		491		
650	250		282		
800	315	Ø108 X 3	347	Ø25	18 X 12
1000	380		412	Ø30	22 X 12
1200	465		497		
800	315		341		
1000	380		406		
1200	465	Ø133 X 3	491	Ø20	14 X 9
1400	530		556		
1600	600		626		
800	315		347		
1000	380		412		
1200	465	Ø133 X 3	497	Ø25	18 X 12
1400	530		562	Ø30	22 X 12
1600	600		632		
1000	380		412		
1200	465		497	Ø25	18 X 12
1400	530	Ø159 X 4,5	562	Ø30	22 X 12
1600	600		632	Ø35	27 X 12
1800	670		702		

BA	LT	DT	LE	DE	PL
400	480		520		
500	600	Ø60 X 3	640	Ø20	14 X 16
600	720	Ø63,5 X 3	760		
650	750		790		
500	600		640		
600	720		760		
650	750	Ø89 X 3	790	Ø20	14 X 16
800	950		990		
1000	1150		1200		
650	750		790		
800	950	Ø89 X 3	990	Ø25	18 X 20
1000	1150		1200	Ø30	22 X 20
650	750		790		
800	950	Ø108 X 3	990	Ø20	14 X 16
1000	1150		1200		
1200	1400		1440		
650	750		790		
800	950	Ø108 X 3	990	Ø25	18 X 20
1000	1150		1200	Ø30	22 X 20
1200	1400		1440		
800	650		990		
1000	1150		1200		
1200	1400	Ø133 X 3	1440	Ø20	14 X 16
1400	1600		1640		
1600	1800		1840		
800	950		990		
1000	1150		1200		
1200	1400	Ø133 X 3	1440	Ø25	14 X 20
1400	1600		1640	Ø30	22 X 20
1600	1800		1840		
1000	1150		1200		
1200	1400		1450	Ø25	18 X 20
1400	1600	Ø159 X 4,5	1650	Ø30	22 X 20
1600	1800		1850	Ø35	27 X 20
1800	2000		2050		

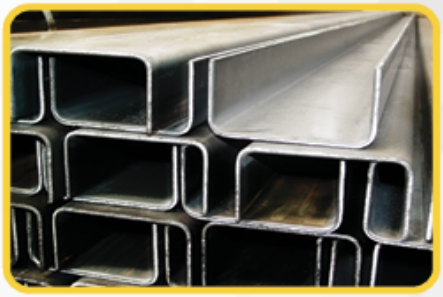
F Anexo F: Perfil estructural canal "U"

PERFILES

PERFILES ESTRUCTURALES
CANAL "U"

Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 1623
Calidad:	ASTM A36 - SAE J 403 1008
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales
Espesores:	Desde 2mm - 12mm
Acabado:	Acero negro y galvanizado



Designación	Dimensiones (mm)			Masa	A	d1	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	e				Ix	Iy	Wx	Wy	ix	iy
	mm	mm	mm	Kg/m	cm2	cm	cm4	cm4	cm3	cm3	cm	cm
C 50 x 25 x 2	50	25	2	1,45	1,87	0,72	7,06	1,13	2,83	0,63	1,94	0,72
C 50 x 25 x 3	50	25	3	2,09	2,7	0,77	9,7	1,57	3,88	0,91	1,89	0,76
C 60 x 30 x 2	60	30	2	1,77	2,26	0,85	12,5	2,00	4,16	0,93	2,35	0,94
C 60 x 30 x 3	60	30	3	2,56	3,3	0,89	17,5	2,84	5,85	1,34	2,31	0,93
C 60 x 30 x 4	60	30	4	3,30	4,2	0,95	21,1	3,51	7,03	1,72	2,24	0,91
C 80 x 40 x 2	80	40	2	2,40	3,07	1,09	30,8	4,89	7,71	1,68	3,17	1,26
C 80 x 40 x 3	80	40	3	3,51	4,5	1,14	43,9	7,01	11	2,45	3,12	1,25
C 80 x 40 x 4	80	40	4	4,56	5,87	1,19	55,4	8,92	13,9	3,17	3,07	1,23
C 80 x 40 x 5	80	40	5	5,55	7,18	1,23	65,49	10,62	16,37	3,83	3,02	1,21
C 80 x 40 x 6	80	40	6	6,49	8,42	1,28	74,18	12,1	18,54	4,44	2,96	1,19
C 100 x 50 x 2	100	50	2	3,02	3,87	1,34	61,5	9,72	12,3	2,66	3,99	1,58
C 100 x 50 x 3	100	50	3	4,45	5,7	1,39	88,5	14,1	17,7	3,89	3,94	1,57
C 100 x 50 x 4	100	50	4	5,81	7,47	1,44	113	18,1	22,6	5,07	3,89	1,56
C 100 x 50 x 5	100	50	5	7,12	9,18	1,48	135	21,8	27,1	6,19	3,84	1,54
C 100 x 50 x 6	100	5	6	8,37	10,82	1,53	115,3	25,14	31,05	7,24	3,79	1,52
C 100 x 60 x 4	100	60	4	6,44	8,13	1,86	128	29,7	25,6	7,17	3,97	1,91
C 100 x 50 x 5	100	50	5	7,91	9,95	1,92	152	35,7	30,5	8,76	3,91	1,9
C 100 x 60 x 6	100	60	6	9,31	12,02	1,93	181,8	42,25	36,36	10,38	3,89	1,87
C 100 x 60 x 8	100	60	8	11,95	15,5	2,06	222,6	52,47	44,52	13,32	3,78	1,83
C 125 x 50 x 2	125	50	2	3,42	4,37	1,2	103	10,4	16,5	2,74	4,86	1,54
C 125 x 50 x 3	125	50	3	5,04	6,45	1,24	149	15,1	23,9	4,02	4,81	1,53
C 125 x 50 x 4	125	50	4	6,60	8,47	1,29	192	19,4	30,7	5,24	4,76	1,51
C 125 x 50 x 5	125	50	5	8,10	10,4	1,34	231	23,4	37	6,4	4,71	1,5
C 125 x 50 x 6	125	50	6	9,55	12,32	1,38	266	27,19	42,67	7,51	4,65	1,48
C 125 x 60 x5	125	60	5	8,89	11,43	1,7	267	39,36	42,71	9,15	4,83	1,86
C 125 x 60 x 6	125	60	6	10,49	13,52	1,75	309,3	45,83	49,48	10,78	4,78	1,84
C 125 x 60 x 8	125	60	8	13,52	17,5	1,81	383,3	57,3	61,33	13,94	4,68	1,8
C 125 x 80 x 6	125	80	6	12,37	15,92	2,61	394,3	102,9	63,08	19,1	4,97	2,54
C 125 x 80 x 8	125	80	8	16,03	20,69	2,64	493	130,3	78,88	24,3	4,88	2,5
C 125 x 80 x 10	150	80	10	19,45	25,21	2,74	576,6	154,2	92,25	29,31	4,78	2,47
C 150 x 50 x 2	150	50	2	3,81	4,87	1,09	138	10,9	21,1	2,8	5,71	1,5
C 150 x 50 x 3	150	50	3	5,62	7,2	1,13	230	15,9	30,7	4,11	5,65	1,49
C 150 x 50 x 4	150	50	4	7,38	9,47	1,17	297	20,5	39,6	5,36	5,6	1,47
C 150 x 50 x 5	150	50	5	9,08	11,7	1,22	359	24,8	47,9	6,55	5,55	1,46
C 150 x 50 x 6	150	50	6	10,72	13,82	1,26	416,7	28,8	55,55	7,7	5,49	1,44
C 150 x 60 x 5	150	60	5	9,87	12,68	1,56	411,9	41,72	54,91	9,4	5,7	1,81
C 150 x 60 x 6	150	60	6	11,67	15,02	1,6	478,9	48,7	63,85	11,07	5,64	1,8
C 150 x 60 x 8	150	60	8	15,09	19,5	1,74	598,7	61,15	79,83	14,35	5,54	1,77
C 150 x 80 x 6	150	80	6	13,55	17,42	2,43	603,4	109,9	80,45	19,73	5,88	2,51
C 150 x 80 x 8	150	80	8	17,60	22,69	2,44	760,2	139,5	101,4	25,09	5,78	2,47
C 150 x 80 x 10	150	80	10	21,42	27,71	2,54	896,3	165,9	119,5	30,37	5,68	2,44
C 150 x 80 x 12	150	80	12	25,00	32,47	2,64	1013	189,3	135,1	35,31	5,59	2,41

*Otras calidades, largos y acabados: previa consulta

4

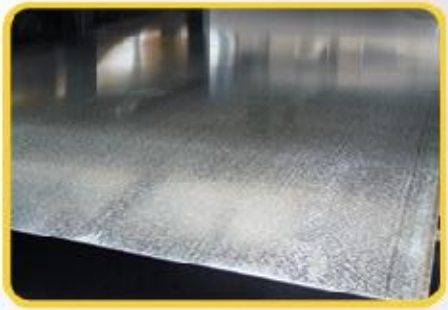
G Anexo G: Plancha galvanizada

PLANCHAS GALVANIZADAS

PLANCHAS

Especificaciones Generales:

Acero Base:	Calidad comercia o según tabla de laminado al frío
Norma:	NTF INEN 115
Espesores:	0,30mm a 2,90mm
Rollos:	X 1219mm y por fejes
Planchas:	4 x 8 pies y medidas especiales
Flor:	Regular, Mínima, Zero



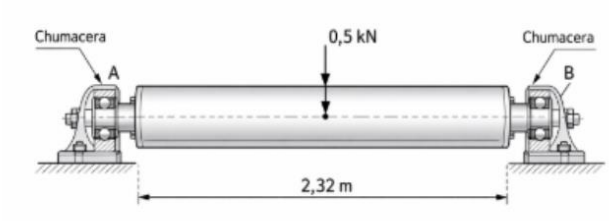
Recubrimiento	(Total ambas caras)	
Tipo	oz / pie ^{2}	gr / m ^{2}
G-40	40	120
G-60	60	180
G-90	90	270

Producto / Mercado	Comercial, Construcción y Edificios	Industria	Línea Blanca	Automotriz
Lámina Galvanizada	Techos y paredes, perfilería y tubería en general, polines, soportes de cielo falso, ductos de aire, silos para almacenar granos, accesoros para construcción, cortinas metálicas, señalizaciones de carretera, estructuras, techos y soportes de establecimientos.	Aire acondicionado, ventiladores de techo y ventana, tapas, extractores de humo, casas móviles, ductos, bisagras, recipientes, cajas eléctricas, pizarrones electrónicos, motores, latas, etc.	Respaldo de refrigeradores, estufas y lavadoras, soportes, bases, uniones, esquineros y accesorios de fijación y otras partes no expuestas, etc.	Mofles, uniones, soportes, pisos, carter, guantera, portaestéreos, cinches y otras partes no expuestas, etc.

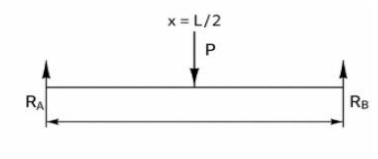
www.dipacmanta.com

16

H Anexo H: Análisis estructural



DCL:



❖ $\boldsymbol{R_A = R_B = \frac{P}{2}}$

$R_A = R_B = 0{,}2453\, kN$

$R_A = = 245{,}25\, N.$

❖ $\boldsymbol{P = m \times g}$

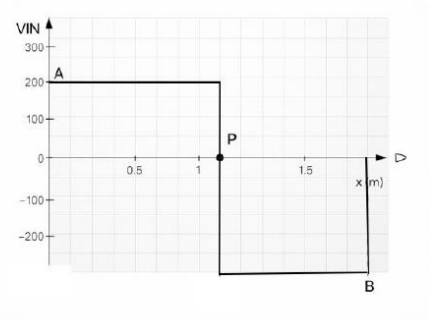
$P = 50Kg \times 9.8 \frac{m}{s^2}$

$P = 490{,}5$ N.

$P = \frac{490{,}5 \times 0{,}001}{1}$

$P = 0{,}4905$ kN.

❖ Diagrama de esfuerzos cortantes: V(x)



❖ $\mathbf{P = V\,(\frac{L}{2})}$

$P = 245{,}25\,(\frac{2.32}{2})$

$P = -245{,}25$ N

❖ $\boldsymbol{X = \frac{L}{2} m.}$

$X = \frac{232}{2} m.$

$X = 1{,}16\, m.$

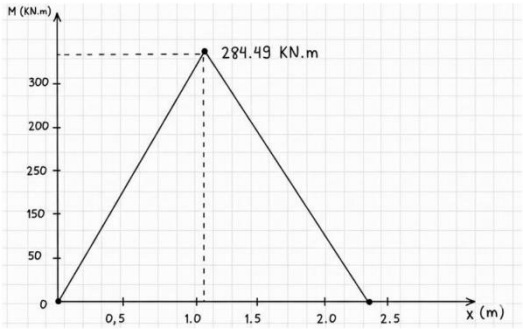
❖ $0 \leq X < \frac{L}{2}$

$V(x) = R_A$

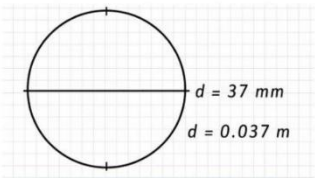
$V(x) = 245{,}25$ N.

❖ $\boldsymbol{\frac{L}{2} < x \leq L}$

$V(x) = -245{,}25$ N.



- Sección circular:



- Esfuerzo máximo:

$$\boldsymbol{\vartheta_{max}} = \frac{\boldsymbol{M_{max}}}{\boldsymbol{\delta}}$$

$$\vartheta_{max} = \frac{284.49\ kNm.}{4{,}976\ \times 10^5 m^3}$$

$$\vartheta_{max} = 5{,}721\ \text{MPa}$$

- Diagrama de momentos: M(x)

$$\boldsymbol{M_{max}} = \boldsymbol{R_A} \times \frac{\boldsymbol{L}}{\boldsymbol{2}}$$

$$M_{max} = 245{,}25 \times \frac{2{,}32}{2}$$

$$M_{max} = 245{,}25\ kN.m$$

- Material: Acero ASTM A36

$$\boldsymbol{R_A} \approx \ \mathbf{250\ MPa}.$$

$$\boldsymbol{\delta} = \frac{\boldsymbol{\pi d^3}}{\mathbf{32}}$$

$$\delta = \frac{\pi(0{,}037)^3}{32}$$

$$\delta = 4{,}976 \times 10^5 m^3$$

- Factor de seguridad:

$$\boldsymbol{N} = \frac{\boldsymbol{\delta_y}}{\boldsymbol{\vartheta_{max}}}$$

$$N = \frac{250\ MPa}{57{,}21}$$

$$N = 4.37$$

I Anexo I: Banda o correa de transmisión

DAYCO Aftermarket	CATÁLOGO DE CORREAS INDUSTRIALES	2010

DAYCO GOLD LABEL SPX WEDGE - MM
CORREAS TRAPECIALES CUT EDGE DE SECCIÓN ESTRECHA

SECCIÓN "SPBX" (16,3 x 13 mm.)

TIPO	DESARROLLO EXTERIOR mm.
SPBX1250	1272
SPBX1260	1282
SPBX1320	1342
SPBX1340	1362
SPBX1400	1422
SPBX1410	1432
SPBX1500	1522
SPBX1510	1532
SPBX1590	1612
SPBX1600	1622
SPBX1650	1672
SPBX1690	1712
SPBX1700	1722
SPBX1750	1772
SPBX1800	1822
SPBX1900	1922
SPBX1950	1972
SPBX2000	2022
SPBX2020	2042
SPBX2120	2142
SPBX2150	2172
SPBX2240	2262
SPBX2280	2302
SPBX2360	2382
SPBX2410	2432
SPBX2500	2522
SPBX2530	2552
SPBX2580	2602
SPBX2650	2672
SPBX2680	2702
SPBX2800	2822
SPBX2840	2862
SPBX2900	2922
SPBX2990	3012
SPBX3000	3022
SPBX3150	3172
SPBX3170	3192
SPBX3340	3362
SPBX3350	3372
SPBX3450	3472
SPBX3550	3572
SPBX3750	3772

PESO EN gr./m. = 200

SECCIÓN "SPBX" (16,3 x 13 mm.)

TIPO	DESARROLLO EXTERIOR mm.
SPBX3800	3822
SPBX4000	4022
SPBX4060	4082
SPBX4250	4272
SPBX4310	4332
SPBX4500	4522
SPBX4560	4582
SPBX4750	4772
SPBX5000	5022

PESO EN gr./m. = 200

La potencia **original** en movimiento

44

optibelt ZR Correas planas dentadas

diversiaTEC
TECHNOLOGY MOTION

	h_t [mm]	s [mm]	h_s [mm]
XH	6,35	12,57	11,20
XXH	9,53	19,05	15,70

XH		XXH	
Desarrollo de referencia [mm]	Número de dientes	Desarrollo de referencia [mm]	Número de dientes
507	58	700	56
560	64	800	64
630	72	900	72
700	80	1000	80
770	88	1200	96
840	96	1400	112
980	112	1600	128
1120	128	1800	144
1260	144		
1400	160		
1540	176		
1750	200		

J Anexo J: Polea motriz

Intermec

www.intermec.com.co

CORREAS TIPO **3VX**

TABLA DE **CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN** POR CANAL **(EN HP)**

RPM del Eje más Rápido	Diámetro exterior de la Polea Motriz (en milímetros)									
	55	60	65	67	70	75	80	85	90	105
100	0.12	0.14	0.16	0.18	0.19	0.22	0.23	0.26	0.29	0.35
200	0.22	0.26	0.29	0.33	0.36	0.41	0.44	0.48	0.55	0.66
300	0.31	0.37	0.42	0.47	0.52	0.58	0.63	0.70	0.80	0.95
400	0.40	0.47	0.54	0.60	0.67	0.75	0.82	0.91	1.03	1.24
500	0.49	0.57	0.65	0.73	0.81	0.92	1.00	1.10	1.27	1.50
575	0.55	0.64	0.73	0.83	0.92	1.04	1.13	1.25	1.43	1.72
600	0.57	0.66	0.76	0.86	0.95	1.08	1.18	1.30	1.50	1.78
690	0.64	0.75	0.86	0.97	1.08	1.22	1.33	1.48	1.60	2.02
700	0.65	0.76	0.87	0.98	1.10	1.24	1.35	1.50	1.70	2.05
725	0.66	0.78	0.90	1.00	1.13	1.28	1.40	1.54	1.77	2.12
800	0.72	0.85	0.98	1.10	1.23	1.40	1.52	1.68	1.93	2.30
870	0.77	0.91	1.05	1.18	1.32	1.50	1.63	1.80	2.08	2.50
900	0.80	0.94	1.08	1.22	1.36	1.54	1.68	1.87	2.14	2.57
950	0.83	0.98	1.13	1.28	1.42	1.62	1.77	1.96	2.25	2.70
1000	0.87	1.02	1.18	1.34	1.50	1.70	1.85	2.05	2.35	2.82
1100	0.94	1.10	1.28	1.45	1.62	1.84	2.00	2.23	2.56	3.07
1160	0.98	1.16	1.34	1.52	1.69	1.93	2.10	2.34	2.68	3.22
1200	1.00	1.20	1.38	1.56	1.74	2.00	2.17	2.40	2.76	3.32
1300	1.08	1.28	1.47	1.67	1.87	2.13	2.32	2.58	2.97	3.56
1400	1.14	1.36	1.57	1.78	2.00	2.27	2.48	2.75	3.17	3.80
1425	1.16	1.38	1.60	1.80	2.02	2.30	2.52	2.80	3.22	3.86
1500	1.20	1.44	1.66	1.90	2.10	2.40	2.63	2.93	3.36	4.04
1600	1.27	1.52	1.76	2.00	2.23	2.55	2.78	3.10	3.56	4.28
1700	1.34	1.60	1.85	2.10	2.35	2.68	2.93	3.26	3.75	4.50
1750	1.37	1.63	1.90	2.15	2.40	2.75	3.00	3.34	3.85	4.63
1800	1.40	1.67	1.94	2.20	2.47	2.82	3.08	3.43	3.94	4.74
1900	1.46	1.74	2.02	2.30	2.58	2.95	3.22	3.60	4.13	4.97
2000	1.52	1.82	2.10	2.40	2.70	3.08	3.37	3.75	4.32	5.20
2100	1.58	1.90	2.20	2.50	2.80	3.20	3.50	3.90	4.50	5.40
2200	1.64	1.96	2.28	2.60	2.92	3.34	3.65	4.07	4.68	5.63
2300	1.70	2.03	2.37	2.70	3.03	3.47	3.80	4.22	4.86	5.85
2400	1.75	2.10	2.45	2.80	3.14	3.60	3.93	4.38	5.04	6.06
2500	1.80	2.17	2.53	2.90	3.25	3.72	4.07	4.53	5.22	6.28
2600	1.87	2.24	2.60	2.98	3.35	3.84	4.20	4.68	5.40	6.48
2700	1.92	2.30	2.70	3.08	3.46	3.96	4.33	4.83	5.56	6.70
2800	1.97	2.37	2.77	3.17	3.56	4.08	4.47	4.98	5.73	6.90
2850	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.14	4.53	5.05	5.82	7.00
2900	2.03	2.44	2.85	3.26	3.66	4.20	4.60	5.12	5.90	7.10
3000	2.08	2.50	2.93	3.35	3.76	4.30	4.72	5.26	6.06	7.30
3200	2.18	2.63	3.08	3.52	3.96	4.54	4.98	5.55	6.40	7.68
3400	2.28	2.75	3.23	3.70	4.16	4.77	5.22	5.82	6.70	8.05
3450	2.30	2.78	3.26	3.74	4.20	4.82	5.28	5.90	6.78	8.15
3600	2.37	2.87	3.37	3.86	4.35	5.00	5.46	6.10	7.00	8.42
3800	2.47	3.00	3.50	4.02	4.53	5.20	5.70	6.35	7.30	8.77
4000	2.56	3.10	3.65	4.18	4.70	5.40	5.92	6.60	7.60	9.10
4200	2.64	3.20	3.78	4.33	4.90	5.60	6.15	6.85	7.88	9.44
4400	2.73	3.32	3.90	4.48	5.06	5.80	6.36	7.10	8.15	9.75
4600	2.80	3.42	4.03	4.63	5.22	6.00	6.57	7.32	8.40	10.05
4800	2.90	3.52	4.15	4.77	5.38	6.18	6.77	7.54	8.66	10.34
5000	2.96	3.62	4.27	4.90	5.53	6.36	6.96	7.75	8.90	10.60
5200	3.03	3.70	4.38	5.04	5.68	6.53	7.15	7.96	9.13	10.87
5400	3.10	3.80	4.50	5.16	5.83	6.70	7.33	8.15	9.35	11.10
5600	3.17	3.90	4.60	5.28	5.96	6.85	7.50	8.34	9.56	11.34
5800	3.23	3.97	4.70	5.40	6.10	7.00	7.66	8.52	9.76	11.55
6000	3.30	4.05	4.80	5.50	6.22	7.15	7.82	8.70	9.94	11.75
6200	3.35	4.12	4.88	5.62	6.34	7.28	7.97	8.85	10.10	11.92
6400	3.40	4.20	4.96	5.72	6.46	7.40	8.10	9.00	10.27	12.09
6600	3.45	4.26	5.05	5.82	6.57	7.54	8.24	9.14	10.42	12.23
6800	3.50	4.32	5.12	5.90	6.67	7.65	8.36	9.27	10.56	12.36
7000	3.54	4.38	5.20	6.00	6.77	7.76	8.48	9.40	10.68	12.46

Consulte a **INTERMEC** para el área sombreada

– 30 –

CORREAS TIPO **5V**

TABLA DE **CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN** POR CANAL **(EN HP)**

RPM del Eje más Rápido	Diámetro exterior de la Polea Motriz (en milimetros)											
	110	120	125	130	140	150	160	170	180	190	205	215
100	0.49	0.57	0.65	0.75	0.84	0.97	1.10	1.23	1.36	1.48	1.64	1.80
200	0.85	1.00	1.16	1.35	1.54	1.78	2.03	2.27	2.52	2.76	3.06	3.36
300	1.17	1.40	1.63	1.90	2.17	2.53	2.90	3.25	3.60	3.96	4.40	4.83
400	1.46	1.76	2.06	2.40	2.77	3.24	3.70	4.17	4.63	5.10	5.67	6.24
435	1.55	1.89	2.20	2.59	2.97	3.48	3.98	4.48	5.00	5.48	6.10	6.72
485	1.70	2.04	2.40	2.83	3.25	3.80	4.37	4.93	5.48	6.03	6.70	7.40
500	1.72	2.10	2.46	2.90	3.33	3.90	4.48	5.06	5.63	6.20	6.90	7.60
575	1.90	2.33	2.75	3.24	3.74	4.40	5.05	5.70	6.35	7.00	7.80	8.58
585	1.94	2.36	2.78	3.30	3.80	4.46	5.12	5.78	6.44	7.10	7.90	8.70
600	1.97	2.40	2.84	3.36	3.87	4.56	5.24	5.90	6.58	7.25	8.08	8.90
690	2.18	2.67	3.17	3.76	4.34	5.12	5.90	6.66	7.42	8.17	9.12	10.05
700	2.20	2.70	3.20	3.80	4.40	5.18	5.96	6.74	7.50	8.28	9.23	10.17
725	2.26	2.78	3.30	3.90	4.52	5.33	6.14	6.94	7.74	8.53	9.50	10.50
800	2.42	2.98	3.55	4.22	4.90	5.78	6.66	7.54	8.40	9.27	10.34	11.40
870	2.56	3.17	3.78	4.50	5.23	6.20	7.14	8.09	9.02	9.95	11.10	12.24
900	2.62	3.25	3.88	4.63	5.37	6.36	7.34	8.30	9.28	10.23	11.42	12.60
950	2.72	3.38	4.04	4.83	5.61	6.64	7.67	8.70	9.70	10.70	11.95	13.18
1000	2.80	3.50	4.20	5.02	5.84	6.92	8.00	9.06	10.12	11.17	12.47	13.75
1100	3.00	3.75	4.50	5.40	6.30	7.46	8.63	9.80	10.94	12.07	13.48	14.87
1160	3.10	3.90	4.67	4.60	6.55	7.78	9.00	10.20	11.40	12.60	14.07	15.52
1200	3.16	3.98	4.80	5.76	6.72	8.00	9.25	10.50	11.73	12.95	14.46	15.95
1300	3.32	4.20	5.07	6.10	7.13	8.50	9.84	11.17	12.50	13.80	15.40	17.00
1400	3.46	4.40	5.33	6.44	7.54	8.98	10.42	11.83	13.23	14.60	16.31	18.00
1425	3.50	4.45	5.40	6.52	7.63	9.10	10.56	12.00	13.40	14.80	16.53	18.23
1500	3.60	4.60	5.58	6.76	7.92	9.46	10.97	12.47	13.94	15.40	17.20	18.94
1600	3.73	4.78	5.82	7.06	8.30	9.90	11.50	13.08	14.62	16.15	18.02	19.86
1700	3.85	4.95	6.05	7.35	8.64	10.34	12.00	13.66	15.28	16.87	18.82	20.73
1750	3.90	5.04	6.16	7.50	8.80	10.55	12.26	13.94	15.60	17.22	19.20	21.15
1800	3.95	5.10	6.27	7.63	8.98	10.76	12.50	14.22	15.90	17.56	19.58	21.55
1900	4.05	5.27	6.47	7.89	9.30	11.15	12.97	14.75	16.50	18.22	20.30	22.33
2000	4.14	5.40	6.66	8.14	9.60	11.53	13.42	15.26	17.07	18.83	20.98	23.06
2100	4.22	5.53	6.84	8.38	9.90	11.90	13.84	15.74	17.60	19.42	21.62	23.74
2200	4.28	5.65	7.00	8.60	10.17	12.23	14.24	16.20	18.10	19.96	22.10	24.37
2300	4.34	5.76	7.15	8.80	10.43	12.54	14.60	16.62	18.58	20.47	22.76	24.94
2400	4.40	5.85	7.30	9.00	10.66	12.84	14.96	17.02	19.00	20.94	23.26	25.46
2500	4.43	5.93	7.42	9.17	10.88	13.12	15.28	17.38	19.40	21.37	23.70	25.92
2600	4.45	6.00	7.53	9.32	11.08	13.37	15.58	17.72	19.78	21.76	24.10	26.32
2700	4.47	6.06	7.63	9.47	11.27	13.60	15.85	18.02	20.10	22.10	24.46	26.66
2800	4.47	6.10	7.70	9.60	11.43	13.80	16.10	18.30	20.40	22.40	24.76	26.94
2850	4.47	6.12	7.75	9.65	11.50	13.90	15.20	18.42	20.53	22.53	24.88	27.06
2900	4.47	6.14	7.78	9.70	11.57	14.00	16.30	18.53	20.65	22.65	25.00	27.16
3000	4.45	6.16	7.83	9.80	11.70	14.15	16.50	18.74	20.86	22.86	25.20	27.30
3100	4.42	6.17	7.87	9.87	11.80	14.30	16.66	18.90	21.03	23.02	25.32	27.39
3200	4.38	6.16	7.90	9.92	11.90	14.40	16.78	19.04	21.16	23.13	25.39	27.40
3300	4.33	6.14	7.91	9.96	11.95	14.48	16.88	19.14	21.24	23.19	25.40	27.33
3400	4.27	6.12	7.90	9.98	11.99	14.54	16.95	19.20	21.26	23.20	25.34	27.20
3450	4.23	6.10	7.89	9.99	12.00	14.56	16.97	19.21	21.30	23.20	25.30	27.10
3500	4.20	6.06	7.88	9.98	12.01	14.57	16.98	19.22	21.28	23.16	25.23	26.98
3600	4.10	6.00	7.84	9.96	12.00	14.58	16.98	19.20	21.23	23.06	25.05	26.70
3700	4.00	5.92	7.78	9.93	11.99	14.55	16.95	19.14	21.13	22.90	24.80	26.30
3800	3.90	5.83	7.70	9.87	11.93	14.50	16.88	19.04	21.00	22.70	24.48	25.88
3900	3.76	5.73	7.62	9.80	11.85	14.42	16.78	18.90	20.80	22.42	24.10	25.32
4000	3.63	5.50	7.50	9.70	11.75	14.30	16.64	18.72	20.54	22.10	23.63	24.70
4200	3.30	5.32	7.24	9.43	11.48	14.00	16.25	18.22	19.90	21.25	22.50	23.20
4400	2.93	4.96	6.90	9.07	11.10	13.55	15.70	17.53	19.02	20.16	21.04	21.30
4600	2.50	4.54	6.47	8.63	10.62	12.98	15.00	16.66	17.93	18.80	19.28	–
4800	2.00	4.05	5.97	8.10	10.02	12.27	14.13	16.00	16.80	17.16	17.17	–
5000	1.46	3.50	5.38	7.45	9.30	11.42	13.10	14.30	15.03	15.23	–	–

Consulte a **INTERMEC** para el área sombreada

K Anexo K: Motor Toshiba de inducción

TOSHIBA THREE PHASE INDUCTION MOTOR

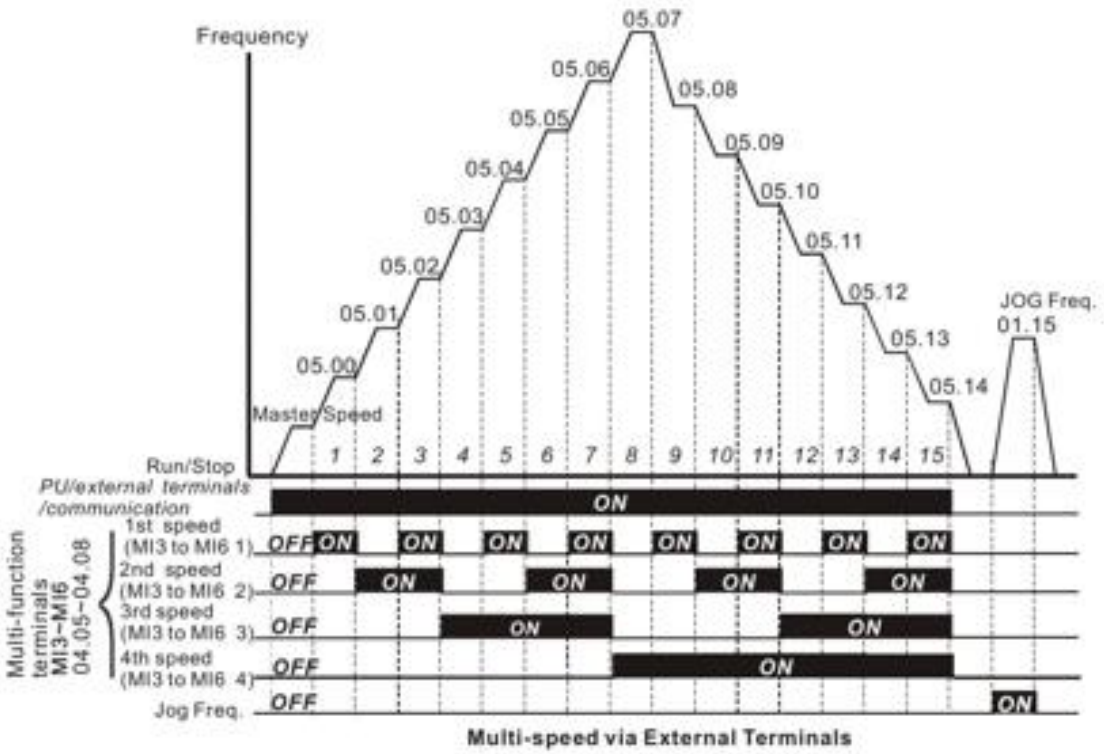
Characteristics and Performance Data: 4 Pole

Pole	Rated Output kW	Rated Output HP	Voltage (V)	Frequency (Hz)	Frame No	Current (A)	Speed (min⁻¹)	Efficiency (%)	Power Factor (%)
4	0.37	0.5	220	50	71M	1.94	1400	70.8	74.1
			380			1.12	1400	73.6	74.6
			415			1.22	1410	72.9	66.9
			220	60		1.70	1685	74.0	77.4
			440			1.00	1720	74.0	66.5
	0.75	1	220	50	80M	3.50	1410	75.8	77.3
			380			2.00	1410	76.4	78.0
			415			2.05	1420	75.3	70.1
			220	60		3.10	1690	78.4	81.1
			440			1.80	1720	79.3	71.0
	1.5	2	220	50	90L	6.20	1410	76.0	84.7
			380			3.58	1410	76.6	85.2
			415			3.60	1415	76.7	77.3
			220	60		5.80	1680	77.2	88.6
			440			3.00	1720	81.4	82.1
	2.2	3	220	50	100L	8.70	1410	81.0	82.9
			380			5.00	1410	81.6	83.1
			415			5.00	1420	82.2	75.8
			220	60		8.20	1700	81.4	88.2
			440			4.40	1730	81.2	82.9
	4.0	5	220	50	112M	15.4	1400	81.8	85.2
			380			8.90	1400	82.4	85.2
			415			8.70	1415	83.1	79.3
			220	60		15.0	1670	81.8	88.9
			440			7.70	1720	85.0	82.8
	5.5	7.5	220	50	132S	20.4	1430	85.1	85.6
			380			11.8	1430	86.0	85.8
			415			11.6	1440	86.3	79.2
			220	60		19.5	1710	85.0	89.2
			440			10.2	1730	86.2	83.8
	7.5	10	220	50	132M	27.0	1430	87.0	85.6
			380			15.6	1430	87.4	86.2
			415			15.4	1440	87.3	80.0
			220	60		26.0	1700	86.7	89.3
			440			13.5	1735	88.7	84.4
	11	15	220	50	160M	39.2	1440	87.9	85.4
			380			22.6	1440	88.6	86.1
			415			21.2	1455	89.0	82.5
			220	60		39.5	1705	85.6	87.4
			440			19.5	1740	89.6	84.7
	15	20	220	50	160L	52.0	1440	89.2	86.7
			380			30.0	1440	89.1	87.4
			415			28.5	1455	89.7	83.8
			220	60		52.0	1710	85.0	88.9
			440			26.0	1745	90.4	85.8
	18.5	25	380	50	180M	37.0	1450	91.8	87.9
			660			21.5	1450	91.8	87.9
	22	30	380	50	180L	44.0	1450	92.4	86.9
			660			25.5	1450	92.4	87.0
	30	40	380	50	200L	60.0	1460	92.4	88.1
			660			34.5	1460	92.4	88.2
	37	50	380	50	225S	72.0	1460	93.2	88.5
			660			41.5	1460	93.3	88.5
	45	60	380	50	225M	88.0	1460	93.2	88.3
			660			51.0	1460	93.3	88.3

The above characteristics and performance are design data, and are not guaranteed.

5 All data subject to change without any notice

L Anexo L: Parámetros del variador de frecuencia



Multi-speed via External Terminals

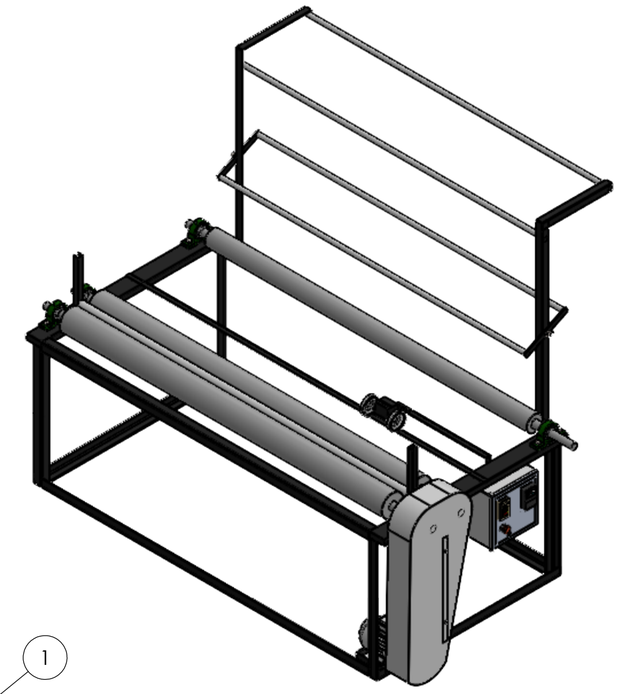
	MI6=4	MI5=3	MI4=2	MI3=1
Frecuencia maestra	APAGADO	APAGADO	APAGADO	APAGADO
1ra velocidad	APAGADO	APAGADO	APAGADO	ENCENDIDO
2da velocidad	APAGADO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
3ra velocidad	APAGADO	APAGADO	ENCENDIDO	ENCENDIDO
4ta velocidad	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	APAGADO
5ta velocidad	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO
6ta velocidad	APAGADO	ENCENDIDO	ENCENDIDO	APAGADO
7ma velocidad	APAGADO	ENCENDIDO	ENCENDIDO	ENCENDIDO
8va velocidad	ENCENDIDO	APAGADO	APAGADO	APAGADO
9na velocidad	ENCENDIDO	APAGADO	APAGADO	ENCENDIDO
10ma velocidad	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
11ma velocidad	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	ENCENDIDO
12ma velocidad	ENCENDIDO	ENCENDIDO	APAGADO	APAGADO
13ma velocidad	ENCENDIDO	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO
14ma velocidad	ENCENDIDO	ENCENDIDO	ENCENDIDO	APAGADO
15ma velocidad	ENCENDIDO	ENCENDIDO	ENCENDIDO	ENCENDIDO

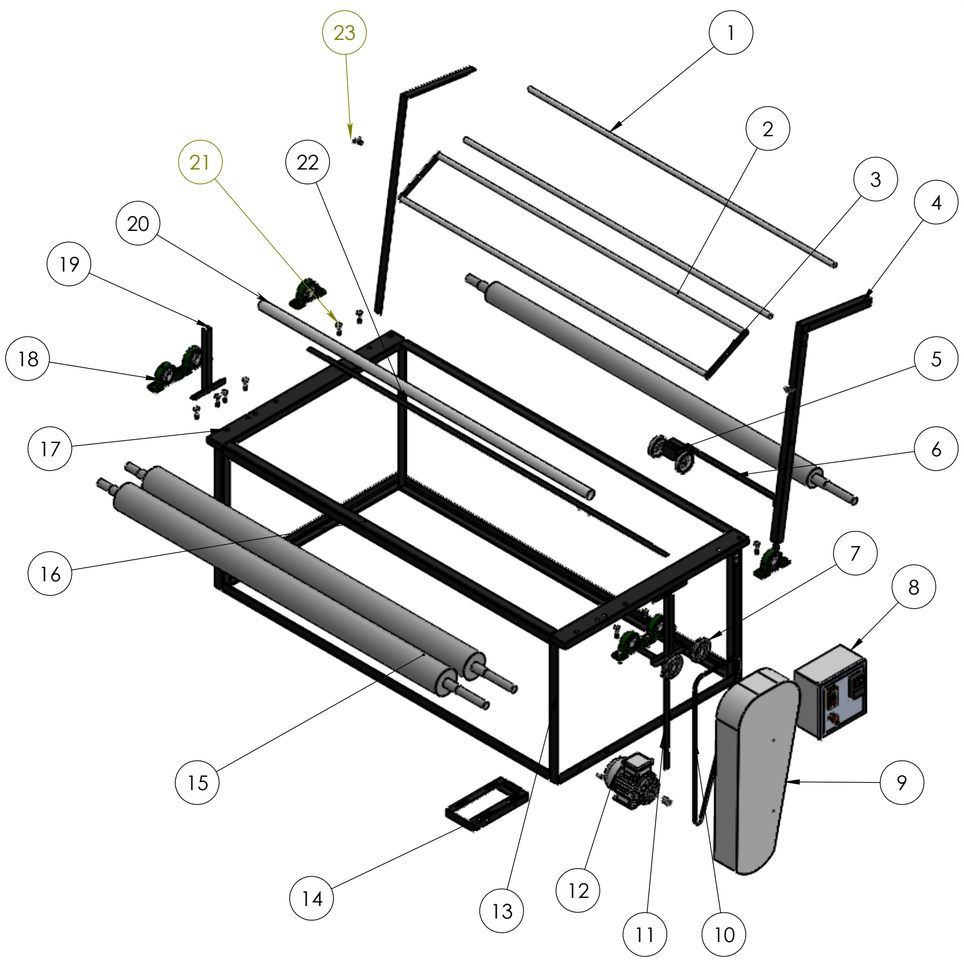
M Anexo M: Manual y plan de mantenimiento

Frecuencia	Elemento / Sistema	Actividad de Mantenimiento	Sustento Técnico
Diaria	**Interfaz de Mando**	Inspecciona la integridad física del panel de control y botones de paro.	Asegura la gestión correcta de los ciclos operativos.
	Sistema de Transmisión	Verifica la ausencia de ruidos anómalos bajo la cubierta del motor.	Mitiga riesgos mecánicos por fallas en elementos de torque.
	Chasis y Guías	Limpia partículas textiles del tubo guía y rodillos mecánicos.	Evita la acumulación de carga estática y contaminación del tejido.
Semanal	**Banda de Transmisión**	Comprueba la tensión de la correa de caucho y alineación de poleas.	Garantiza el desplazamiento sincronizado de los rodillos.
	Chumaceras	Aplica lubricante industrial en los rodamientos de soporte.	Facilita el giro suave y soporta las cargas radiales del sistema.
	Odometría	Valida el giro libre del contador mecánico y su sensor.	Asegura la precisión en el registro de la longitud lineal.
Mensual	**Actuador Eléctrico**	Mide la temperatura de operación y estado del bobinado del motor.	Previene el sobrecalentamiento del sistema de potencia rotativa.
	Anclajes	Ajusta la pernería en el soporte del motor y del eje de enrollado.	Mitiga vibraciones mecánicas y asegura el alojamiento rígido.
	Rodillo de Presión	Evalúa la uniformidad de la superficie de poliuretano o hierro.	Garantiza la aplicación de fuerza normal constante sobre el tejido.
Semestral	**Estructura Móvil**	Verifica el estado de los reguladores de tensión tangencial.	Mantiene la calidad del bobinado sin deformación textil.

Frecuencia	Elemento / Sistema	Actividad de Mantenimiento	Sustento Técnico
	Eje de Enrollado	Inspecciona la rectitud del mandril de acero galvanizado.	Previene excentricidades durante la acumulación de carga.
Anual	**Estructura Principal**	Realiza pruebas de integridad estructural al chasis de acero negro.	Valida la capacidad de carga para esfuerzos estáticos y dinámicos.

N Anexo N: Planos





N.°	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	OBSERVACIÓN
23	Tonillo de mariposa	2		M10 1,5x35 DIN315
22	Apoyo del contador mecánico	1	MDEDT-ME26-15	Perfil (L)AL 30x3
21	Tornillo cabeza hexagonal	20		(12)M14 2.0x50 34S (2)M10 1,5x35-35WS (6)M6 1.0x12 -12WS
20	Eje de enrollado	1	MDEDT-ME26-14	Tubo de acero inoxidable 50.8 x1.5
19	Soporte del eje de enrollado	2	MDEDT-ME26-13	Perfil (L)AL 30X3
18	Chumacera	6		UCP208-24
17	Extremo superior de la estructura principal	2	MDEDT-ME26-12	Perfil (U) C 100X 50X2
16	Laterales de la estructura principal	4	MDEDT-ME26-11	Perfil (L)AL 50X6
15	Rodillo mecánico	3	MDEDT-ME26-10	Rodillo de pouretano (2) Ø140 mm. (1)Ø 102 mm.
14	Soporte del motor	1	MDEDT-ME26-09	Perfil (L)AL 50X6
13	Soportes de la estructura principal	4	MDEDT-ME26-08	Perfil (L)AL 50X6
12	Motor 3 HP	1		Motor toshiba 4polos/1450- 1740 Rpm
11	Soporte del panel de control	1	MDEDT-ME26-07	Placa AL30X3
10	Banda o correa de transmisión	1		DAYCO 13A1900C
9	Cubierta de motor y poleas	1	MDEDT-ME26-06	Plancha galvanizada G-40
8	Tablero o panel de control	1		Grado de protección: IP54
7	Polea y acople de rodillo y motor	3		(2) A180-1 (1) A65-1
6	Soporte del contador mecánico	1	MDEDT-ME26-05	Perfil (L) AL 30X3
5	Contador mecánico	1		200r/min- 6 dígitos
4	Estructura del eje de tensado	2	MDEDT-ME26-04	Perfil (L) AL40X3
3	Placa lateral del sistema de tensado	2	MDEDT-ME26-03	Placa AL 40x3
2	Eje del sistema de tensado	2	MDEDT-ME26-02	Tubo de acero inoxidable 25 x1.5
1	Eje guía superior	2	MDEDT-ME26-01	Tubo de acero inoxidable 25 x1.5

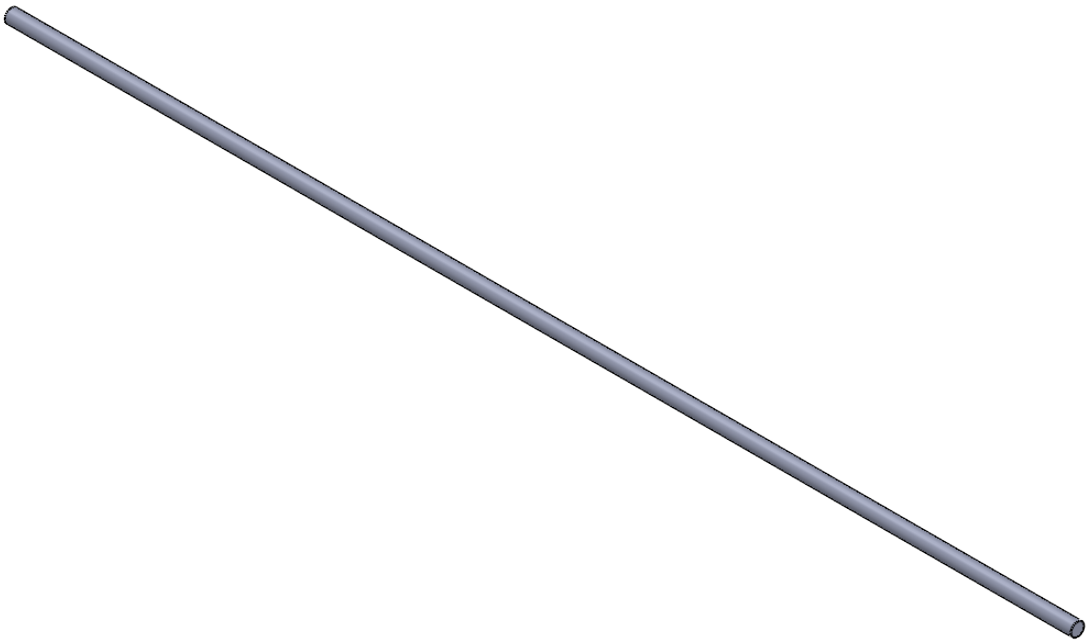
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE — UTN — IBARRA - ECUADOR

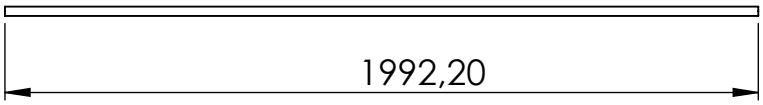
FICA | CIME

PROYECTO: MÁQUINA DE ENRROLLADO DE TELA
PARTE: CONJUNTO GENERAL
CÓDIGO: MDEDT-ME26-00

ESCALA 1:20
TOLERANCIA: ± 1

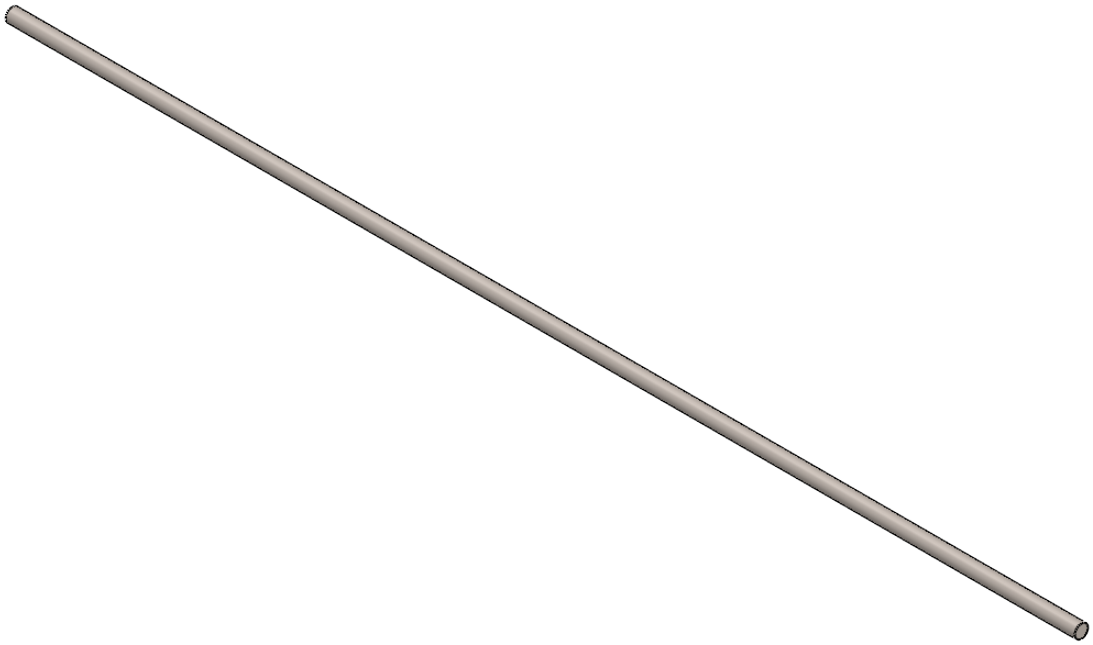
PESO:	273.02 kg.	DISEÑÓ:	ANRANGO K.	27/12/2025	HOJA:
LARGO:	2240 mm.	DIBUJÓ:	ANRANGO K.	12/02/2026	A2
ANCHO:	1200 mm.	REVISÓ:	VALENCIA F.	18/02/2026	1/16
ALTO:	1790 mm.	APROBÓ	OJEDA D.	20/01/2026	

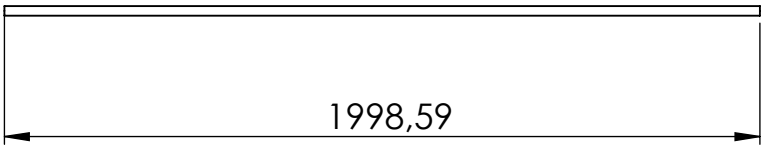




PROYECTO:	MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA			ESCALA 1:20	
PARTE:	EJE GUÍA SUPERIOR				
CÓDIGO:	MDEDT-ME26-01			TOLERANCIA:	±1 mm
MATERIAL:	TUVO 25x1.5	DISEÑÓ:	ANRANGO K.	27/15/2025	HOJA
TRATAMIENTO	NINGUNO	DIBUJÓ:	ANRANGO K.	12/2/2026	A4
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F..	18/2/2026	2/16
CANTIDAD:	2	APROBÓ:	OJEDA D.	20/2/2026	

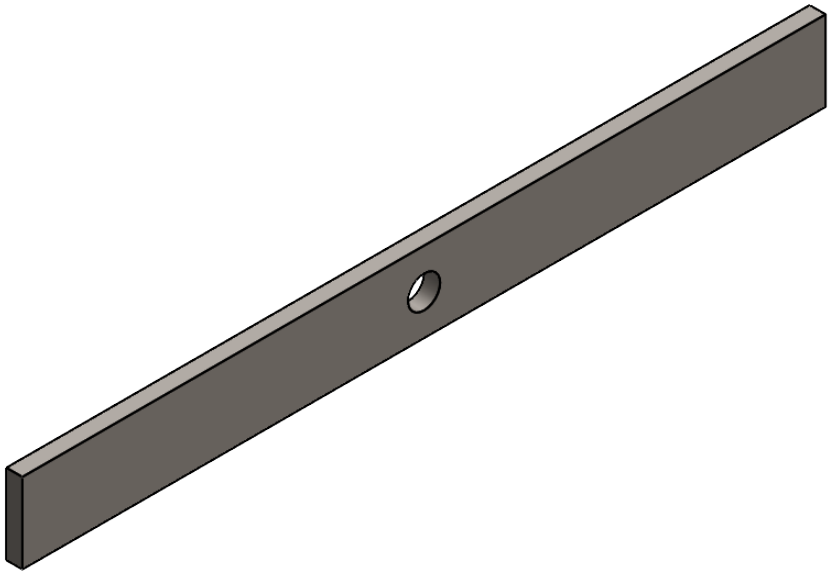
FICA CIME

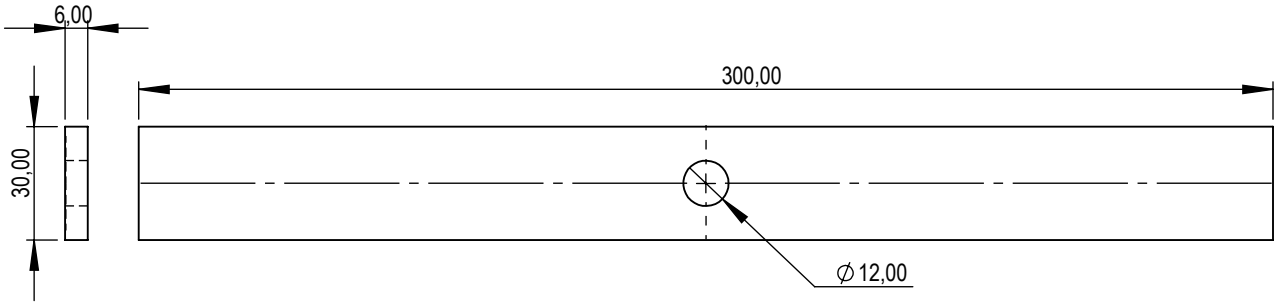




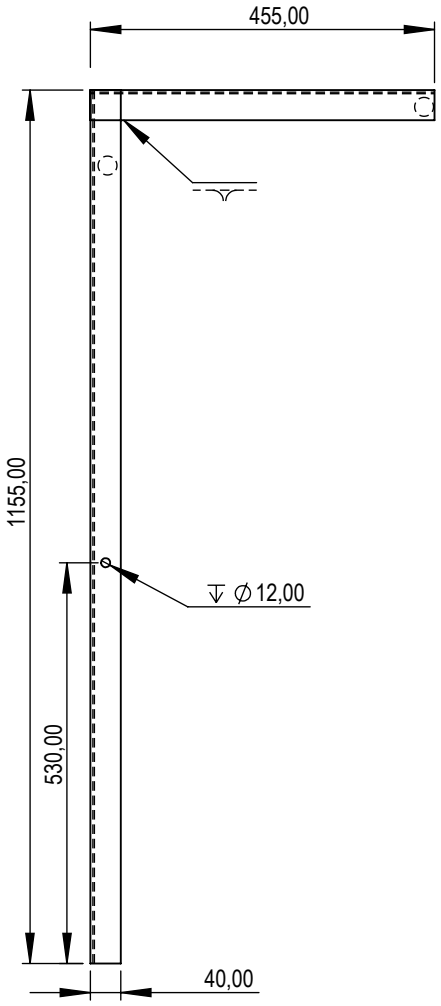
PROYECTO:	MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA			ESCALA 1:20	
PARTE:	EJE DE TENSADO				
CÓDIGO:	MDEDT-ME26-02			TOLERANCIA:	±1 mm
MATERIAL:	TUBO 25x1.5	DISEÑÓ:	ANRANGO K.	27/15/2025	HOJA
TRATAMIENTO	NINGUNO	DIBUJÓ:	ANRANGO K.	12/02/2026	A4
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	18/02/2026	3/16
CANTIDAD:	2	APROBÓ:	OJEDA D.	20/02/2026	

FICA CIME

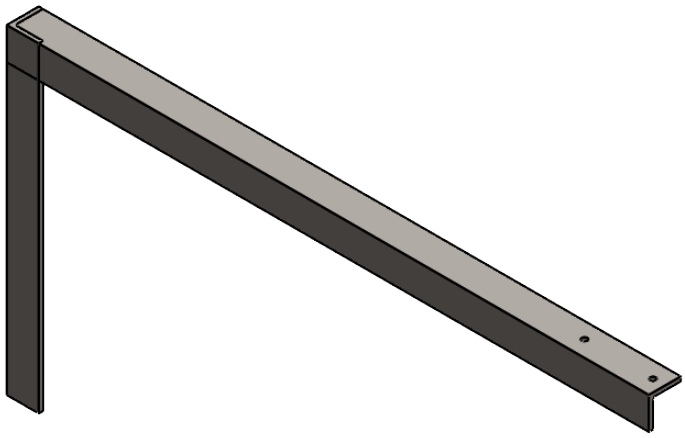


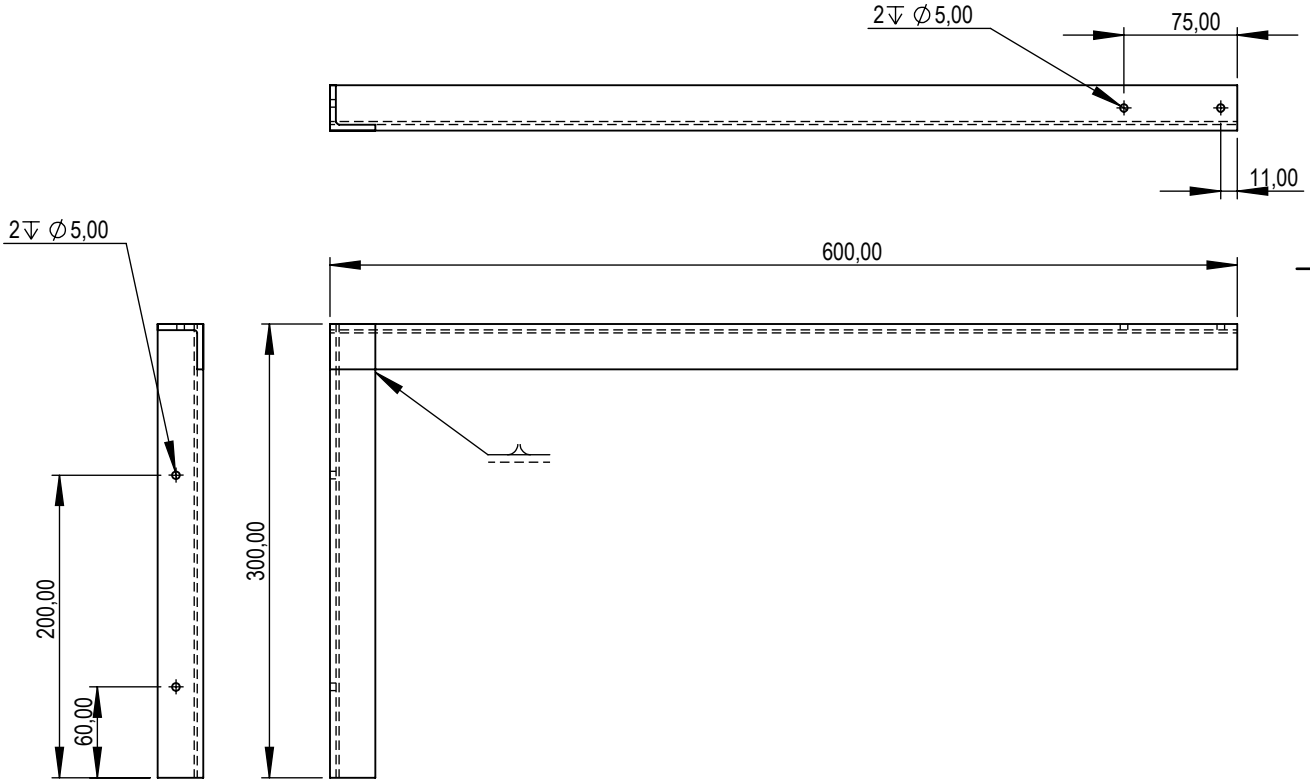


	PROYECTO: MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA			**ESCALA** 1:2	
	PARTE: PLACA LATERAL DE TENSADO				
	CÓDIGO: MDEDT-ME26-03			**TOLERANCIA:** ±1 mm	
	MATERIAL: ACERO AL40X3	**DISEÑÓ:** ANRANGO K.	27/15/2025	**HOJA**	
	TRATAMIENTO: NINGUNO	**DIBUJÓ:** ANRANGO K.	12/02/2026	A4	
FICA CIME	**RECUBRIMIENTO:** NINGUNO	**REVISÓ:** VALENCIA F..	18/02/2026	4/16	
	CANTIDAD: 2	**APROBÓ:** OJEDA D.	20/02/2026		

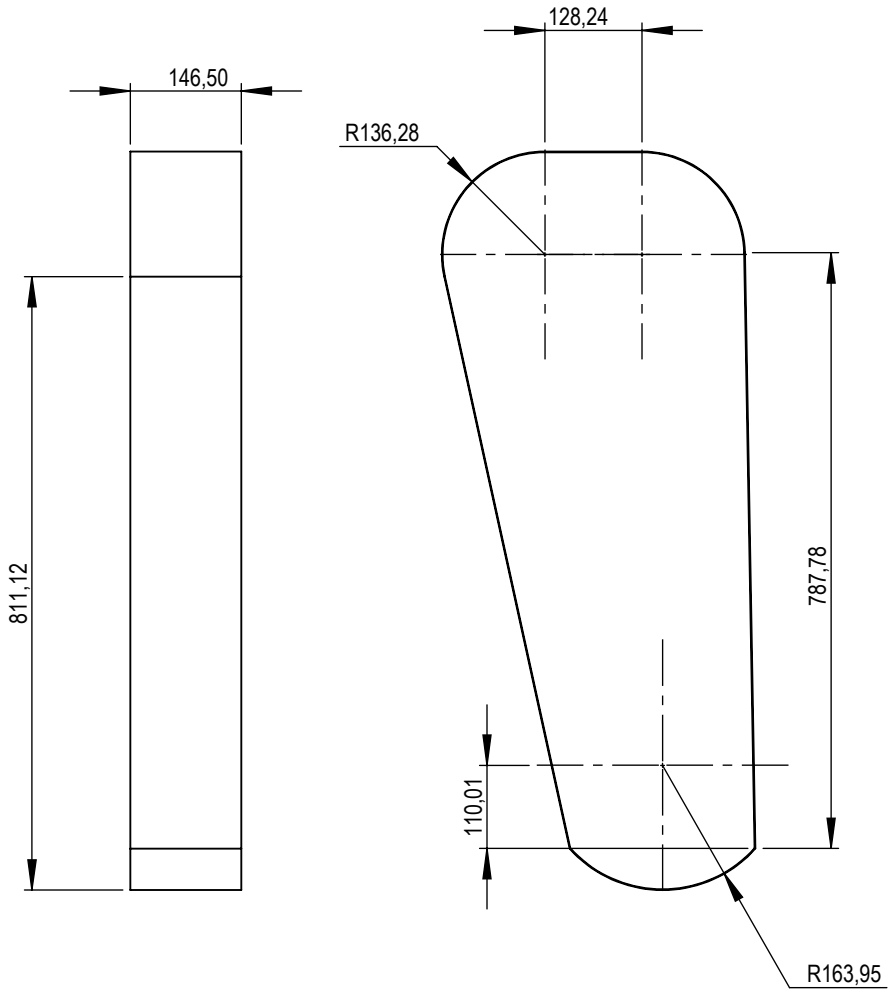


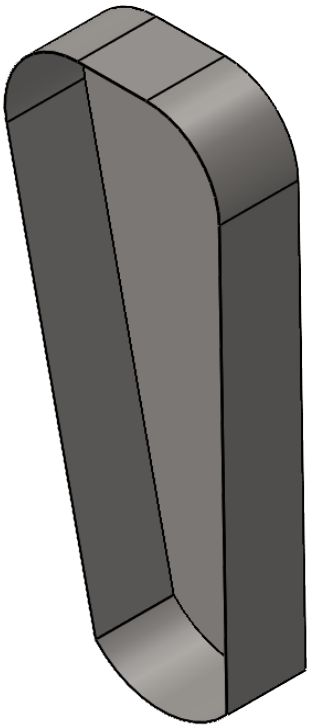
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	**PROYECTO:** MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA			**ESCALA** 1:10	
	PARTE: ESTRUCTURA DEL EJE DE TENSADO				
	CÓDIGO: MDEDT-ME26-04			**TOLERANCIA:** ±1 mm	
	MATERIAL: ACERO AL40X3	**DISEÑÓ:** ANRANGO K.	27/15/2025	**HOJA**	
	TRATAMIENTO NINGUNO	**DIBUJÓ:** ANRANGO K.	12/02/2026	A4	
FICA CIME	**RECUBRIMIENTO:** NINGUNO	**REVISÓ:** VALENCIA F.	18/02/2026	5/16	
	CANTIDAD: 2	**APROVÓ:** OJEDA D.	20/02/2026		





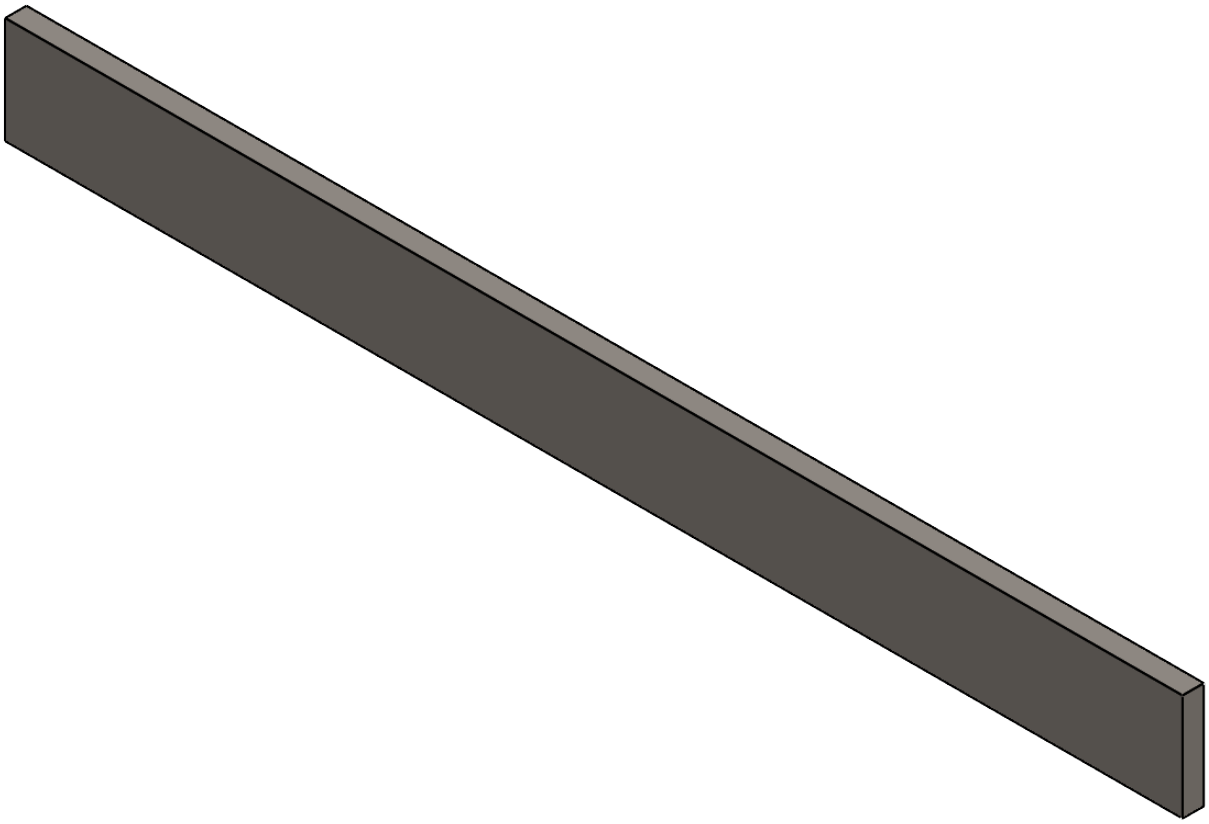
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE UTN IBARRA - ECUADOR	**PROYECTO:** MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA			**ESCALA** 1:5	
	PARTE: SOPORTE DEL CONTADOR MECÁNICO				
	CÓDIGO: MDEDT-ME26-05			**TOLERANCIA:** ±1 mm	
	MATERIAL: ACERO AL30x3	**DISEÑÓ:** ANRANGO K.	27/15/2025	**HOJA**	
	TRATAMIENTO: NINGUNO	**DIBUJÓ:** ANRANGO K.	12/02/2026	A4	
FICA CIME	**RECUBRIMIENTO:** NINGUNO	**REVISÓ:** VALENCIA F..	18/02/2026	6/16	
	CANTIDAD: 1	**APROBÓ:** OJEDA D.	20/02/2026		

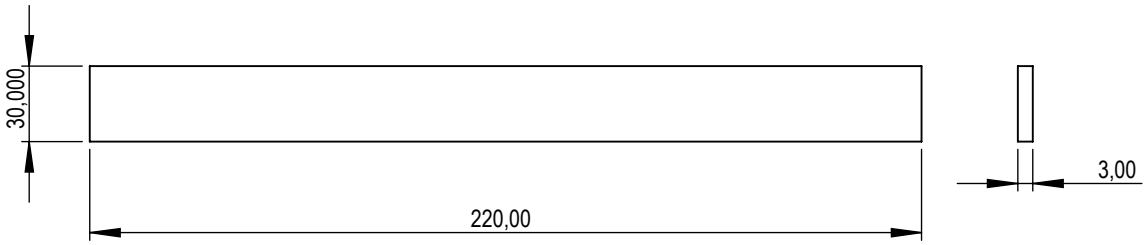




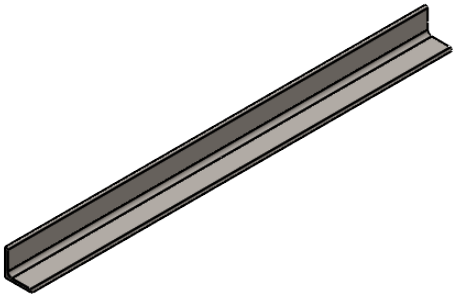
PROYECTO: MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA				**ESCALA** 1:10	
PARTE: CUBIERTA DE MOTOR Y POLEAS					
CÓDIGO: MDEDT-ME26-06				**TOLERANCIA:** ±1 mm	
MATERIAL:	G-40	**DISEÑÓ:**	ANRANGO K.	27/15/2025	**HOJA**
TRATAMIENTO:	NINGUNO	**DIBUJÓ:**	ANRANGO K.	12/02/2026	A4
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	**REVISÓ:**	VALENCIA F.	18/02/2026	7/16
CANTIDAD:	1	**APROBÓ:**	OJEDA D.	20/02/2026	

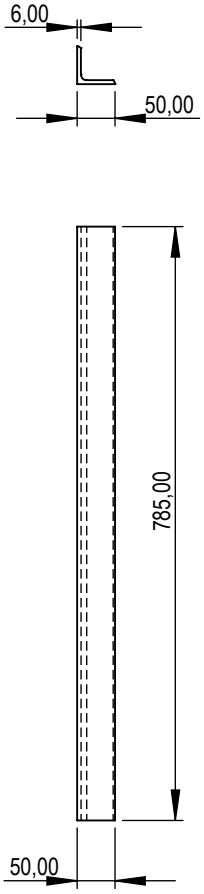
FICA CIME



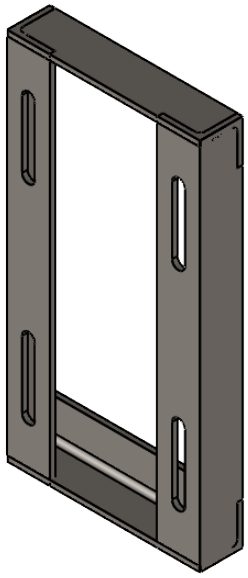


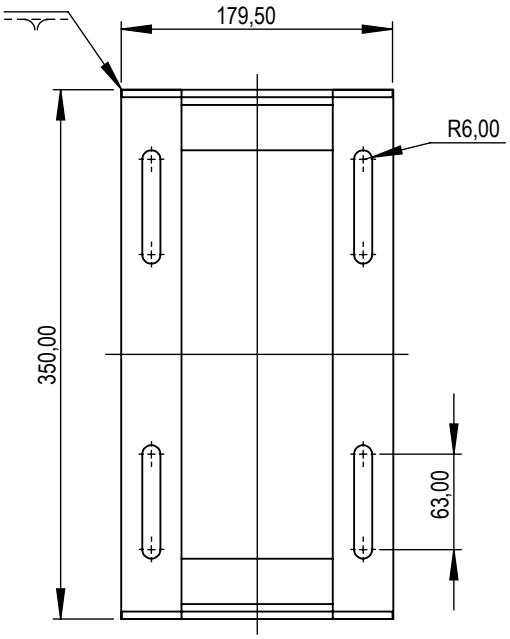
FICA	CIME	**PROYECTO:** MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA		**ESCALA** 1:2	
		PARTE: SOPORTE DEL PANEL DE CONTROL			
		CÓDIGO: MDEDT-ME26-07		**TOLERANCIA:** ±1 mm	
		MATERIAL: ACERO	**DISEÑÓ:** ANRANGO K.	27/15/2025	**HOJA**
		TRATAMIENTO NINGUNO	**DIBUJÓ:** ANRANGO K.	12/02/2026	A4
		RECUBRIMIENTO: NINGUNO	**REVISÓ:** VALENCIA F.	18/02/2026	8/16
		CANTIDAD: 1	**APROBÓ:** OJEDA D.	20/02/2026	



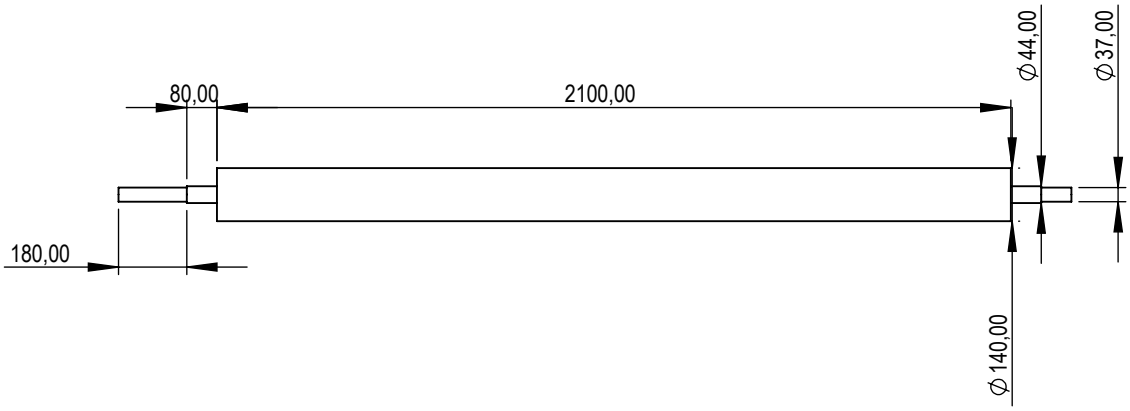


	PROYECTO: MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA			**ESCALA** 1:10	
	PARTE: SOPORTE ESTRUCTURA PRINCIPAL				
	CÓDIGO: MDEDT-ME26-08			**TOLERANCIA:** ±1 mm	
	MATERIAL: ACERO AL50x6	**DISEÑÓ:** ANRANGO K.	27/15/2025	**HOJA**	
	TRATAMIENTO: NINGUNO	**DIBUJÓ:** ANRANGO K.	12/02/2026	A4	
FICA CIME	**RECUBRIMIENTO:** NINGUNO	**REVISÓ:** VALENCIA F.	18/02/2026	9/16	
	CANTIDAD: 4	**APROBÓ:** OJEDA D.	20/02/2026		

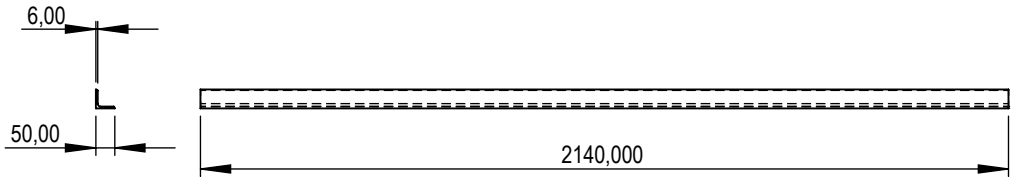




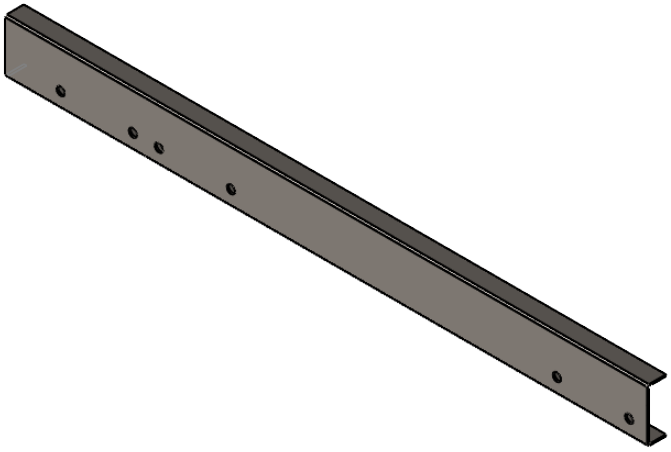
FICA	CIME	**PROYECTO:** MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA		**ESCALA** 1:5	
		PARTE: SOPORTE MOTOR			
		CÓDIGO: MDEDT-ME26-09		**TOLERANCIA:** ±1 mm	
		MATERIAL: ACERO AL40X3	**DISEÑÓ:** ANRANGO K.	27/15/2025	**HOJA**
		TRATAMIENTO NINGUNO	**DIBUJÓ:** ANRANGO K.	12/02/2026	A4
		RECUBRIMIENTO: NINGUNO	**REVISÓ:** VALENCIA F.	18/02/2026	10/16
		CANTIDAD: 1	**APROBÓ:** OJEDA D.	20/02/2026	

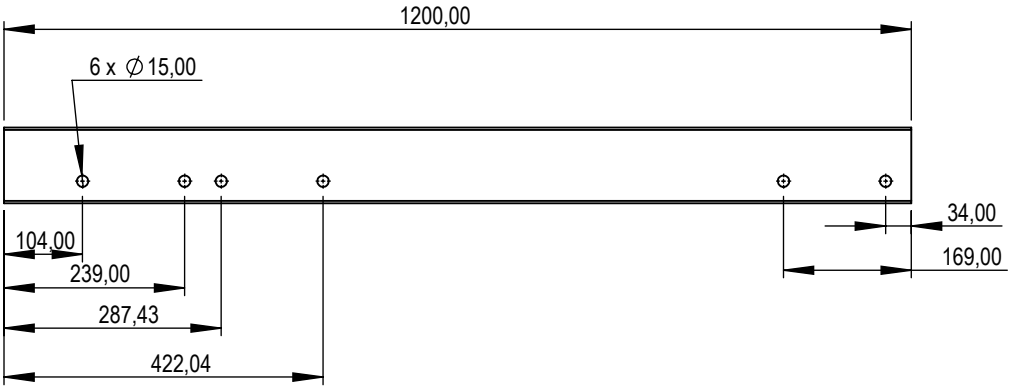


UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE UTN IBARRA - ECUADOR	**PROYECTO:** MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA			**ESCALA** 1:20	
	PARTE: RODILLO MECÁNICO				
	CÓDIGO: MDEDT-ME26-10			**TOLERANCIA:** ±1 mm	
	MATERIAL: POLIURETANO	**DISEÑÓ:** ANRANGO K.	27/15/2025	**HOJA** A4	
	TRATAMIENTO: NINGUNO	**DIBUJÓ:** ANRANGO K.	12/02/2026		
FICA CIME	**RECUBRIMIENTO:** NINGUNO	**REVISÓ:** VALENCIA F.	18/02/2026	11/16	
	CANTIDAD: 3	**APROBÓ:** OJEDA D.	20/02/2026		

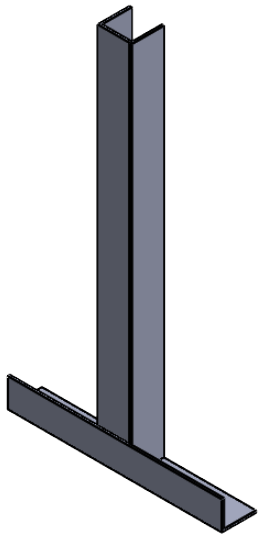


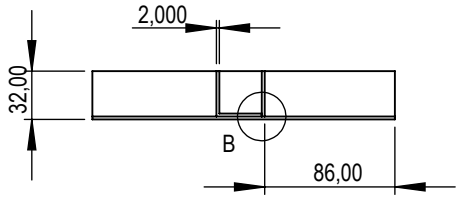
FICA	CIME	**PROYECTO:** MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA		**ESCALA** 1:20	
		PARTE: LATERAL DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL			
		CÓDIGO: MDEDT-ME26-11		**TOLERANCIA:** ±1 mm	
		MATERIAL: ACERO AL 50X6	**DISEÑÓ:** ANRANGO K.	27/15/2025	**HOJA**
		TRATAMIENTO: NINGUNO	**DIBUJÓ:** ANRANGO K.	12/02/2026	A4
		RECUBRIMIENTO: NINGUNO	**REVISÓ:** VALENCIA F.	18/02/2026	12/16
		CANTIDAD: 4	**APROBÓ:** OJEDA D.	20/02/2026	

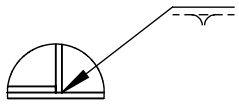




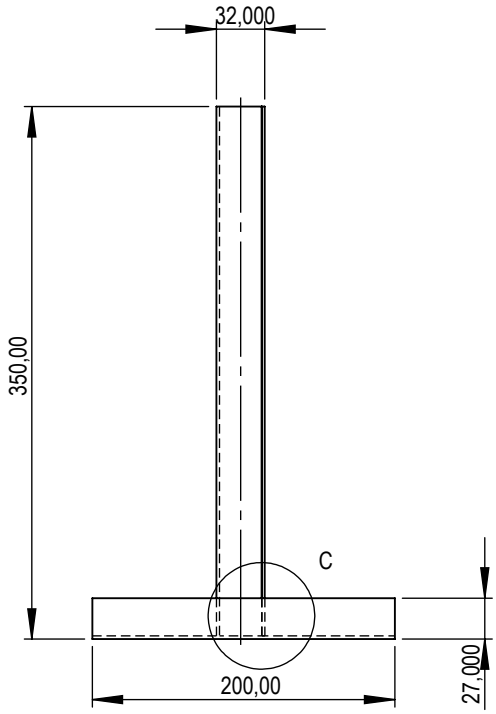
	PROYECTO: MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA			ESCALA 1:10	
	PARTE: EXTEMOS SUPERIORES ESTRUCTURA				
	CÓDIGO: MDEDT-ME26-12			TOLERANCIA: ±1	
	MATERIAL: ACERO PERFIL U	DISEÑÓ: ANRANGO K.	27/15/2025	HOJA	
	TRATAMIENTO NINGUNO	DIBUJÓ: ANRANGO K.	12/02/2026	A4	
FICA CIME	RECUBRIMIENTO: NINGUNO	REVISÓ: VALENCIA F.	18/02/2026	13/16	
	CANTIDAD: 2	APROBÓ: OJEDA D.	20/02/2026		

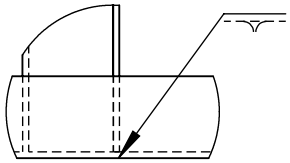






DETALLE B
ESCALA 2 : 5

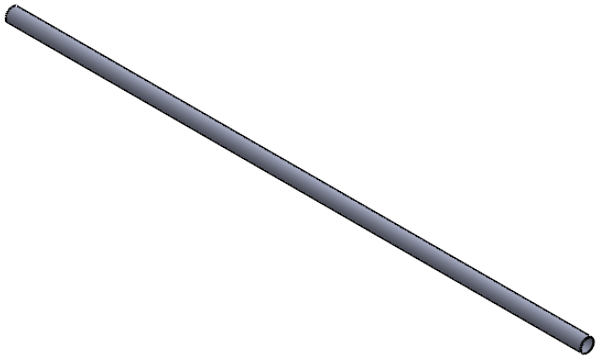


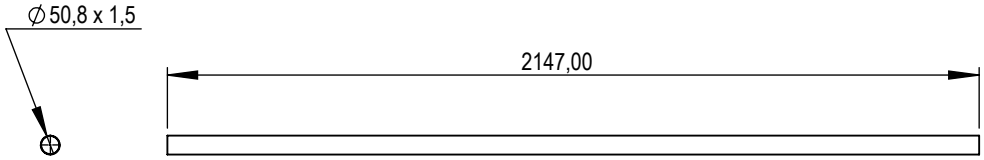


DETALLE C
ESCALA 2 : 5

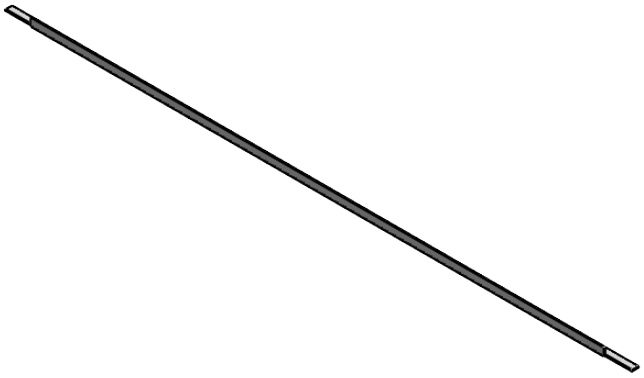
PROYECTO: MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA				**ESCALA** 1:5	
PARTE: SOPORTE DEL EJE DE ENROLLADO					
CÓDIGO: MDEDT-ME26-13				**TOLERANCIA:** ±1 mm	
MATERIAL:	ACERO AL30 x 3	**DISEÑÓ:**	ANRANGO K.	27/15/2025	**HOJA**
TRATAMIENTO:	NINGUNO	**DIBUJÓ:**	ANRANGO K.	12/02/2026	A4
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	**REVISÓ:**	VALENCIA F.	18/02/2026	14/16
CANTIDAD:	2	**APROBÓ:**	OJEDA D.	20/02/2026	

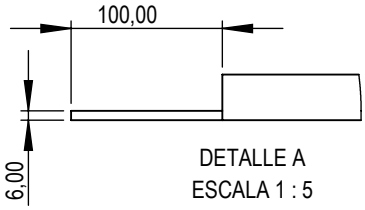
FICA CIME



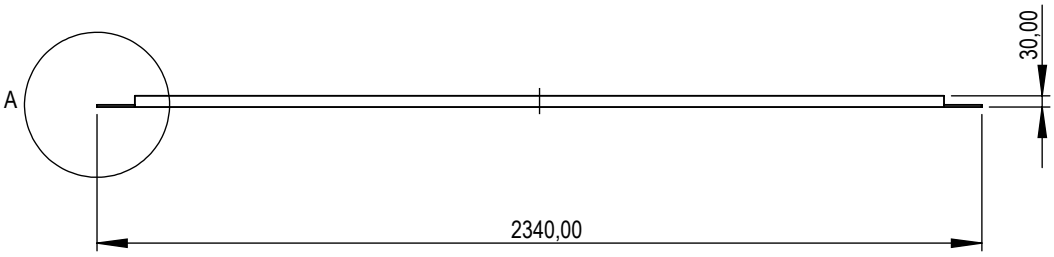


FICA	CIME	**PROYECTO:** MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA			**ESCALA** 1:20
		PARTE: EJE DE ENROLLADO			
		CÓDIGO: MDEDT-ME26-14			**TOLERANCIA:** ±1 mm
		MATERIAL: TUBO ACERO 50,80 x 1,5	**DISEÑÓ:** ANRANGO K.	27/15/2025	**HOJA** A4
		TRATAMIENTO: NINGUNO	**DIBUJÓ:** ANRANGO K.	12/02/2026	
		RECUBRIMIENTO: NINGUNO	**REVISÓ:** VALENCIA F..	18/02/2026	15/16
		CANTIDAD: 1	**APROBÓ:** OJEDA D.	20/02/2026	





DETALLE A
ESCALA 1 : 5



FICA	CIME	**PROYECTO:** MÁQUINA DE ENROLLADO DE TELA		**ESCALA** 1:20	
		PARTE: APOYO DEL CONTADOR MECÁNICO			
		CÓDIGO: MDEDT-ME26-15		**TOLERANCIA:** ±1 mm	
		MATERIAL: ACERO AL30x3	**DISEÑÓ:** ANRANGO K.	27/15/2025	**HOJA**
		TRATAMIENTO: NINGUNO	**DIBUJÓ:** ANRANGO K.	12/02/2026	A4
		RECUBRIMIENTO: NINGUNO	**REVISÓ:** VALENCIA F.	18/02/2026	16/16
		CANTIDAD: 1	**APROBÓ:** OJEDA D.	20/02/2026	