



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA ROLADORA DE TUBO DE 1" PARA LA
MECÁNICA MULTIAUTO UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO ELECTROMECAÁNICO**

AUTORES:

Alex Mauricio Alvarez Chicaiza
Kevin Fernando Muela Ugsha

TUTOR:

Ing. Luis Miguel Navarrete López, Mg.

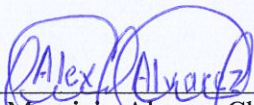
LATACUNGA, AGOSTO 2025

Latacunga, julio 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

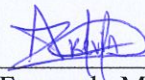
Nosotros, **ALVAREZ CHICAIZA ALEX MAURICIO**, con cédula de ciudadanía No. 0550097042, **MUELA UGSHA KEVIN FERNANDO**, con cédula de ciudadanía No. 1727916601 declaramos ser autores del proyecto de titulación **“DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA ROLADORA DE TUBO DE 1” PARA LA MECÁNICA MULTIAUTO UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO**”, siendo el Ing. Luis Miguel Navarrete López, Mg. Tutor del presente trabajo de titulación; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad



Alex Mauricio Alvarez Chicaiza

CC: 0550097042



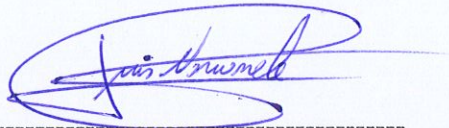
Kevin Fernando Muela Ugsha

CC: 1727916601

Latacunga, julio 24 del 2025

AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.

En calidad de Tutor de la Propuesta Tecnológica sobre el título: **“DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA ROLADORA DE TUBO DE 1” PARA LA MECÁNICA MULTIAUTO UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO”**, propuesto por los estudiantes **Alvarez Chicaiza Alex Mauricio y Muela Ugsha Kevin Fernando** de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho proyecto de titulación cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos al tribunal de lectores.



Ing. Luis Miguel Navarrete López, Mg.

C.C.: 1803747284

TUTOR

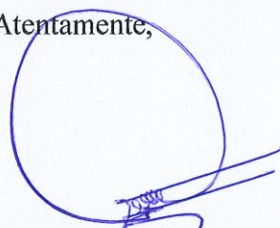
Latacunga, agosto 01 del 2025

AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES

Cumpliendo con el Reglamento de Titulación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Lectores de Tribunal de la Propuesta Tecnológica con el Título **“DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA ROLADORA DE TUBO DE 1” PARA LA MECÁNICA MULTIAUTO UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO**”, propuesto por los estudiantes **Alvarez Chicaiza Alex Mauricio** y **Muela Ugsha Kevin Fernando** de la Carrera de **Ingeniería Electromecánica**, me permito indicar que los estudiantes ha concluido todas las observaciones y realizado las correcciones señaladas por el Tribunal de Lectores, además de validar el funcionamiento de la propuesta tecnológica, por lo cual presentamos el Aval de aprobación del Proyecto de Titulación correspondiente a la modalidad presencial, en virtud de lo cual los postulantes pueden presentarse a la Defensa de su Proyecto de Titulación.

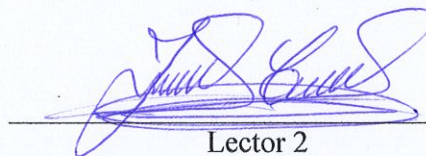
Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Atentamente,



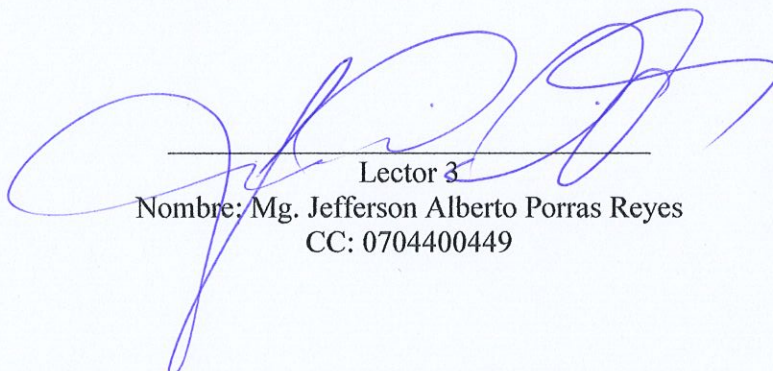
Lector 1 (Presidente)

Nombre: Mg. Mauro Dario Albarracín Alvarez
CC: 0503113730



Lector 2

Nombre: Mg. Segundo Angel Cevallos Betún
CC: 0501782437



Lector 3

Nombre: Mg. Jefferson Alberto Porras Reyes
CC: 0704400449



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de gerente de la mecánica “MultiAuto”, doy en conocimiento el cumplimiento de la implementación de la propuesta tecnológica “**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA ROLADORA DE TUBO DE 1 PULGADA PARA LA MECÁNICA MULTIAUTO UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO**” desarrollada por los estudiantes Alvarez Chicaiza Alex Mauricio, con cédula de ciudadanía No. 0550097042 y Muela Ugsha Kevin Fernando con cédula de ciudadanía No. 1727916601, estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la carrera de Electromecánica, trabajo que ha cumplido las expectativas establecidas.

El presente aval lo otorgo en razón del tiempo y dedicación que han empleado los señores estudiantes en el desarrollo de la propuesta tecnológica, por lo tanto, pueden dar al presente documento el uso que estime conveniente.



Tnlga. Muela Quillupangui Alison Karolina
C.C. 1726210253

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, por haber sido mi refugio en los momentos más difíciles y por darme la fortaleza necesaria para seguir adelante.

A mi madre, Amparo Chicaiza, quien, aunque ya no está físicamente conmigo, sigue siendo mi luz, mi inspiración y el motor que me impulsa cada día. Todo lo que soy te lo debo en gran parte a ti. Gracias por enseñarme a luchar con valentía y a no rendirme jamás.

A mi padre, Franklin Alvarez, por su constancia, por sus sabias enseñanzas y por ser siempre un ejemplo de responsabilidad, esfuerzo y dedicación. Gracias por mostrarme, con tu vida, que el trabajo honesto y la disciplina son la base para alcanzar cualquier meta.

A mi hermano, Joel Alvarez, por acompañarme en este camino con su apoyo firme y silencioso. Gracias por estar presente, incluso sin palabras.

A mi novia, Marisol Quilumba, por su amor incondicional, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por ser un pilar fundamental en este proceso. Tu presencia ha hecho más ligero este recorrido.

A mis tíos y demás familiares, por sus palabras de aliento, su cariño sincero y por ser parte del respaldo que me ha sostenido a lo largo de esta etapa. Su apoyo, cercano o a la distancia, ha sido valioso y profundamente apreciado.

A mi tutor Mg. Luis Navarrete y lectores, por su paciencia, guía constante y compromiso con mi formación. Sus enseñanzas han dejado una huella valiosa en mi vida.

Gracias a todos ustedes por ser parte esencial de este logro.

Alex Alvarez

AGRADECIMIENTO

Quiero comenzar expresando mi más sincero agradecimiento a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en cada paso de este viaje. Su sabiduría y amor condicional han sido la luz que ha iluminado mi camino.

A mis padres, les debo una gratitud inmensa. Su amor constante, su incansable esfuerzo y su apoyo incondicional han sido pilares esenciales en la construcción de este logro. Gracias por su paciencia, por creer en mí aún en los momentos más difíciles, y por brindarme siempre su presencia y motivación. Su ejemplo de trabajo, sacrificio y perseverancia ha sido una fuente de inspiración permanente.

A mis hermanos, por su comprensión, cercanía y palabras de ánimo, que han sido una valiosa fuente de fortaleza y motivación a lo largo de este camino.

Extiendo también mi sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por permitirme desarrollar mi formación profesional en un entorno académico comprometido con la excelencia. A cada uno de mis docentes, agradezco su dedicación, su entrega y el valioso conocimiento transmitido, que han contribuido significativamente a mi crecimiento académico y personal.

Kevin Muela

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, por ser mi guía constante, por darme la fuerza y la esperanza necesarias para seguir adelante, incluso cuando el camino se tornaba cuesta arriba.

Con todo mi amor y eterno agradecimiento a mi madre, Amparo Chicaiza, quien partió de este mundo antes de ver cumplido este sueño, pero cuya presencia permanece viva en mi corazón. Mamá, gracias por tu amor incondicional, por tus sabios consejos y por ser siempre mi ejemplo de fortaleza. Esta meta también te pertenece, y sé que, desde el cielo, te sientes orgullosa de mí.

A mi padre, Franklin Alvarez, por su esfuerzo incansable, su guía firme y por estar presente en cada etapa de este proceso. Gracias por enseñarme, con tu ejemplo, el valor del trabajo honesto, la perseverancia y la responsabilidad. Tu apoyo ha sido un pilar fundamental.

A mi hermano, Joel Alvarez, por su compañía constante, sus palabras de aliento y por ser un pilar silencioso pero firme en mi vida.

A mi novia, Marisol Quilumba, por ser mi compañera incondicional. Tu amor sincero, tu comprensión constante y tu apoyo en los momentos más difíciles han sido mi refugio. Gracias por estar siempre presente, por animarme en cada paso que doy y por ser una fuente de felicidad e inspiración en mi vida.

Gracias por creer en mí.

Alex Alvarez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, María Ugsha, quien ha dedicado todo su esfuerzo trabajando incansablemente para ofrecerme lo mejor y necesario para alcanzar mi éxito. Su apoyo, dedicación y esfuerzo ha jugado un papel fundamental para realizar un logro anhelado en mi vida. Ella ha realizado enormes sacrificios para asegurarme un futuro mejor, y con su constante apoyo ha sido una fuente de inspiración para mí.

A mi padre, Luis Muela, por su constante apoyo y dedicación. Su esfuerzo y trabajo arduo para proporcionarme la oportunidad de sobresalir adelante a pesar de las recaídas siempre ha estado en constante apoyo para mí y ha sido un pilar fundamental para mi desarrollo y éxito.

A mis hermanos, Christian y Mateo, por sus palabras de aliento y amor incondicional. Su apoyo constante, comprensión y compañía han sido una parte fundamental de motivación y alegría. Los amo mucho y su fe en mí ha sido una gran motivación para alcanzar el éxito.

A mi esposa e hijo, Karen y Keneth, por su amor incondicional, paciencia, comprensión y por caminar a mi lado en cada etapa de este proceso. Han sido un pilar muy esencial para alcanzar esta meta.

Este logro es el esfuerzo y dedicación de cada uno de ustedes. Gracias por estar siempre a mi lado y por contribuir significativamente a este éxito.

Kevin Muela

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA ROLADORA DE TUBO DE 1” PARA LA MECÁNICA MULTIAUTO UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO

Autores:

Alvarez Chicaiza Alex Mauricio

Muela Ugsha Kevin Fernando

RESUMEN

Esta propuesta tecnológica propone el diseño y fabricación de una roladora de tubo de 1” para la mecánica Multiauto, ubicada en la ciudad de Quito provincia de Pichincha. Este estudio conlleva la revisión de las bibliografías de artículos científicos, libros y revistas para la realización de la fundamentación teórica relacionados con las máquinas roladoras de tubo, los tipos de materiales y procesos de formación de tubos metálicos mediante curvado. Segundo se utilizó la metodología de diseño mecánico, conocida por su estructura funcional, la selección adecuada de materiales, el diseño de mecanismo y la verificación estructural mediante cálculos de esfuerzo. Este enfoque garantizó asegurar la resistencia, presión, fuerza y la durabilidad de la máquina para su correcto funcionamiento. Para el desarrollo del diseño se utilizó el Software CAD/CAE FUSION 360 con licencia educativa, el cual facilitó el modelado de las piezas en 3D, así como la elaboración correspondiente de los planos y simulaciones de cargas estructurales para validar el comportamiento de la máquina. Además, la máquina representa un recurso importante para el curvado de tubos, dado que ayuda a mejorar la producción y la calidad de trabajo.

Palabras Claves: Roladora de tubo, Software CAD/CAE FUSION 360, Cargas estructurales, Cálculos de esfuerzo, Curvado de tubos.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCE

THEME: “DESIGN AND MANUFACTURING OF A 1-INCH TUBE ROLLING MACHINE FOR THE “MULTIAUTO” MECHANIC LOCATED IN THE CITY OF QUITO.”

Authors:

Alvarez Chicaiza Alex Mauricio

Muela Ugsha Kevin Fernando

ABSTRACT

This technological proposal proposes the design and manufacture of a 1-inch tube rolling machine for the “Multiauto” Mechanic, located in the city of Quito, Pichincha Province. This study involved a bibliographic review of scientific articles, books and magazines to develop a theoretical basis related to tube benders, types of materials and metal tube forming processes by bending. Secondly, the mechanical design methodology was used, known for its functional structure, the adequate selection of materials, the mechanism design and the structural verification through stress calculations. This approach guaranteed the resistance, pressure, solidity and durability of the machine for its correct operation. For the development of the design, the CAD / CAE FUSION 360 software with an educational license was used, which facilitated the modeling of the parts in 3D, as well as the elaboration of plans and simulations of structural loads to validate the behavior of the machine. In addition, the machine represents an important resource for tube bending, since it helps to improve production and job quality.

Keywords: Tube roller, CAD/CAE FUSION 360 software, Structural loads, Stress calculations, Tube bending.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés de la propuesta tecnológica cuyo título versa: **“DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA ROLADORA DE TUBO DE 1” PARA LA MECÁNICA MULTIAUTO UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO**” presentado por: **Alvarez Chicaiza Alex Mauricio y Muela Ugsha Kevin Fernando**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 25 de julio del 2025

Atentamente,

Mg. María Fernanda Aguaiza Iza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 050345849-9

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.	iii
AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. INTRODUCCIÓN	3
2.1. Situación problemática.....	3
2.2. Formulación del problema	4
2.3. Objeto de campo y acción	4
2.3.1. Objeto de investigación.....	4
2.3.2. Campo de acción.....	4
2.4. Beneficiarios.....	5
2.4.1. Directo.....	5
2.4.2. Indirecto	5
2.5. JUSTIFICACIÓN.....	5
2.6. Objetivos	5
2.6.1. Objetivo General.....	5

2.6.2.	Objetivos Específicos.....	5
2.7.	Sistema de tareas.	6
3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
3.1.	Procesos de producción.....	7
3.1.1.	Proceso.....	7
3.1.2.	Producción	8
3.2.	Procesos de deformación metálica	8
3.2.1.	Rolado de metales	8
3.3.	Fundamentación y características del rolado de tubo.....	9
3.3.1.	Máquina roladora de tubos.....	9
3.4.	Tipos de máquinas roladoras.....	11
3.4.1.	Roladora de 3 rodillos.....	11
3.4.2.	Roladora con apriete de tres rodillos sencillo	12
3.5.	Proceso de rolado	12
3.5.1.	Características del rolado de tubos	13
3.5.2.	Fundamentos de rolado de metales	14
3.6.	Factores críticos en el proceso de rolado	15
3.6.1.	Deformación plástica en materiales metálicos.....	15
3.6.2.	Problemas comunes durante el proceso	15
3.7.	Sistemas eléctricos de control	16
3.8.	Sistemas de transmisión de potencia.....	17
3.9.	Herramientas tecnológicas	19
3.10.	Fusion 360	19
3.11.	Multiauto servicios integrados.....	19
3.11.1.	Misión.....	19
3.11.2.	Visión	20
4.	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	20

4.1.	Metodología de diseño	20
4.2.	Definición de los datos de entrada	21
4.2.1.	Estructura funcional	21
4.3.	Métodos de cálculo.....	26
4.3.1.	Dimensionamiento de fuerza de rolado	26
4.3.2.	Diseño de componentes mecánicos	27
4.4.	Planos de diseño	34
4.4.1.	Planos mecánicos	34
4.4.2.	Diseño conceptual y gráfico.....	35
4.4.3.	Diseño y dimensionamiento de componentes.....	37
4.4.4.	Diseño de detalle.....	37
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	38
5.1.	Cálculo de fuerza requerida para el rolado.....	38
5.2.	Cálculo del torque de funcionamiento de los elementos de la máquina	39
5.3.	Cálculo del torque generado por los momentos de inercia	39
5.4.	Cálculo de la potencia de diseño del motor.....	40
5.5.	Cálculo y selección del sistema de transmisión	40
5.6.	Cálculo para el diseño de los ejes.....	40
5.7.	Cálculo para el diseño de chumaceras.....	41
5.8.	Cálculo para el diseño de sujeción	41
5.9.	Diseño y selección de los elementos requeridos para el sistema	41
5.9.1.	Diseño del eje de rolado.....	41
5.9.2.	Diseño de rodillos	43
5.10.	Selección de chumaceras	44
5.11.	Selección de sistema engranaje	47
5.12.	Construcción y pruebas del sistema.....	49
5.13.	Control eléctrico del sistema	50

5.14.	Comparativa.....	51
5.15.	Análisis económicos	52
5.15.1.	Supuestos de evaluación.....	54
5.15.2.	VAN	54
5.15.3.	TIR	55
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
6.1.	CONCLUSIONES	56
6.2.	RECOMENDACIONES	56
7.	REFERENCIAS.....	57
8.	ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Planificación de las actividades	6
Tabla 3.1 Componentes eléctricos de control.	17
Tabla 3.2 Tipos de sistemas de transmisión de potencia.	18
Tabla 4.1. Datos de entrada iniciales de la máquina.	21
Tabla 4.2. Matriz de priorización para selección de tipo de rolado.	22
Tabla 4.3. Matriz de priorización para selección de transmisión de potencia.	23
Tabla 4.4. Matriz de priorización para selección de estructuras metálicas.	24
Tabla 4.5. Matriz de priorización para selección de material para torneado.	25
Tabla 4.6. Matriz de priorización para selección de sistema de transmisión.	25
Tabla 5.1. Cálculo de fuerza requerida para el proceso de rolado.	39
Tabla 5.2. Cálculo de torque de los elementos de la máquina.	39
Tabla 5.3. Torque generado por los momentos de inercia.	39
Tabla 5.4. Potencia de diseño del motor.	40
Tabla 5.5. Datos para la selección del sistema de transmisión.	40
Tabla 5.6. Dimensionamiento para el sistema de ejes.	40
Tabla 5.7. Selección de chumaceras.	41
Tabla 5.8. Selección de pernos.	41
Tabla 5.9. Figuras simulación de ejes respectivos.	42
Tabla 5.10. Figuras simulación de rodillos respectivos.	43
Tabla 5.11. Figuras simulación de chumacera de F206.	45
Tabla 5.12. Figuras simulación de chumacera de F206.	46
Tabla 5.13. Figuras simulación de engranaje.	48
Tabla 5.14. Componentes eléctricos utilizados.	51
Tabla 5.15. Comparativa de maquinás.	52
Tabla 5.16. Costo de materiales mecánicos.	52
Tabla 5.17. Costo de materiales eléctricos.	53
Tabla 5.18. Costo de Ingeniería.	54
Tabla 5.19. Cálculo del VAN	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Deformación en el rolado de un tubo .	8
Figura 3.2. Máquina roladora de tubo	9
Figura 3.3. Motor eléctrico.	9
Figura 3.4. Eje de rotación.	10
Figura 3.5. Rodamientos.	10
Figura 3.6. Caja eléctrica.	11
Figura 3.7. Pulsadores.	11
Figura 3.8. Roladora de 3 rodillos.	12
Figura 3.9. Roladora con apriete de tres rodillos sencillo.	12
Figura 3.10. Esquematación de roladora de 3 rodillos.	14
Figura 3.11. Proceso de rolado de metales .	14
Figura 3.12. Diagrama esfuerzo vs deformación.	15
Figura 3.13. Conformación Circular mediante Deformación Plástica	16
Figura 4.1. Diagrama de flujo variables del proceso.	20
Figura 4.5. Momentos de una carga puntual.	26
Figura 4.7. Sistema de transmisión de potencia.	29
Figura 4.8. Distribución de la presión de un contacto cilíndrico.	33
Figura 4.2. Diseño conceptual de la máquina roladora de tubos.	36
Figura 4.3. Diseño conceptual del sistema.	37
Figura 4.9. Diseño de la base central de soporte.	38
Figura 5.1. Eje diseñado para soportar el proceso de rolado.	41
Figura 5.2. Rodillo diseñado para rolado.	43
Figura 5.3. Simulación de chumacera F206.	44
Figura 5.4. Simulación de chumacera P206.	46
Figura 5.5. Simulación de engranajes de rolado.	48
Figura 5.6. Máquina final ensamblada.	49

1. INFORMACIÓN GENERAL

Tema del proyecto:

Diseño y fabricación de una Roladora de tubo de 1'' para la mecánica Multiauto ubicada en la ciudad de Quito.

Modalidad de Titulación:

MODALIDAD DE TITULACIÓN	HOMOLOGACIONES PARA INFORME FINAL DE TITULACIÓN	SELECCIÓN
Propuesta tecnológica	Informe de propuesta tecnológica	X
	Patente, Modelo de utilidad, Certificado de propiedad intelectual.	
	Artículo científico	
Proyecto de investigación	Informe de Proyecto de investigación	
	Artículo científico	
	Patente, Modelo de utilidad, Certificado de propiedad intelectual.	
Examen de indicadores de RDA		

Trabajo de Titulación Vinculado al Proyecto:

Modelo de gestión de activos en sistemas electromecánicos en el sector multisectorial de la provincia de Cotopaxi

Equipo de Trabajo del Trabajo de Titulación:

Investigadores:

Alvarez Chicaiza Alex Mauricio

Muela Ugsha Kevin Fernando

Tutor de Titulación:

Mg. Navarrete López Luis Miguel

Área de Conocimiento:

Diseño y construcción.

07 Ingeniería, Industria y Construcción	071 Ingeniería y Profesiones Afines	0713 Electricidad y energía
		0714 Electrónica y automatización
		0715 Mecánica y metalurgia

Línea de Investigación:

Tecnología industrial, gestión de la producción, riesgos y seguridad laboral.

Sub líneas de Investigación:

Diseño, construcción y mantenimiento de proyectos electromecánicos.

2. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el sector automovilístico ha mostrado un notable incremento, principalmente debido al constante aumento de la movilización de automóviles en todo el mundo. Como consecuencia, los talleres mecánicos han tenido que gestionar un volumen de trabajo significativamente mayor, lo que ha revelado diversas limitaciones en sus técnicas de operación actuales.

Estos métodos, aunque operativos, suelen presentar discrepancias en la precisión de los resultados, prolongados tiempos de ejecución y una eficiencia general reducida. Esta realidad provoca dificultades para cumplir con los plazos establecidos y mantener estándares de calidad consistentes, impactando directamente su habilidad para adaptarse a las demandas del mercado.

La falta de tecnologías avanzadas y sistemas automatizados se convierte en una barrera considerable para los talleres que pretenden permanecer competitivos en un entorno cada vez más dinámico. La incorporación de soluciones tecnológicas innovadoras no solo permitiría mejorar la exactitud y la uniformidad en los procesos de producción, sino que también ayudaría a optimizar el uso del tiempo y los recursos disponibles. Automatizar actividades como el doblado de tubos no solo minimizaría el margen de error humano, sino que también permitiría incrementar la productividad sin comprometer el producto final.

En este caso, la modernización de procedimientos laborales en los talleres automotrices se presenta como una necesidad urgente. La adopción de nuevas tecnologías y enfoques no solo beneficiaría a los talleres en términos de eficiencia operativa, sino que también impactaría favorablemente en toda la cadena de valor del sector automotor.

Al elevar los estándares de calidad, se refuerza la confianza del consumidor, se incrementa la competitividad del sector y se establecen las bases para un desarrollo a largo plazo. Por lo tanto, es crucial fomentar el avance y la adopción de soluciones que satisfagan estas nuevas demandas, facilitando la transición hacia una industria automotriz más moderna, eficiente y capaz de encarar los desafíos futuros.

2.1. Situación problemática

En el taller de mecánica Multiauto, una de las tareas más importantes en la fabricación y reparación de estructuras para vehículos es el rolado de tubos redondos. Este proceso es clave para crear piezas como barras de protección, parrillas o soportes personalizados, así como estructuras para sistemas de frenos y tuberías para sistemas de combustible, entre otros. Todas estas piezas deben cumplir con altos estándares de precisión y resistencia. Sin embargo, el taller enfrenta serios problemas debido a su dependencia de una roladora de tubos manual y obsoleta, que no tiene las características necesarias para asegurar resultados consistentes y eficientes. Actualmente, el proceso de rolado en Multiauto requiere un esfuerzo físico considerable por parte de los operarios, lo que no solo ralentiza la producción, sino que también aumenta el riesgo de errores humanos y la fatiga laboral. Además, la falta de precisión en la máquina actual genera inconsistencias en el diámetro y la curvatura de los tubos, lo que impacta directamente en la calidad de las piezas finales. Esto se traduce en reprocesos, desperdicio de material y, en algunos casos, insatisfacción de los clientes debido a plazos de entrega más largos y resultados que no cumplen con las especificaciones técnicas requeridas. Por lo tanto, modernizar este proceso no solo mejoraría la calidad de las piezas fabricadas, sino que también optimizaría los tiempos de producción, reduciría los costos operativos y aumentaría la satisfacción de los clientes, permitiendo que el taller se convierta en un referente en el mercado automotriz local.

2.2. Formulación del problema

Dentro de la mecánica automotriz se dispone de una roladora de tubos manual muy antigua y en malas condiciones. Esta máquina, a pesar de ser esencial para el proceso de rolado de tubos de 1 pulgada, presenta múltiples fallas y no cumple con los requerimientos de eficiencia y precisión necesarios, lo que produce pérdidas económicas, de tiempo y calidad del producto.

2.3. Objeto de campo y acción

2.3.1. Objeto de investigación

Máquina roladora de tubo redondo de 1”.

2.3.2. Campo de acción

- 33 Ciencias Tecnológicas
- 3306 Ingeniería y tecnologías eléctricas : 3306.03 Motores eléctricos

- 3313 Tecnología E Ingeniería Mecánicas : 3313.16 Maquinaria Para Manejo de Materiales

2.4. Beneficiarios

2.4.1. Directo

Los beneficiarios directos son la Empresa Multiauto y los Tesistas.

2.4.2. Indirecto

El beneficiario indirecto son los clientes.

2.5. JUSTIFICACIÓN

La incorporación de una roladora de tubos en la mecánica Multiauto es una estrategia inteligente para mejorar los procesos de reparación y fabricación de piezas metálicas personalizadas. Esta herramienta permite hacer curvaturas precisas en tubos de 1 pulgada, que son esenciales para la creación de componentes vehiculares. Esto se traduce en un avance significativo en la precisión de los trabajos, una reducción en los tiempos de ejecución y una disminución de los costos operativos. Gracias a estas ventajas, Multiauto puede ofrecer un servicio más ágil y de mayor calidad, lo que fortalece su posición en el mercado local. En este contexto, se propone el desarrollo del proyecto titulado “Diseño y fabricación de una roladora de tubo de 1” para la mecánica Multiauto, ubicada en la ciudad de Quito”, aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera, con el fin de aportar una solución técnica al problema identificado en la empresa.

2.6. Objetivos

2.6.1. Objetivo General

Construir una máquina roladora de tubo redondo de una pulgada para la mecánica Multiauto con el fin de mejorar los procesos de producción y personalización en el taller.

2.6.2. Objetivos Específicos

- Realizar la revisión de fuentes bibliográficas para identificar los aspectos fundamentales del proceso de rolado de tubos.
- Desarrollar el diseño de la máquina utilizando el software FUSION 360.

- Realizar pruebas con el prototipo funcional de la máquina para comprobar su correcto funcionamiento.

2.7. Sistema de tareas.

Tabla 2.1. Planificación de las actividades

Objetivos Específicos	Actividades (tareas)	Resultados Esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
Realizar la revisión de fuentes bibliográficas para identificar los aspectos fundamentales del proceso de rolado de tubos.	<ul style="list-style-type: none"> • Búsquedas en bases de datos académicas y repositorios institucionales. • Selección de fuentes bibliográficas importantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de información y datos de sitios, fuentes confiables acorde al área de investigación. • Elaboración de la fundamentación teórica con contenido e información verídica y relevante. 	Artículos científicos, libros, revistas, repositorios digitales.
Desarrollar el diseño de la máquina utilizando el software FUSION 360.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de planos mecánicos de la máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado 3D en el software FUSION 360 . • Identificación de cada pieza utilizada. 	Software CAD/CAE FUSION 360 con licencia educativa.
Realizar pruebas con el prototipo funcional de la máquina para comprobar su correcto funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de manuales de operación y mantenimiento de la máquina. • Definición de los materiales adecuados para la fabricación de la máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitamiento del uso y mantenimiento ante posibles daños de la máquina. • Garantizar la resistencia al desgaste y seguridad de la máquina durante su operación. 	Procesos de soldadura. Materiales. Pruebas de funcionamiento

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En Perú, en la Universidad César Vallejo se desarrolló el rediseño del sistema de aplicación de la fuerza de curvado de la máquina roladora manual de perfiles de la Empresa Talleres Unidos Ingeniería e Inversiones S.A.C. Este rediseño permite un rolado eficiente, para reducir tiempos

de trabajo empleado para el rolado de cada perfil, facilitar el trabajo al operador y mejorar la calidad de servicio aumentando la demanda de trabajos en dicho proceso y por ende generar mayores ingresos económicos en la empresa[1]. Este aspecto ha influido directamente en la decisión de implementar una máquina roladora de tubos para todos los mecánicos de la mecánica Multiauto. Por otra parte, en Ecuador en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí para la escuela de Ingeniería en Mecánica Naval se desarrolló el Diseño, Cálculo y Construcción de una máquina baroladora de tubos y perfiles accionada por un motor eléctrico. Esta construcción presenta beneficios que son de utilidad en la industria mecánica, así como también complementan en la retroalimentación de los estudiantes y permiten el desarrollo de habilidades y destrezas[2]. Esto ha facilitado la centralización de un diseño de giro tanto hacia la izquierda como hacia la derecha, garantizando un rolado preciso y equilibrado en ambas direcciones. Además, en la ciudad de Quito la Escuela Politécnica Nacional se enfocó en el Diseño y construcción de una roladora semiautomática para elementos esbeltos estructurales para la metalmecánica de San Bartolo, teniendo por objetivo un diseño adecuado de la roladora con el fin de lograr una buena adaptación entre el operario y la máquina[3]. Este proceso ha sido adoptado en nuestro proyecto, al realizar una máquina con énfasis en su funcionalidad y experiencia de uso.

3.1. Procesos de producción

Consiste en que la orden de producción, es el control individualizado que se lleva en cada pedido o trabajo que se ha recibido del cliente y que se encuentra en fase de elaboración [4]. Los procesos de producción son esenciales tanto en ámbitos independientes como empresariales, ya que permiten la transformación de la materia prima en productos que satisfacen las necesidades de una empresa y por ende a la sociedad. A través de estos procesos, las empresas pueden desarrollar una amplia variedad de bienes, adaptándose a la demanda del mercado y priorizando la elaboración de los productos más solicitados.

3.1.1. Proceso

Un proceso consiste en una serie de acciones organizadas y planificadas, en las que intervienen diversas personas y recursos materiales, coordinados de manera eficiente para alcanzar un objetivo definido, con el fin de cumplir plenamente las expectativas de los clientes y otros stakeholders involucrados [5]. Por eso, entender y optimizar los procesos es clave para lograr la eficiencia y la satisfacción de quienes confían en nuestro trabajo.

3.1.2. Producción

Es el proceso por medio del cual se crean los bienes económicos que han de satisfacer las necesidades humanas. Además, requiere actividades encaminadas a un fin y requiere medios para alcanzar dicho fin. Dentro de la producción se consideran las herramientas (elementales o complejas, como las máquinas), las unidades materiales de producción (fábricas, talleres y oficinas) [6]. Es decir, la producción ayuda a apreciar de mejor manera cómo cada producto que se utiliza en la vida diaria es el resultado de un esfuerzo colectivo y bien estructurado.

3.2. Procesos de deformación metálica

La deformación de metales es un proceso fundamental que permite la fabricación de una amplia variedad de maquinarias y equipos mecánicos industriales. Curiosamente, muchas de estas herramientas y dispositivos se utilizan, a su vez, para seguir deformando metales, creando así un ciclo continuo [7]. Este ciclo es un claro ejemplo de cómo la ingeniería y la tecnología evolucionan de manera dinámica, impulsando el desarrollo industrial y, en última instancia, mejorando la eficiencia en trabajos complejos, dentro de la deformación metálica se encuentra el término “rolado”.

3.2.1. Rolado de metales

El rolado de metales es un proceso fundamental en la industria, que consiste en dar forma a láminas o placas de metal haciéndolas pasar a través de un conjunto de rodillos. Estos rodillos, que pueden estar fríos o calientes dependiendo del material y el resultado deseado, aplican presión de manera controlada para curvar o moldear el metal hasta lograr la forma requerida [8]. Durante este proceso, el metal sufre cambios permanentes en su forma sin que se produzca una fractura o rotura del material, siendo el tubo redondo uno de los principales materiales curvados.

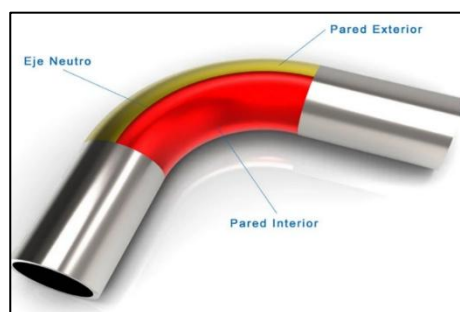


Figura 3.1. Deformación en el rolado de un tubo [9].

3.3. Fundamentación y características del rolado de tubo

3.3.1. Máquina roladora de tubos

Una máquina roladora de tubos es una herramienta industrial utilizada para curvar tubos y perfiles metálicos en diferentes radios y ángulos. Estas máquinas son esenciales en sectores como la construcción, la fabricación de muebles, la industria automotriz, la aeronáutica y la fabricación de estructuras metálicas [10]. Su capacidad para transformar materiales rígidos como el metal en formas curvas y precisas no solo demuestra la versatilidad de esta herramienta, sino también su importancia en la creación de estructuras y productos que se usan en la vida cotidiana. A continuación, se describe cómo está compuesta una máquina roladora de tubos, detallando cada uno de sus componentes principales y su función dentro del proceso de curvado:



Figura 3.2. Máquina roladora de tubo [11].

3.3.1.1. Motor

El motor es el corazón de una máquina roladora de tubos, ya que proporciona la fuerza necesaria para mover los rodillos y doblar los tubos con precisión, diseñado para ofrecer un torque constante y controlado.

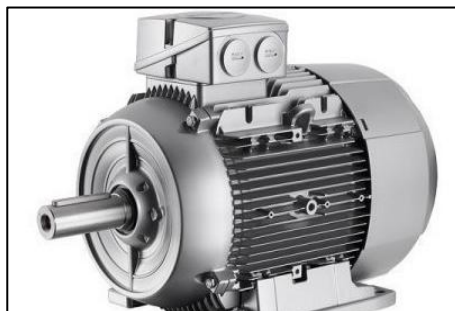


Figura 3.3. Motor eléctrico[12].

3.3.1.2. Eje de rotación

Es el componente central que permite el movimiento giratorio de los rodillos, este eje está conectado al sistema de accionamiento (motor o sistema hidráulico) y asegura que los rodillos se muevan de manera sincronizada.



Figura 3.4. Eje de rotación[13].

3.3.1.3. Rodamientos

Los rodamientos juegan un papel crucial en el movimiento y ajuste de los rodillos, los dos rodamientos inferiores, permiten que estos giren de manera suave y sincronizada, aplicando la fuerza necesaria para doblar el tubo desde la base. Por otro lado, el rodamiento del rodillo superior, que es ajustable, permite mover este rodillo hacia arriba o hacia abajo para controlar el radio de curvado y adaptarse a diferentes diámetros y grosores de tubo.



Figura 3.5. Rodamientos[14].

3.3.1.4. Caja eléctrica

Sirve para distribuir y proteger el cableado que alimenta el motor y sus controles. Permite la conexión segura de los conductores eléctricos, asegurando el correcto funcionamiento del sistema y facilitando el cambio de giro en sentido horario y anti horario mediante interruptores o contactores.



Figura 3.6. Caja eléctrica[15].

3.3.1.5. Pulsadores

En una máquina roladora de tubos, los pulsadores de control son como el 'volante' que dirige el movimiento de la máquina. Un botón gira los rodillos en sentido horario, otro hacia sentido anti horario, y un tercero, generalmente rojo, detiene la máquina de inmediato en caso de emergencia. Estos controles, ubicados en un panel accesible, brindan al operador un manejo intuitivo y seguro durante el proceso de curvado.



Figura 3.7. Pulsadores[16].

3.4. Tipos de máquinas roladoras

En el estudio de máquinas roladoras para tubos, existen diversos modelos que varían en diseño, tipo, operación y alcance, adaptados a necesidades específicas de curvado y conformado de tubos:

3.4.1. Roladora de 3 rodillos

En este tipo de roladora, los rodillos están dispuestos en forma de triángulo equilátero o pirámide. El rodillo superior aplica la fuerza de deformación y puede moverse verticalmente, mientras que los rodillos inferiores permiten el desplazamiento lateral del tubo durante el proceso de conformado [17].



Figura 3.8. Roladora de 3 rodillos[18].

3.4.2. Roladora con apriete de tres rodillos sencillo

Esta roladora, conocida como asimétrica por la disposición de sus rodillos, tiene el rodillo superior fijo, mientras que los rodillos inferiores pueden ajustar su posición. Uno de los rodillos inferiores se coloca directamente debajo del superior [17].

Estas roladoras pueden operar de dos formas: manuales, donde el ajuste y movimiento de los rodillos se realiza de manera manual, o automáticas, que utilizan sistemas motorizados y controles para realizar el proceso de curvado de manera precisa y eficiente. La elección depende de las necesidades de producción y el nivel de precisión requerido.



Figura 3.9. Roladora con apriete de tres rodillos sencillo[19].

3.5. Proceso de rolado

La máquina roladora más usada en la actualidad, combina elementos automatizados y manuales para ofrecer un proceso de curvado eficiente y preciso. Utiliza un motor para mover los ejes inferiores, lo que permite un desplazamiento controlado y constante durante el conformado del material. Por otro lado, el eje superior se ajusta manualmente, brindando la flexibilidad necesaria para aplicar la fuerza adecuada según el grosor, tipo de material y circunferencia [20].

Además, este proceso es muy fundamental en la industria y la manufactura, ya que permite optimizar tanto la eficiencia como la calidad de los productos. Asimismo, es muy importante y tomada en cuenta como una de las técnicas más fundamentales que han revolucionado el

moldeado de materiales de acero, marcando un hito en la evolución de los procesos productivos.

Tabla 3.1. Detalles técnicos de roladora semiautomática.

Movimiento de ejes	Ejes inferiores accionados por motor para desplazamiento controlado.
Ajuste del eje superior	Ajuste manual para aplicar la fuerza necesaria según el material.
Precisión	Alta precisión en el movimiento de los ejes inferiores.
Flexibilidad	Control manual sobre la presión aplicada por el rodillo superior.
Materiales adecuados	Tubos, perfiles de espesores moderados dependiendo del modelo.
Aplicaciones	Fabricación de piezas curvas para industrias como construcción, automotriz, etc.
Ventajas	Equilibrio entre automatización y control manual, ideal para producciones efectivas.

3.5.1. Características del rolado de tubos

El rolado de tubos es un proceso de conformado que permite curvar tubos de diferentes materiales y diámetros para adaptarlos a diversas aplicaciones siempre teniendo en cuenta la integridad y evitando deformaciones del material con el cuál se va a trabajar [21]. Sin embargo, incluso si se cuenta con una máquina de alta calidad, es fundamental tener un operador capacitado y con experiencia. Un operador que conozca el proceso, los ajustes necesarios y las características del material es clave para garantizar que la máquina funcione de manera correcta y eficiente. Sin este conocimiento, pueden ocurrir errores en el curvado, daños al material o incluso a la máquina, lo que afectaría la calidad del producto final. Por tanto, la combinación de una buena máquina y un operador competente es esencial para obtener resultados óptimos. Es por eso que se debe tener claro la esquematización de la roladora de tubos de 3 rodillos siendo la más común dentro del mercado, como se puede ver a continuación:

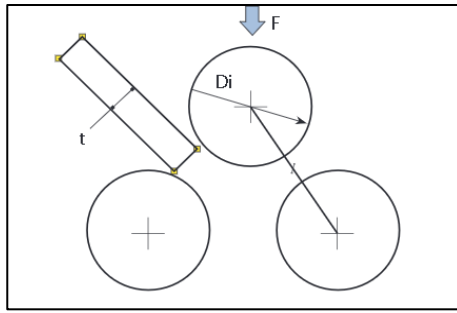


Figura 3.10. Esquematación de rodadora de 3 rodillos[22].

3.5.2. Fundamentos de rolado de metales

El rolado es una de las operaciones más comunes de conformado. No solo se utiliza para dar forma a piezas curvas o con radios específicos, sino también para aumentar la rigidez de la pieza, elevando su momento de inercia. Este proceso tiene una amplia variedad de aplicaciones en la industria, desde la fabricación de estructuras metálicas hasta la producción de componentes para diferentes sectores [23].

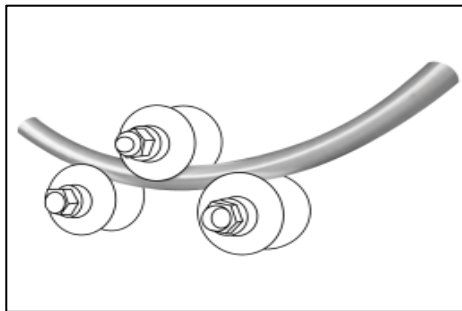


Figura 3.11. Proceso de rolado de metales [24].

- **Compresión:** El proceso inicia cuando la lámina o placa de metal se introduce entre los cilindros de la rodadora, que aplican una fuerza de compresión. Este esfuerzo reduce el grosor del material al pasar repetidamente a través de los cilindros, con el control de la velocidad y la presión.
- **Deformación plástica:** El metal se somete a una deformación plástica, lo que significa que, una vez que el material excede su límite elástico, cambia permanentemente de forma sin volver a su estado original. Este proceso permite obtener la forma deseada sin romper el metal.
- **Trabajo en frío o caliente:** Dependiendo de la temperatura del material, se puede realizar trabajo en frío o trabajo en caliente. El trabajo en caliente facilita la deformación, ya que reduce la resistencia del metal, mientras que el trabajo en frío proporciona mayor precisión y mejor acabado superficial.

3.6. Factores críticos en el proceso de rolado

3.6.1. Deformación plástica en materiales metálicos

Los procedimientos de deformación plástica de metales en utensilios suelen clasificarse bajo diferentes criterios; por ejemplo: según el tipo de máquina utilizada, según la energía empleada, según el rango de temperatura en el que se opera la transformación, entre otros [25]. En el caso específico del tubo redondo, la deformación plástica es esencial para su fabricación y conformación. Los tubos redondos se producen comúnmente a partir de láminas o tiras de metal que se doblan y se unen mediante soldadura, o mediante procesos como la extrusión o el trefilado. Una vez formado el tubo, la deformación plástica también se utiliza para ajustar su geometría, corregir imperfecciones o darle formas específicas según las necesidades de la aplicación.

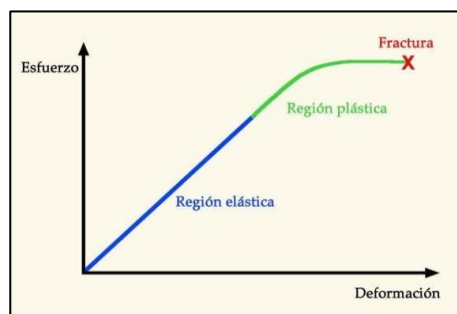


Figura 3.12. Diagrama esfuerzo vs deformación[26].

Se dice que ocurre una deformación plástica cuando un material es sometido a un esfuerzo lo suficientemente intenso como para que, al retirar dicho esfuerzo, el material no pueda recuperar sus dimensiones originales [26]. Esto sucede porque el esfuerzo aplicado supera el límite elástico del material, provocando un cambio permanente en su estructura interna. Durante este proceso, los enlaces atómicos se reorganizan, y se generan dislocaciones en la red cristalina, lo que impide que el material regrese a su estado inicial.

3.6.2. Problemas comunes durante el proceso

En el proceso de deformación plástica de tubos redondos, uno de los problemas comunes es la ovalización o pérdida de la forma circular, que ocurre cuando se aplican fuerzas de doblado o curvado de manera incorrecta, generando tensiones desiguales en las paredes del tubo. Este defecto puede comprometer la integridad estructural del tubo, reduciendo su resistencia y capacidad para soportar cargas. Además, en materiales con baja ductilidad o en procesos de deformación en frío, pueden aparecer grietas o arrugas en la superficie, especialmente en la

zona interna de la curva, debido a la concentración de esfuerzos [27]. Para evitar estos problemas, es crucial controlar parámetros como la velocidad de deformación, el radio de curvatura y, en algunos casos, utilizar herramientas como mandriles o roladora para mantener la forma circular y distribuir uniformemente las tensiones, como se puede observar en la siguiente figura:

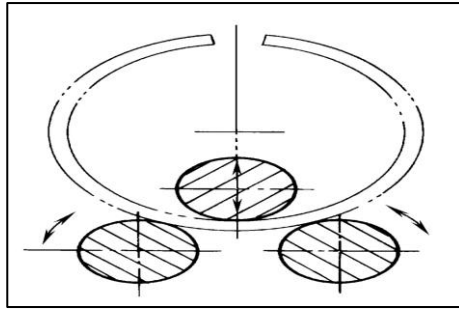


Figura 3.13. Conformación Circular mediante Deformación Plástica [28].

3.7. Sistemas eléctricos de control

Los sistemas eléctricos de control son conjuntos de componentes y dispositivos diseñados para regular, supervisar y automatizar el funcionamiento de máquinas, procesos industriales o sistemas eléctricos. Su objetivo principal es garantizar la eficiencia, precisión y seguridad en operaciones que requieren ajustes dinámicos, como en la industria manufacturera, energía o robótica [29]. Algunos de los principales componentes se pueden visualizar en la siguiente tabla:

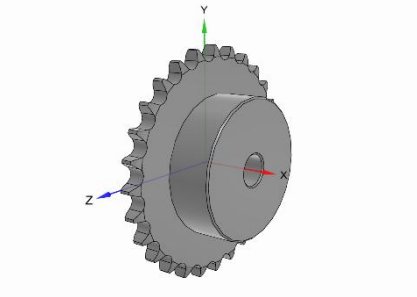
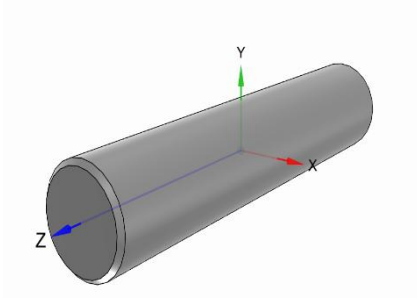
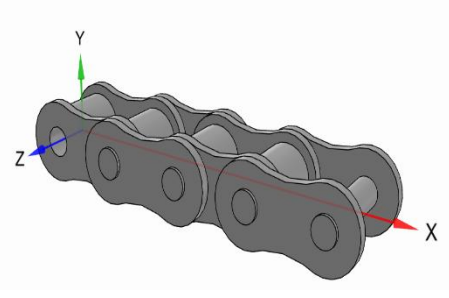
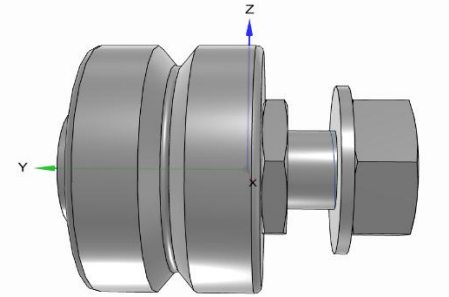
Tabla 3.1 Componentes eléctricos de control.

Conductores Eléctricos	300V - 600V	Transmitir corriente eléctrica entre componentes del sistema.	Conexión de contactores a motores, alimentación de pulsadores, distribución en tableros.
Contactador 220V	220V	Activar/desactivar circuitos de potencia mediante señal de control (ej. motor trifásico).	Control de motores, sistemas de iluminación industrial, compresores, bombas.
Pulsador con luz piloto	220V	Activar/desactivar equipos manualmente + indicación visual de estado.	Paneles de control, arranque/parada de máquinas, cambio de giro (horario, anti horario).
Paro de emergencia	220V	Cortar energía en situaciones de peligro (parada de emergencia).	Máquinas industriales, sistemas de seguridad, equipos con riesgo eléctrico/mecánico.

3.8. Sistemas de transmisión de potencia

Los sistemas de transmisión de potencia tienen como objetivo principal la transferencia de par mecánico y movimiento cinético entre componentes de una máquina. Su elección depende de una clasificación basada en el tipo de aplicación y en las propiedades inherentes a cada sistema [30]. Para garantizar una selección adecuada, es fundamental analizar en profundidad las necesidades operativas, así como las condiciones específicas que debe cumplir la transmisión en términos de eficiencia, carga y funcionamiento. A continuación, se presenta algunos de los sistemas de transmisión de potencia:

Tabla 3.2 Tipos de sistemas de transmisión de potencia.

Piñones (Engranajes)	Ruedas dentadas que transmiten par mediante el contacto entre dientes.	
Ejes	Barras cilíndricas que transmiten movimiento rotacional entre componentes.	
Cadenas	Sistema de eslabones metálicos que engrana con piñones.	
Rodamientos	Mecanismos con rodillos que deforman metales mediante presión.	

3.9. Herramientas tecnológicas

Las herramientas tecnológicas permiten optimizar el tiempo y elevar la calidad en las labores, facilitando un uso estratégico de los recursos y, por ende, la obtención de resultados más efectivos. Su implementación no solo agiliza los procesos, sino que garantiza una distribución eficiente de insumos, lo que se traduce en la superación de objetivos con mayor precisión y menor desperdicio.

3.10. Fusion 360

El software Fusion 360 ofrece una amplia gama de herramientas para el diseño y modelado 3D, permitiendo crear piezas mecánicas complejas, así como realizar fresado y torneado. Además, incluye funcionalidades avanzadas como simulaciones, automatización de procesos, diseño esquemático, diseño de PCB (placas de circuitos impresos) y gestión de componentes, lo que lo convierte en una solución integral para proyectos de ingeniería y manufactura [31]. Su entorno colaborativo en la nube permite a equipos multidisciplinarios trabajar en tiempo real, sincronizando modificaciones y optimizando la toma de decisiones. Asimismo, su integración con tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial para optimización de diseños o la compatibilidad con impresión 3D, amplía su versatilidad en etapas de prototipado y producción industrial.

3.11. Multiauto servicios integrados

MultiAuto Servicios Integrados es una empresa automotriz ubicada en la ciudad de Quito, la cual se dedica a proporcionar una solución completa para el mantenimiento y reparación de vehículos, abarcando desde el mantenimiento preventivo y correctivo hasta la reparación de fallos mecánicos.

3.11.1. Misión

Ofrecer una solución completa para todos sus problemas relacionados con la reparación de vehículos. Nos enfocamos en entregar servicios de alta calidad y precios competitivos para que nuestros clientes sientan que reciben el mejor valor por su dinero. Nuestro objetivo es ofrecer un servicio eficiente, amigable y profesional, garantizando que nuestros clientes estén satisfechos con nuestros servicios.

3.11.2. Visión

Nuestra visión es convertirnos en el taller mecánico automotriz de referencia para nuestros clientes, ofreciendo el mejor servicio al mejor precio. Queremos ser la empresa líder en el área de inyección electrónica, y para lograrlo nos esforzaremos por mantener un alto nivel de calidad y satisfacción del cliente. Además, trabajaremos para ampliar nuestro alcance a nuevos mercados, ofreciendo productos y servicios de primera clase a nuestros clientes.

4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

En esta fase del proyecto, se procede al diseño y dimensionamiento de los componentes mecánicos de la máquina roladora de tubos, asegurando que cumplan con normativas técnicas y factores de seguridad adecuados para garantizar su funcionalidad y durabilidad. Los rodillos de curvado, el marco estructural, el sistema de transmisión y los mecanismos de ajuste se dimensionan mediante cálculos de resistencia de materiales, análisis de cargas y esfuerzos, seleccionando materiales de alta calidad, minimizando el desperdicio de materia prima. Este enfoque garantiza una máquina robusta, segura y eficiente, capaz de procesar tubos con precisión y cumplir con los estándares internacionales aplicables.

4.1. Metodología de diseño

Para garantizar un diseño óptimo de la máquina roladora de tubos, se emplearán herramientas especializadas que permitirán realizar un análisis detallado cumpliendo con los requisitos establecidos en la normativa NTE INEN-ISO 8491:1998. Adicionalmente, se utilizarán ecuaciones y modelos matemáticos que sustenten la solidez estructural y funcional del sistema, asegurando que los tubos procesados mantengan la calidad y resistencia especificadas en la norma. Este enfoque permitirá obtener un diseño eficiente, fiable y alineado con los estándares técnicos necesarios para su correcta implementación.

A continuación, se detalla la metodología que seguirá el proyecto:

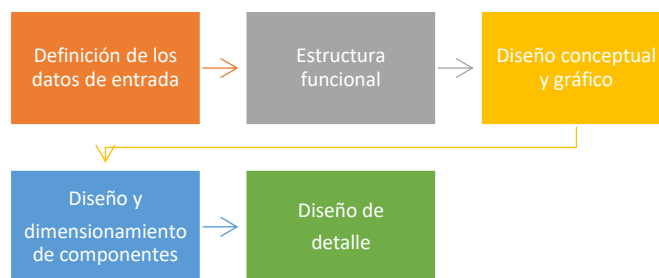


Figura 4.1. Diagrama de flujo variables del proceso.

4.2. Definición de los datos de entrada

Para llevar a cabo la construcción de la máquina roladora de tubos, se debe tener en cuenta las características que se debe cumplir en base a la norma establecida:

Tabla 4.1. Datos de entrada iniciales de la máquina.

Diámetro exterior del tubo (mm)	Máximo 65 mm
Espesor del tubo (mm)	Depende del material y aplicación.
Material del tubo	Materiales metálicos (acero, aluminio, cobre.)
Radio de curvatura mínimo (mm)	66.8 mm
Longitud del tubo a doblar (mm)	Según los requerimientos del ensayo, generalmente suficiente para cumplir con el ángulo de doblado
Tipo de roladora	No especificado en la norma, pero debe garantizar un doblado uniforme sin defectos
Método del doblado	Prensado o rolado en frío, sin generar grietas o deformaciones
Deformación permitida	Sin fisuras ni estrías visibles en la zona de curvatura
Verificación después del doblado	No debe presentar fallas como arrugas, fisuras o reducción excesiva del diámetro interior

4.2.1. Estructura funcional

Para este proceso en la metodología, se detallaron los requerimientos iniciales necesarios para garantizar la correcta selección de cada componente de la máquina. Se consideraron aspectos fundamentales como la resistencia de los materiales, la capacidad de deformación y las tolerancias de fabricación, asegurando que cada elemento cumpliera con los estándares de calidad y eficiencia.

4.2.1.1. Método de rolado de tubería

En el proceso de rolado de tubería, se cuenta con una variedad de métodos y técnicas disponibles para su implementación. Mediante la aplicación del método de matriz de priorización de Holmes, se determinará la alternativa más apropiada para el diseño del sistema, garantizando la selección del enfoque más eficiente y efectivo para optimizar el proceso. La puntuación será del 1 al 3 conforme a los parámetros, donde:

- 1: Deficiente
- 2: Aceptable
- 3: Excelente

Tabla 4.2. Matriz de priorización para selección de tipo de rolado.

Rendimiento de operación	3	2
Facilidad de ajuste	3	2
Consumo de energía	2	0
Mantenimiento	3	3
Durabilidad	3	2
Costo inicial	2	2
Seguridad	3	1
Capacidad de carga	3	2
Presión de trabajo	3	2
TOTAL	25	16

En base a la evaluación realizada, la selección de la roladora de 3 rodillos se justifica principalmente por su precisión en el trabajo, ya que mantiene un espesor uniforme en el material durante el rolado, lo que garantiza acabados de alta calidad. Además, su facilidad de ajuste en el rodillo superior permite una rápida adaptación a diferentes espesores de material, lo que optimiza los tiempos de configuración y aumenta la productividad. También destaca por su capacidad de carga y rendimiento, ya que maneja grandes volúmenes de material de manera eficiente, sin comprometer la durabilidad. Aunque la roladora con apriete de 3 rodillos manual tiene ventajas en costos de mantenimiento y facilidad de ajuste, no alcanza el nivel de precisión y capacidad de trabajo de la roladora de 3 rodillos, lo que la convierte en la opción más adecuada para cumplir con los requerimientos de producción establecidos por la norma.

4.2.1.2. Tipo de transmisión de potencia mecánica

Al diseñar un sistema de transmisión de potencia para mover los ejes de una roladora, es fundamental elegir el método de transmisión más adecuado que garantice eficiencia, precisión y durabilidad:

Tabla 4.3. Matriz de priorización para selección de transmisión de potencia.

Eficiencia	3	2
Costo inicial	2	2
Mantenimiento	2	3
Durabilidad	3	2
Capacidad de carga	3	2
Ruido	2	3
Rendimiento	3	2
Adaptabilidad a Condiciones de Trabajo	3	2
TOTAL	21	18

La transmisión por cadena es la opción más adecuada según la matriz de Holmes, ya que se adapta mejor a los requisitos de alta carga, eficiencia y durabilidad de la roladora de tubos. A pesar de que tiene un costo inicial y de mantenimiento ligeramente mayor que la transmisión por banda, los beneficios a largo plazo superan los inconvenientes, garantizando un rendimiento superior y mayor fiabilidad en el proceso de rolado de los tubos.

4.2.1.3. Tipo de estructura de construcción

En la construcción de estructuras metálicas, la selección del material adecuado es crucial para garantizar resistencia, durabilidad y eficiencia en costos. Existen diversos tipos de acero utilizados en estas aplicaciones, cada uno con propiedades específicas que los hacen más o menos adecuados según el contexto:

Tabla 4.4. Matriz de priorización para selección de estructuras metálicas.

Resistencia mecánica	3	2
Soldabilidad	3	1
Costo	3	1
Peso	2	2
Durabilidad	2	3
Flexibilidad en diseño	3	2
Mantenimiento	2	3
Disponibilidad en el mercado	3	2
TOTAL	21	17

De acuerdo con la Matriz de Holmes, el Acero ST37 se posiciona como la mejor opción para la construcción de estructuras metálicas debido a su equilibrio entre resistencia, costo, soldabilidad y disponibilidad en el mercado. Su alta resistencia mecánica lo hace ideal para soportar cargas moderadas sin comprometer la estabilidad de la estructura.

4.2.1.4. Tipo de material para torneado en fabricación

En el torneado de componentes mecánicos, la selección del material adecuado es fundamental para asegurar precisión, resistencia al desgaste y eficiencia en el proceso de manufactura. Existen diversos tipos de acero utilizados en la fabricación de ejes, rodamientos y rodillos, cada uno con propiedades específicas que determinan su idoneidad según las exigencias mecánicas y operativas:

Tabla 4.5. Matriz de priorización para selección de material para torneado.

Maquinabilidad	3	2
Dureza	3	1
Resistencia mecánica	3	2
Tenacidad	3	2
Costo	2	3
Aplicación en ejes y rodamientos	3	1
Acabado superficial después del torneado	3	2
TOTAL	20	13

En base a los resultados de la matriz de Holmes, el acero 1045 ofrece una mayor resistencia mecánica, mejor maquinabilidad y acabado superficial superior, lo que lo hace ideal para componentes sometidos a cargas y fricción constante.

4.2.1.5. Evaluación de Sistemas de Transmisión

En la selección del sistema de transmisión para maquinaria industrial, es fundamental elegir el tipo de reductor adecuado para garantizar un desempeño eficiente, un mantenimiento óptimo y un costo accesible. En este análisis, se comparan dos configuraciones comunes: motor con reductor tornillo sin fin y motor con caja reductora octagonal:

Tabla 4.6. Matriz de priorización para selección de sistema de transmisión.

Costo del sistema	3	2
Eficiencia del reductor	2	3
Durabilidad y mantenimiento	3	2
Facilidad de instalación	3	2
TOTAL	11	9

En base a los resultados de la evaluación, el motor con reductor tornillo sin fin emerge como la opción más rentable, fácil de mantener y adecuada para la aplicación en cuestión. A pesar de la mayor eficiencia del sistema de caja reductora octagonal, el tornillo sin fin sobresale por su bajo costo, facilidad de instalación y mantenimiento sencillo, lo que lo convierte en la opción óptima para la mayoría de las aplicaciones industriales que requieren un balance entre desempeño y costo

4.3. Métodos de cálculo

4.3.1. Dimensionamiento de fuerza de rolado

Para comenzar, es esencial calcular la fuerza de deformación plástica o fuerza de rolado, la cual se define en el diseño del sistema. En este sentido, el proceso de rolado se modelará como una viga apoyada de manera simple con una carga puntual aplicada en su centro.

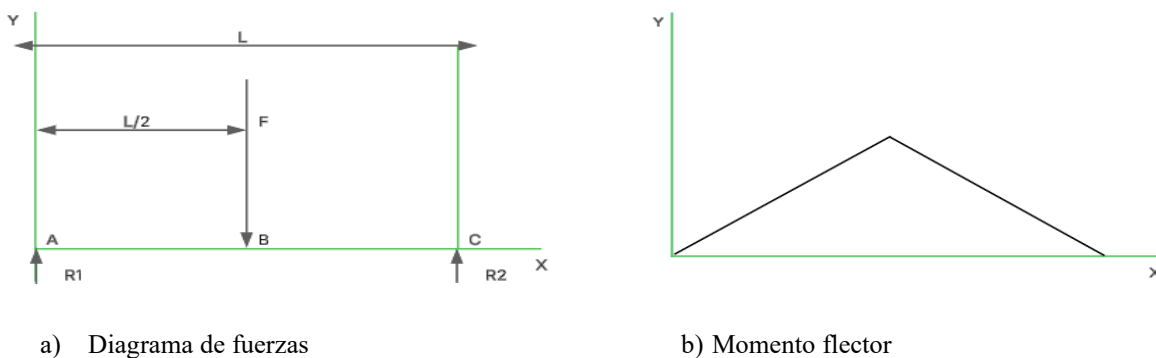


Figura 4.2. Momentos de una carga puntual.

Basado en el momento flector se puede deducir:

$$M_{AB} = \frac{Fx}{2} \quad (4.1)$$

Dónde:

M_{AB} = momento flector del punto AB (kNm)[32].

F = fuerza de rolado (kN) [32].

x = distancia del punto A al punto B (m) [32].

También se requiere el momento límite de una corona circular así empleando la expresión basada en la resistencia del material al esfuerzo de fluencia basada en principios desarrollados en textos como Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley y Budynas, según Navarrete se define:

$$M_L = 4 \times S_y \times e \times r_m^2 \quad (4.2)$$

Dónde:

M_L = momento límite de una corona (kNm) [32].

S_y = esfuerzo de fluencia del material (MPa) [32].

r_m = radio medio (mm) [32].

e = espesor de tubería (mm) [32].

Por tanto, la fuerza de rolado se utilizó la expresión derivada de una viga simple apoyada con carga puntual en el centro, esta fórmula se encuentra en textos como Mecánica de Materiales de Beer, y Johnston y Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, la expresión es:

$$F = \frac{4 \times M_L}{L} \quad (4.3)$$

Dónde:

F = fuerza necesaria para realizar el rolado (kN) [32].

L = distancia entre apoyos entre rodillos laterales (m) [32].

Además, se debe tener en cuenta la fuerza de rozamiento se utilizó la Ley de fricción de Coulomb, que establece:

$$F_r = \mu \times F \quad (4.4)$$

Dónde:

μ = coeficiente de fricción [32].

F = fuerza de rolado (kN) [32].

4.3.2. Diseño de componentes mecánicos

Cálculo del torque

Para determinar el torque necesario para superar la fuerza de fricción generada por los rodillos motrices, AMOB, empresa especializada en la fabricación de equipos para el curvado de tuberías y perfiles, recomienda el uso de rodillos con un diámetro de 240 mm para el rolado de tuberías de menos de 50 mm. Además, sugiere incrementar este valor en un 20% para obtener una estimación más precisa.

$$Tr = Fr \times r \quad (4.5)$$

Dónde:

Tr = torque de rozamiento (kNm) [32].

Fr = fuerza de rozamiento (kN) [32].

r = radio de giro de los rodillos (m) [32].

Torque generado por los momentos de inercia

Para el diseño, es fundamental considerar los torques generados por los principales componentes de la máquina, incluyendo los ejes, el sistema de transmisión de potencia y las matrices o rodillos. Para realizar este cálculo, es necesario conocer las masas de cada uno de estos elementos.

$$I = \frac{1}{2} \times m \times R_m^2 \quad (4.6)$$

Dónde:

I = momento de inercia (kgm) [32].

m = masa del elemento (kg) [32].

R = radio (m) [32].

Para calcular el torque resultante del momento de inercia, es esencial seguir dos pasos clave, uno de los cuales es determinar la aceleración angular.

$$\alpha = \frac{n}{t_{est}} \quad (4.7)$$

Dónde:

α = aceleración angular (rad/seg²) [32].

n = velocidad del motor (rad/seg) [32].

t_{est} = tiempo que tarda el motor en estabilizarse (seg) [32].

Luego se procede a utilizar la expresión de la segunda ley de Newton para el movimiento rotacional para realizar el cálculo del torque generado por el momento de Inercia, donde:

$$T_i = I_t \times \alpha \quad (4.7)$$

Dónde:

T_i = torque generado por el momento de inercia (Nm) [32].

I_T = motor de inercia total (kgm²) [32].

α = aceleración angular del motor (rad/seg²) [32].

Para el cálculo del momento de inercia total se requiere de la suma de los momentos de inercia de los 4 elementos que intervienen en el proceso: el eje, el sistema de transmisión, la matriz, y la tubería a rolar.

$$T_t = (F_r + T_i) \times 2 \quad (4.8)$$

Dónde:

T_t = torque máximo total generado (kNm) [32].

Potencia del diseño del motor

Para el diseño del motor se requerirá de la potencia calculada mediante la siguiente fórmula:

$$P_D = T_t \times \omega \quad (4.9)$$

Dónde:

P_D = potencia de diseño del motor (HP) [32].

ω = velocidad angular de los rodillos (rad/seg²) [32].

Diseño del sistema de transmisión de potencia

Para el diseño del módulo de transmisión de potencia, es fundamental considerar el siguiente funcionamiento:



Figura 4.3. Sistema de transmisión de potencia.

Por ello, es fundamental elegir la opción más adecuada para ambos sistemas de transmisión de potencia de la máquina, considerando aspectos clave como alta eficiencia, durabilidad, facilidad de instalación, seguridad, accesibilidad para el mantenimiento y aseguramiento de una correcta relación de transmisión.

Diseño del sistema de transmisión

A través del análisis de los criterios de selección, se determinó que la opción más adecuada para este caso es un sistema de transmisión basado en cadenas y engranajes.

Se debe establecer la relación de transmisión:

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad (4.10)$$

Dónde:

i = relación de transmisión [32].

n_1 = velocidad del eje motriz (rev/min) [32].

n_2 = velocidad del eje accionado (rev/min) [32].

Según el Manual Mecánico de Shigley, el cálculo de la potencia de diseño es:

$$H_{diseño} = P_{motorreductor} \times f_s \quad (4.11)$$

Dónde:

$H_{diseño}$ = potencia de diseño (HP) [32].

$P_{motorreductor}$ = potencia entregada del motorreductor (HP) [32].

f_s = factor de servicio [32].

Posterior, se procede a calcular la velocidad lineal de la cadena:

$$V = \frac{PZ_1n_1}{1000} \quad (4.12)$$

Dónde:

V = velocidad lineal de la cadena (m/min) [32].

p = paso (mm) [32].

n_1 = velocidad del eje motriz motorreductor (kW) [32].

Z_1 = número de dientes de la rueda conductora (u) [32].

Tensión ramal del conductor

$$T = \frac{6120 \times H_{diseño}}{V} \quad (4.13)$$

Dónde:

T = tensión de la cadena (kg) [32].

Coefficiente de seguridad

$$K = \frac{\text{carga de rotura teórica de la cadena}}{\text{carga de rotura calculada de la cadena}} \quad (4.14)$$

Dónde:

K = coeficiente de seguridad [32].

Longitud de la cadena

$$L = 2C + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{(z_1 + z_2)^2}{4\pi^2 C} \quad (4.15)$$

Dónde:

L = longitud de la cadena (mm) [32].

z^1 = número de dientes del engranaje conductor [32].

z^2 = número de dientes del engranaje conducido [32].

Diseño de ejes para las matrices de rolado

El diseño de ejes para el rolado es fundamental para garantizar la transmisión eficiente de potencia y movimiento en procesos de deformación plástica, como el laminado o rolado de materiales. Su función principal es soportar cargas combinadas de flexión y torsión, asegurando la estabilidad y precisión en la operación, para esto se calcula el momento torsor del eje principal:

$$M_t = \frac{P_{motorreductor} \times 76}{\omega} \quad (4.16)$$

Dónde:

M_t = momento torsor (kgfm) [32].

Según el Manual Mecánico de Shigley, para el cálculo del momento total:

$$M_t = \sqrt{M_z^2 + M_y^2} \quad (4.17)$$

Dónde:

MT = momento total (Nm) [32].

$M_{z,y}$ = momento del eje Z & Y respectivamente (Nm) [32].

Para el cálculo del diámetro del árbol Shigley en su Manual de Mecánica propone:

$$d = \left[\frac{32}{\pi \times S_y} \times \left(M^2 + \frac{3tem^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (4.18)$$

Dónde:

d = diámetro del eje propuesto (mm) [32].

M = momento total (Nm) [32].

Tem = torque en el eje (Nm) [32].

Diseño y selección de chumaceras

Para la selección de chumaceras, es necesario consultar los catálogos de los fabricantes. Sin embargo, antes de hacerlo, se deben conocer ciertos datos previos. Según el catálogo de SKF para chumaceras, el cálculo de las cargas estáticas es un factor clave en el proceso de selección.

$$P_o = X_o \times F_r + Y_o \times F_a \quad (4.19)$$

Dónde:

P_o = carga estática equivalente (N) [32].

X_o = factor radial (datos tomados del catálogo de SKF) [32].

Y_o = factor axial (datos tomados del catálogo de SKF) [32].

F_r = carga radial real (N) [32].

F_a = carga axial real (N) [32].

Para el cálculo de carga radia real:

$$Fr = \sqrt{B_y^2 + B_z^2} \quad (4.20)$$

Según el catálogo de diseño de SFK para chumaceras se requiere la carga estática:

$$C_o = S_o + P_o \quad (4.21)$$

Dónde:

C_o = capacidad de carga estática (N) [32].

S_o = factor de seguridad estático [32].

Para el factor de seguridad estático se debe cumplir

$$1 \leq S_o \leq 1.5$$

Diseño de rodillos

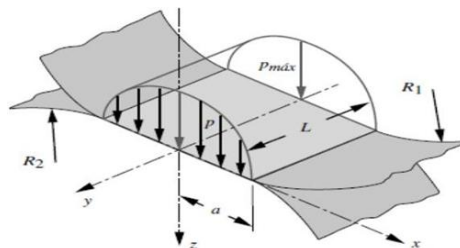


Figura 4.4. Distribución de la presión de un contacto cilíndrico.

En el diseño de rodillos, es fundamental considerar tanto el acabado superficial como el material de fabricación. Debido a la complejidad de las ecuaciones matemáticas involucradas, Norton, en su libro Diseño de máquinas, recomienda analizar diferentes materiales y evaluar su desempeño mediante simulaciones en un software CAD. A través del método de elementos finitos, es posible determinar el factor de seguridad en el diseño. Además, es importante tener en cuenta que los rodillos están sometidos a la fuerza de fricción generada por la tubería a curvar, así como a la fuerza ejercida por el tornillo sin fin, el cual regula el ángulo de rolado.

Cálculo para el diámetro de los elementos de sujeción

Para garantizar la correcta sujeción de los elementos a la máquina diseñada, es necesario dimensionarlos de acuerdo con los estándares y especificaciones disponibles en los catálogos del mercado.

$$d_{perno} = \sqrt{\frac{n \times F}{N \times Sy_{perno} \times \frac{\pi}{4}}} \quad (4.22)$$

Dónde:

d_{perno} = diámetro del perno (mm) [32].

n = factor de seguridad [32].

N = número de pernos (u) [32].

Sy_{perno} = resistencia a la fluencia del perno [32].

4.4. Planos de diseño

4.4.1. Planos mecánicos

4.4.1.1. Plano general Roladora de tubo de 1”

En el presente plano se muestra el despiece de la maquina Roladora de tubo, detallando los nombres de las piezas, la cantidad y el tipo de material empleado para cada componente.

4.4.1.2. Plano Ajuste de fuerza

Este plano presenta la Ajuste de fuerza, representada en una vista frontal con sus respectivas cotas, donde se observa su geometría y dimensiones fundamentales para su fabricación.

4.4.1.3. Plano Barra de fuerza

Este plano presenta la Barra de fuerza, representada en una vista frontal con sus respectivas cotas, donde se observa su geometría y dimensiones fundamentales para su fabricación.

4.4.1.4. Plano Eje principal

Este plano presenta el Eje principal, representada en una vista frontal con sus respectivas cotas, donde se observa su geometría y dimensiones fundamentales para su fabricación.

4.4.1.5. Plano Eje secundario

Este plano presenta el Eje secundario, representada en una vista frontal con sus respectivas cotas, donde se observa su geometría y dimensiones fundamentales para su fabricación.

4.4.1.6. Plano Eje final

Este plano presenta el Eje final, representada en una vista frontal con sus respectivas cotas, donde se observa su geometría y dimensiones fundamentales para su fabricación.

4.4.1.7. Plano Rodamiento

Este plano presenta el Rodamiento, representada en una vista frontal con sus respectivas cotas, donde se observa su geometría y dimensiones fundamentales para su fabricación.

4.4.1.8. Plano Engranaje

Este plano presenta el Engranaje, representada en una vista frontal con sus respectivas cotas, donde se observa su geometría y dimensiones fundamentales para su fabricación.

4.4.1.9. Plano Rosca de fuerza

Este plano presenta la Rosca de fuerza, representada en una vista frontal con sus respectivas cotas, donde se observa su geometría y dimensiones fundamentales para su fabricación.

4.4.1.10. Plano Bajada

Este plano presenta la Bajada, representada en una vista frontal con sus respectivas cotas, donde se observa su geometría y dimensiones fundamentales para su fabricación.

4.4.1.11. Plano Soporte

Este plano presenta el Soporte, representada en una vista frontal con sus respectivas cotas, donde se observa su geometría y dimensiones fundamentales para su fabricación.

Los planos mencionados se encuentran en los anexos.

4.4.2. Diseño conceptual y gráfico

En esta sección de metodología, se lleva a cabo el diseño del sistema que se construirá utilizando un software de diseño CAD, específicamente Fusion 360. A través de esta herramienta, se logra identificar y representar cada uno de los componentes esenciales de la

máquina roladora de tubos, el cual permite visualizar y definir de manera precisa la estructura y funcionamiento del equipo:

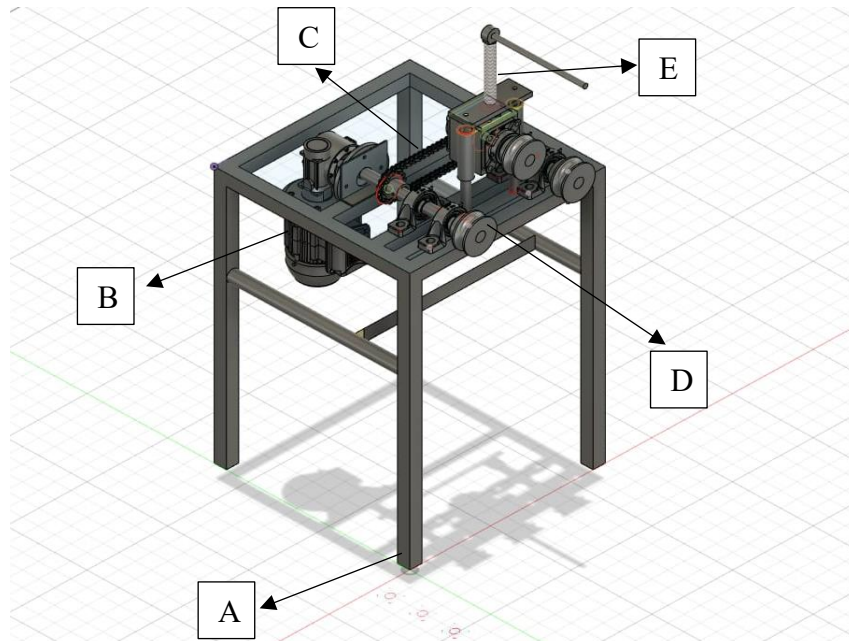


Figura 4.5. Diseño conceptual de la máquina roladora de tubos.

El funcionamiento de la máquina roladora de tubos comienza con el encendido eléctrico, lo que activa el sistema. A continuación, el motor y el reductor comienzan a operar, impulsando el eje principal. Este eje está equipado con un piñón que, mediante una cadena, engancha otro piñón conectado a un segundo eje. El movimiento de este sistema permite que los dos rodamientos inferiores se pongan en marcha. Una vez que los ejes y rodamientos están en movimiento, se puede controlar el ángulo del rolado mediante una barra de acero roscada, que ajusta el rodillo superior. Este ajuste es crucial, ya que permite regular la circunferencia deseada para el proceso de rolado del tubo. Así, la máquina comienza a operar de manera eficiente, configurando la presión necesaria para formar el tubo con la medida deseada. En el siguiente diagrama se puede observar de manera más detallada su funcionamiento:

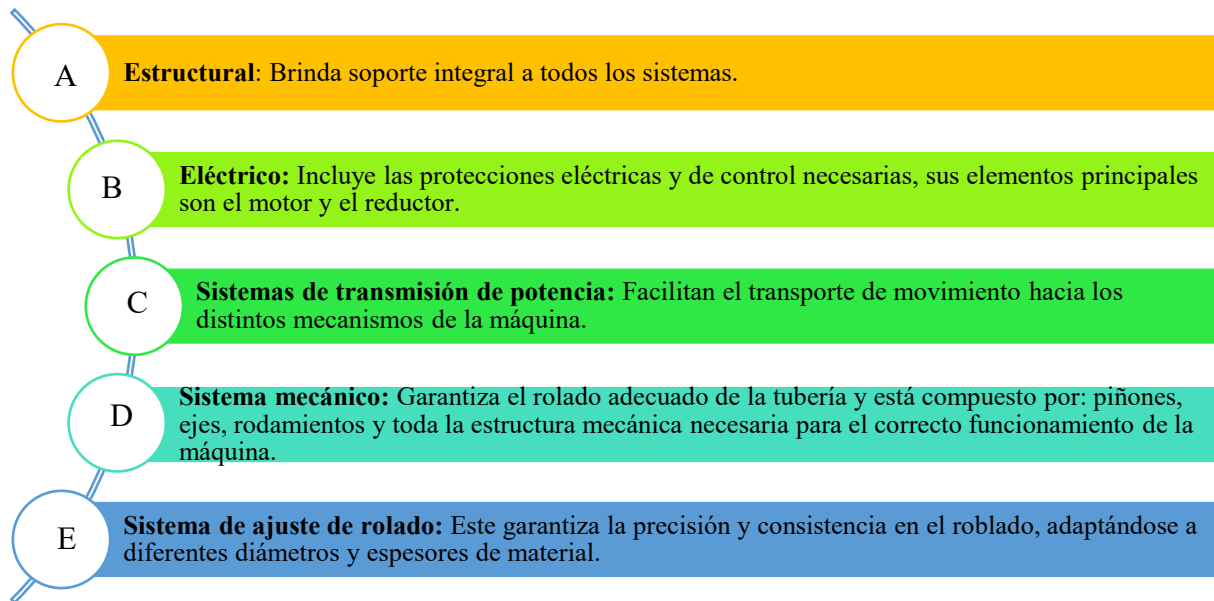


Figura 4.6. Diseño conceptual del sistema.

4.4.3. Diseño y dimensionamiento de componentes

El diseño de cada componente de la máquina roladora se basará en el uso de ecuaciones matemáticas para determinar los datos necesarios que permitan realizar los cálculos correspondientes. Además, esta máquina está diseñada para procesar tubos de acero A36 con un diámetro de 1 pulgada y un espesor de pared de 1.5 mm de acuerdo a lo requerido dentro de la empresa.

4.4.4. Diseño de detalle

Para garantizar que la estructura del sistema soporte todas las cargas previstas durante su funcionamiento, se llevará a cabo el diseño utilizando un software CAD en su versión estudiantil. A través de esta herramienta, se modelarán cada una de las partes que componen el sistema. Posteriormente, se empleará el software CAD, específicamente Fusion 360 para evaluar el comportamiento de los componentes mecánicos. Además, se verificará que se cumpla con el factor de seguridad requerido para el correcto desempeño de la máquina y que el proceso de rolado se ajuste a la normativa establecida.

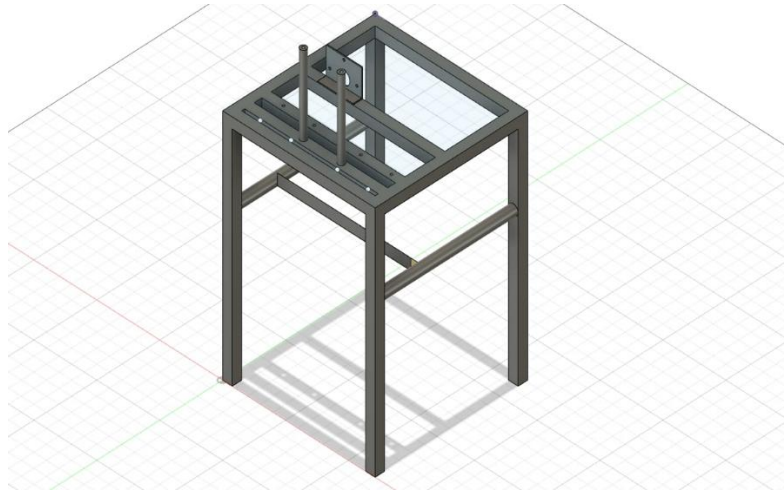


Figura 4.7. Diseño de la base central de soporte.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez establecido el proceso para la construcción de la máquina roladora de tubos, se llevó a cabo el diseño y dimensionamiento de cada componente, asegurando el cumplimiento de los requisitos solicitados por la empresa para garantizar su correcto funcionamiento y seguridad. Posteriormente, se procedió a la fabricación de la máquina, aplicando técnicas y materiales adecuados para optimizar su desempeño. Finalmente, se validaron los resultados mediante simulaciones en un software CAD, permitiendo analizar el comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones operativas y asegurando su eficiencia antes de su implementación.

Antes de calcular la fuerza necesaria para el rolado, es importante destacar que se utilizó la ecuación de potencia del motor para determinar la cantidad de HP requeridos. Esto permitió seleccionar un motor adecuado que garantice el funcionamiento eficiente tanto de la máquina como del proceso de rolado.

5.1. Cálculo de fuerza requerida para el rolado

Según las especificaciones necesarias para el funcionamiento de la máquina, se establecen los parámetros iniciales requeridos. A partir de estos, se realizan los cálculos algebraicos correspondientes, obteniendo como resultado un valor expresado en (kN).

Tabla 5.1. Cálculo de fuerza requerida para el proceso de rolado.

Momento límite de corona circular	4.2	2115	Nm
Fuerza requerida para el proceso de rolado	4.3	28200	N
Fuerza de rozamiento del proceso	4.4	5640	N

5.2. Cálculo del torque de funcionamiento de los elementos de la máquina

Es fundamental considerar los cuatro elementos principales que lo componen: el eje, los rodillos, el piñón y la tubera por lo que el torque generado por los momentos de inercia:

Tabla 5.2. Cálculo de torque de los elementos de la máquina.

Eje	4.6	2.24×10^{-4}	kgm^2
Rodillos	4.6	47×10^{-4}	kgm^2
Piñón	4.6	8.22×10^{-4}	kgm^2
Tubería	4.6	13.5×10^{-4}	kgm^2

5.3. Cálculo del torque generado por los momentos de inercia

El torque generado por el sistema es fundamental para calcular el momento de inercia total, lo que a su vez permite determinar la potencia de diseño del motor. En base a los cuatro elementos principales que conforman el sistema.

Tabla 5.3. Torque generado por los momentos de inercia.

Torque máximo generado por los momentos de inercia	4.8	0.042	Nm
--	-----	-------	----

5.4. Cálculo de la potencia de diseño del motor

Para determinar la potencia de diseño, es necesario conocer la velocidad angular de los rodillos. Para ello, se estima un valor aproximado de potencia de diseño y se elige el menor posible, evitando así el sobredimensionamiento del sistema.

Tabla 5.4. Potencia de diseño del motor.

Potencia de diseño del motor	4.9	0.48	HP
------------------------------	-----	------	----

5.5. Cálculo y selección del sistema de transmisión

Se selecciona el sistema de cadena de rodillo y engranajes, los datos se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 5.5. Datos para la selección del sistema de transmisión.

Potencia de diseño	4.11	0.75	HP
Velocidad lineal de cadena	4.12	0.076	m/min
Tensión ramal del conductor	4.13	60.39	Kg
Coefficiente de seguridad	4.14	1	
Longitud de cadena	4.15	377	Mm

5.6. Cálculo para el diseño de los ejes

Para realizar el cálculo del eje, es necesario contar con los siguientes datos.

Tabla 5.6. Dimensionamiento para el sistema de ejes.

Masa total aproximada		7.70	Kg
Momento torsor	4.17	725.84	kNm
Diámetro del eje	4.18	30.38	mm

5.7. Cálculo para el diseño de chumaceras

Para realizar el cálculo de las chumaceras, es fundamental contar con ciertos datos clave, específicamente:

Tabla 5.7. Selección de chumaceras.

Carga estática necesaria	4.21	102.48	Kgf
--------------------------	------	--------	-----

5.8. Cálculo para el diseño de sujeción

Para el cálculo de los pernos se requiere los siguientes datos, específicamente en su dimensión es:

Tabla 5.8. Selección de pernos.

Dimensión del elemento de sujeción	4.22	41	mm
------------------------------------	------	----	----

5.9. Diseño y selección de los elementos requeridos para el sistema

5.9.1. Diseño del eje de rolado

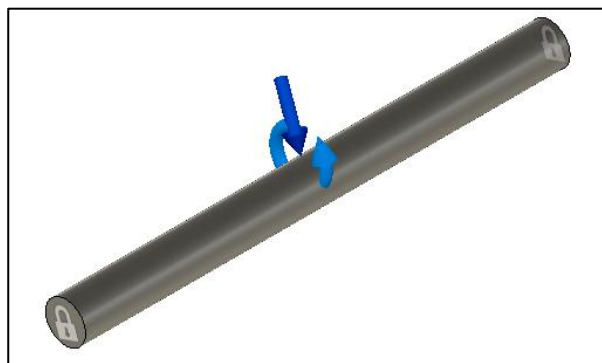
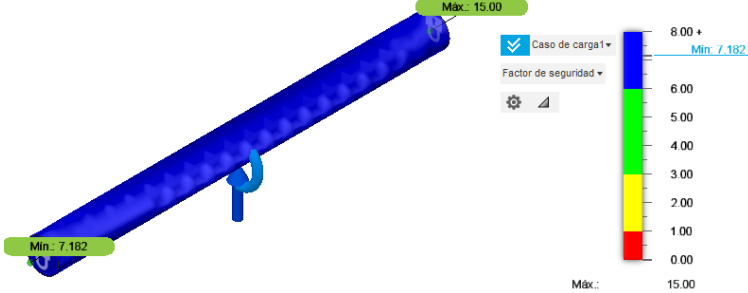
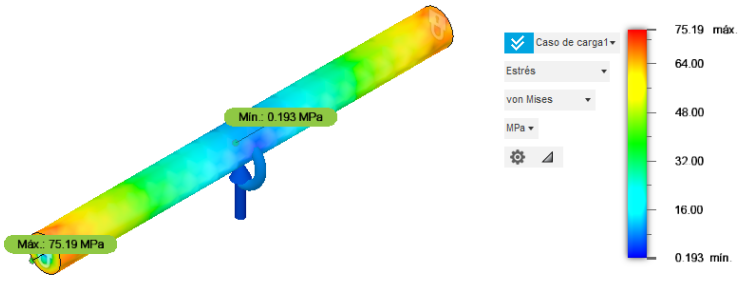
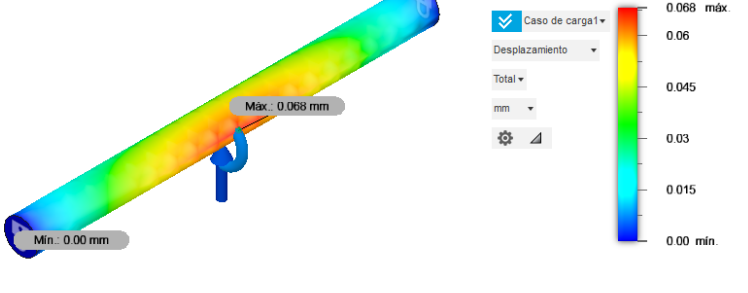


Figura 5.1. Eje diseñado para soportar el proceso de rolado.

La simulación correspondiente se lleva a cabo en el software Fusion 360, dando como resultado el factor de seguridad, desplazamiento y tensión Von Mises. El material seleccionado para el diseño es el Acero 705. Los resultados obtenidos se presentan a continuación en la tabla:

Tabla 5.9. Figuras simulación de ejes respectivos.

	<p>Factor de seguridad: 7.182</p>
	<p>Tensión Von Mises: 75.19 MPa</p>
	<p>Desplazamiento: 0.068mm</p>

En el proceso de simulación, se observa que el eje dimensionado cumple con todas las características necesarias para operar de manera eficiente en el proyecto. Con un desplazamiento máximo de 0,068 mm, una tensión de Von Mises de 75,19 MPa y un coeficiente de seguridad de 7,18 2, se concluye que el diseño del eje es adecuado y satisfactorio para su funcionamiento en la máquina.

5.9.2. Diseño de rodillos

Para garantizar un rolado adecuado, los rodillos deben soportar la fuerza aplicada para el efecto que es de 182.06 kN, adicional la fuerza de rozamiento de la tubería que es 23,71 kN.

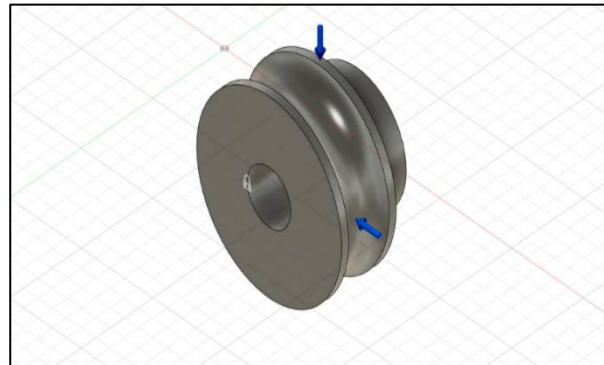

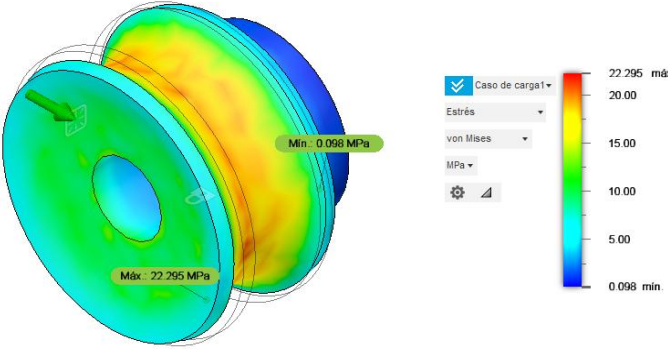


Figura 5.2. Rodillo diseñado para rolado.

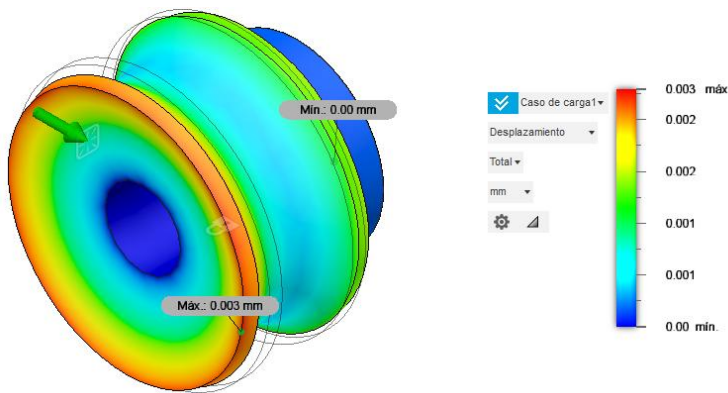
La simulación correspondiente se lleva a cabo, dando como resultado el factor de seguridad, desplazamiento y tensión Von Mises. El material seleccionado para el diseño es el Acero 1045. Los resultados obtenidos se presentan a continuación en la tabla:

Tabla 5.10. Figuras simulación de rodillos respectivos.

 The image shows a 3D model of the roller with a color-coded factor of safety distribution. A legend on the right indicates a scale from 0.00 (red) to 8.00+ (blue). The model shows a maximum value of 15.00 and a minimum value of 14.667.	Factor de seguridad: 14,667
 The image shows a 3D model of the roller with a color-coded Von Mises stress distribution. A legend on the right indicates a scale from 0.098 min (blue) to 22.295 max (red) MPa. The model shows a maximum value of 22.295 MPa and a minimum value of 0.098 MPa.	Tensión Von Mises: 22,95 MPa

Desplazamiento:

0,003mm



Durante el proceso de simulación, se observó que las matrices de rodamiento cumplen con los estándares establecidos, mostrando los siguientes resultados: un factor de seguridad de 15, un desplazamiento de 0.003 mm y una tensión de Von Mises de 22,95 MPa. Estos valores indican que las matrices de rodamiento están diseñadas para funcionar de manera segura y eficiente bajo las condiciones previstas.

5.10. Selección de chumaceras

La chumacera debe soportar el peso total de cada eje, por lo que se seleccionó la chumacera de pared F206 para el eje de la roladora, con un diámetro de 30 mm, debido a su compatibilidad perfecta con las dimensiones del eje, lo que garantiza un ajuste adecuado y evita el desgaste innecesario. Esta chumacera proporciona un soporte robusto y estabilidad, reduciendo vibraciones y extendiendo la vida útil de la máquina. Además, asegura durabilidad frente al desgaste y la corrosión, y su diseño facilita el mantenimiento y reemplazo cuando sea necesario. Por otro lado, se debe tomar en cuenta la fuerza para el proceso de rolado que es de 158.09 kN y la capacidad de carga estática de 102.48 Kgf.

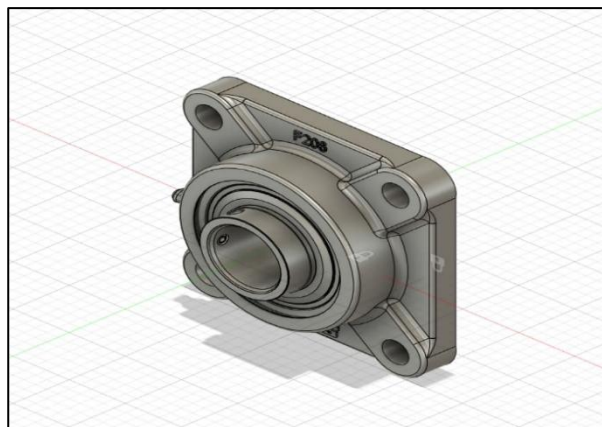
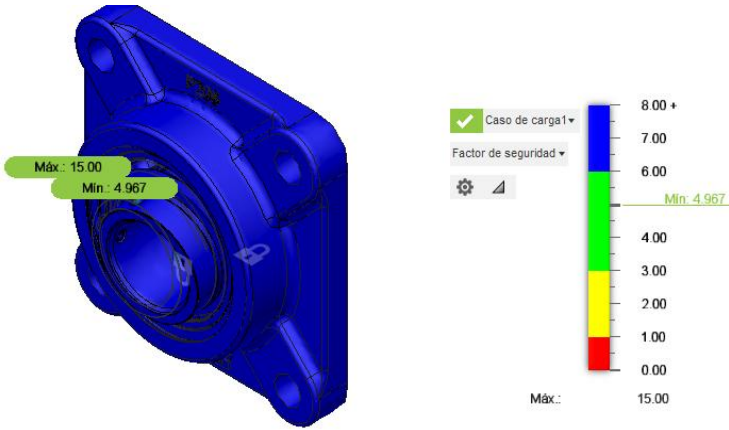


Figura 5.3. Simulación de chumacera F206.

Tabla 5.11. Figuras simulación de chumacera de F206.

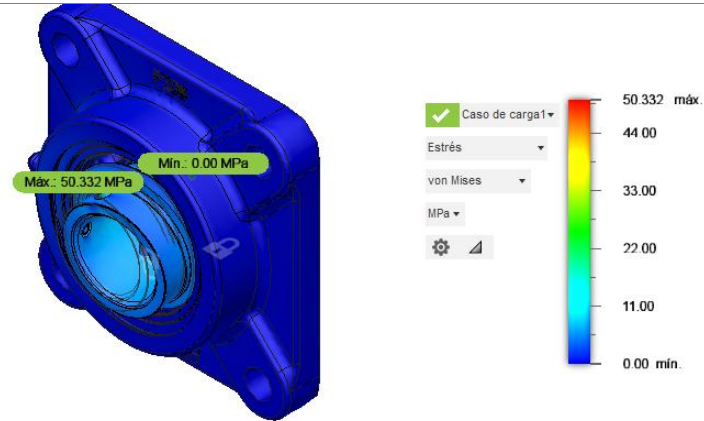
Factor de seguridad:

4.967



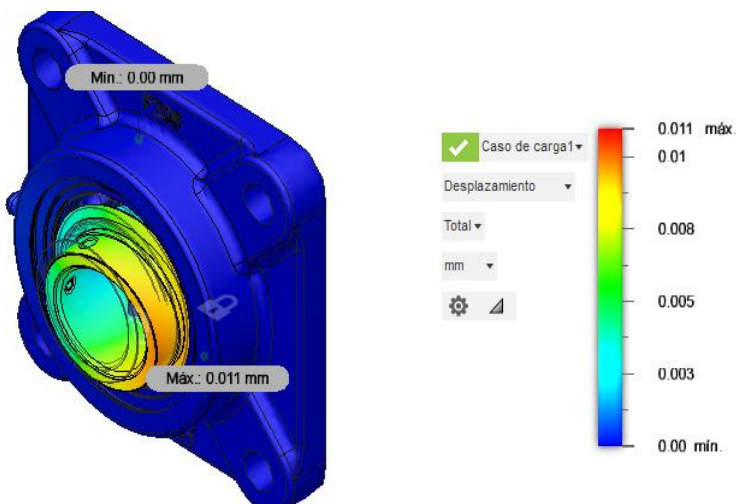
Tensión Von Mises:

50.332 MPa



Desplazamiento:

0.011mm



Durante el proceso de simulación, se comprobó que la chumacera dimensionada cumple con los requisitos establecidos. Los resultados obtenidos incluyen un coeficiente de seguridad de 4.967, un desplazamiento de 0.011 mm y una tensión de Von Mises de 50.332 MPa, lo que demuestra que la chumacera satisface todos los requerimientos del sistema y está diseñada para operar de manera segura y eficiente. Por otro lado, se seleccionó la chumacera de piso P206 para los dos ejes inferiores de la roladora, los cuales giran con el motor. Esta chumacera está diseñada para ofrecer un soporte adecuado a los ejes que soportan el movimiento rotatorio generado por el motor y transmisión. Su robustez y capacidad para manejar cargas pesadas y movimientos continuos son esenciales para asegurar el buen funcionamiento de la roladora, además de garantizar una mayor durabilidad y estabilidad durante las operaciones.

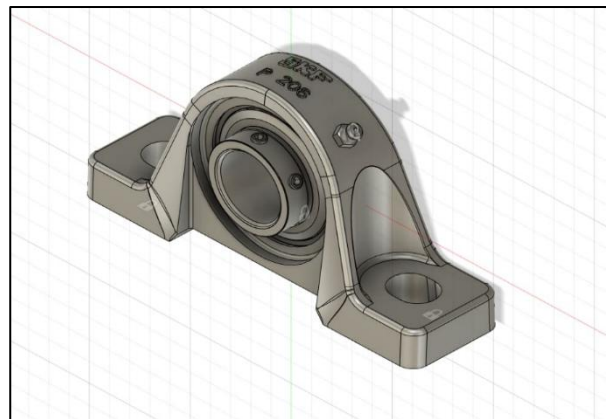
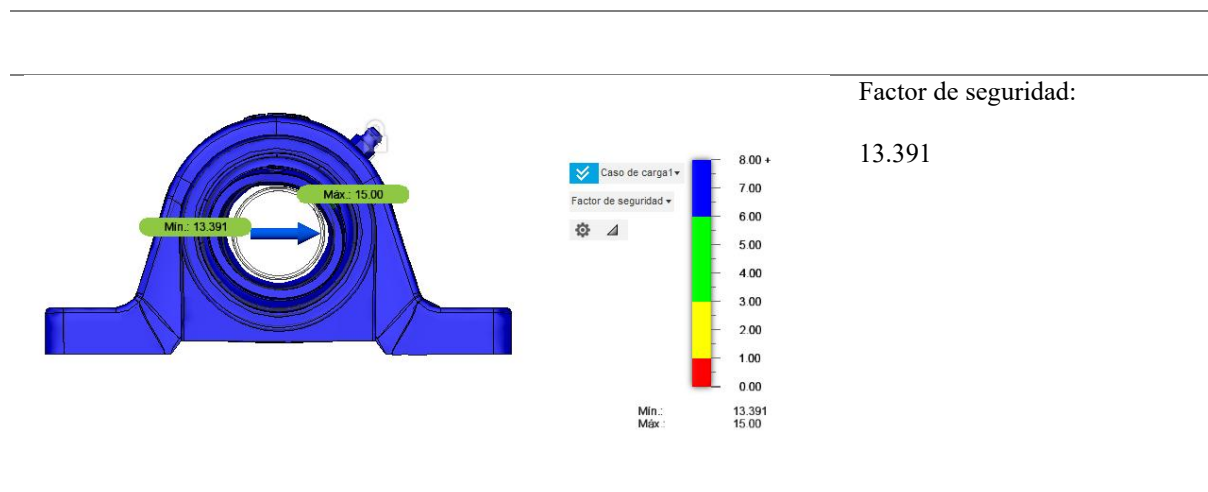
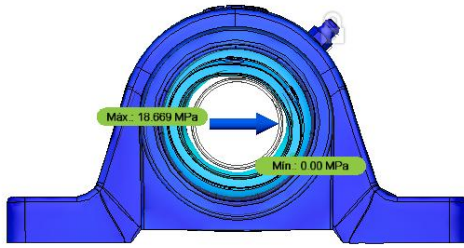


Figura 5.4. Simulación de chumacera P206.

A continuación, se presenta el factor de seguridad, desplazamiento y tensión Von Mises:

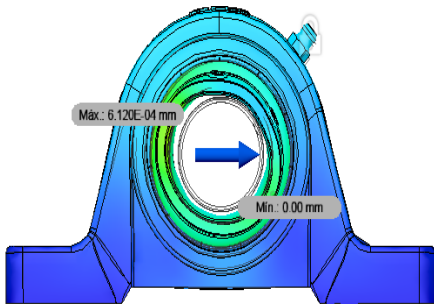
Tabla 5.12. Figuras simulación de chumacera de F206.





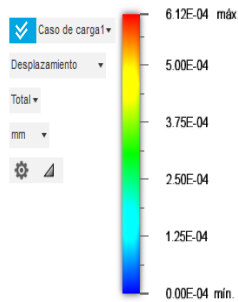
Tensión Von Mises:

18.669 MPa



Desplazamiento:

6.13E-04 mm



En el proceso de simulación, se verificó que la chumacera dimensionada cumple adecuadamente con los parámetros requeridos. Los resultados obtenidos, que incluyen un coeficiente de seguridad de 13.391, un desplazamiento de 6.13E-04 mm y una tensión de Von Mises de 18.669 MPa, confirman que la chumacera está diseñada de manera óptima para cumplir con los estándares del sistema, garantizando un funcionamiento seguro y eficiente.

5.11. Selección de sistema engranaje

Los engranajes deben soportar la fuerza aplicada por la cadena al momento de girar, por lo cual se seleccionó un piñón de 17 dientes, ya que esta elección optimiza la transmisión de energía y permite una relación adecuada entre la velocidad y el torque en el sistema. Esta configuración cumple con los requisitos del diseño, asegurando un funcionamiento eficiente y confiable del mecanismo. Los engranajes deben soportar la fuerza de rozamiento según los datos calculados previamente el valor es de 27.30kN.

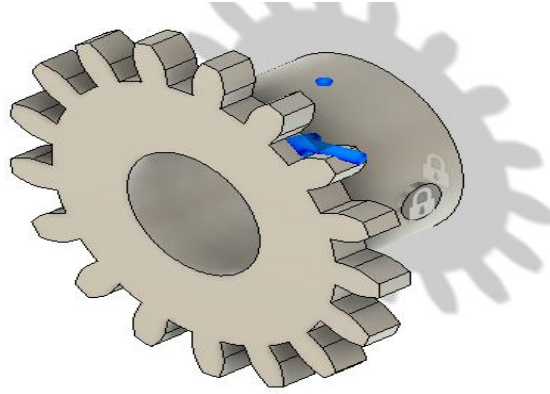
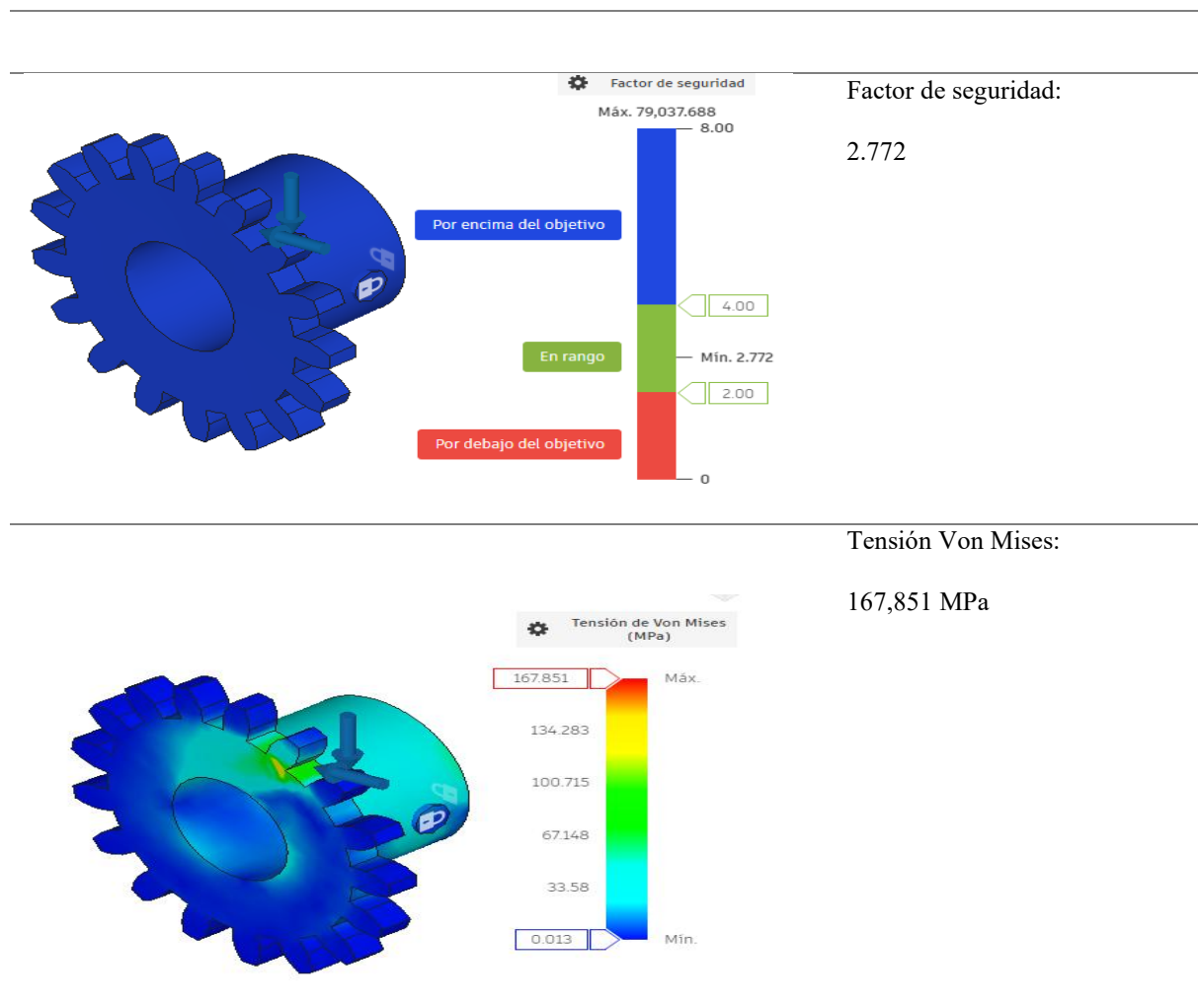


Figura 5.5. Simulación de engranajes de rolado.

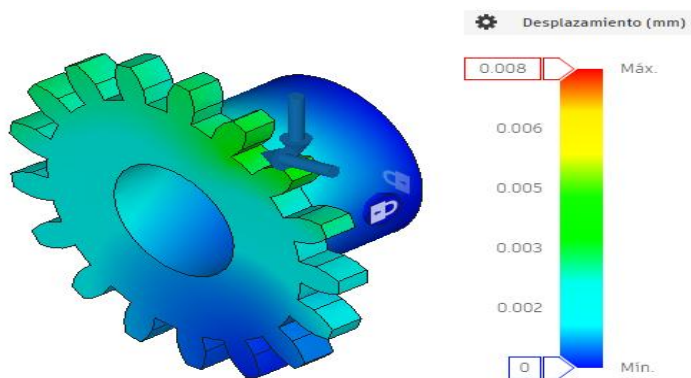
A continuación, se presenta factor de seguridad, desplazamiento y tensión Von Mises:

Tabla 5.13. Figuras simulación de engranaje.



Desplazamiento:

0.008 mm



La simulación ha demostrado que el sistema cumple con las características definidas, presentando un factor de seguridad de 2.772, un desplazamiento de 0.008 mm y una tensión de Von Mises de 167.851 MPa. Estos resultados confirman que el diseño satisface las necesidades y requisitos del sistema, asegurando su funcionalidad y seguridad.

5.12. Construcción y pruebas del sistema

Una vez completado el diseño del sistema y tras la simulación y verificación de cada componente, se llevó a cabo su construcción, obteniendo un resultado alineado con los requerimientos de la empresa para el desempeño de sus actividades.




Figura 5.6. Máquina final ensamblada.

Además, el proceso de construcción de la roladora de tubos se puede visualizar en el **Anexo C**, junto con los planos correspondientes.

5.13. Control eléctrico del sistema

Para el control eléctrico del motor se requirieron contactores, pulsadores, protecciones y breaker de emergencia que garantizaran el correcto funcionamiento de la maquinaria. Dado que el motor utilizado es trifásico, en la empresa establecieron este parámetro como requisito fundamental para el sistema de control. Para asegurar un funcionamiento eficiente y seguro, se realizó la simulación del circuito de control de giro del motor eléctrico, permitiendo así gestionar el avance y retroceso del proceso de rolado. Esta simulación permitió verificar la operatividad del sistema antes de su implementación, asegurando que cumpliera con las necesidades específicas de la maquinaria. En la siguiente tabla se presenta los componentes utilizados para que el control eléctrico del sistema funcione de manera correcta y eficiente:

Cable calibre 16	5m	
Contactador 220V	2	
Pulsadores Led	2 verdes 1 rojo	



<p>Botón de Paro o Paro de emergencia</p>	<p>1</p>	
<p>Motor de 1 HP</p>	<p>1</p>	

Tabla 5.14. Componentes eléctricos utilizados.

Gracias a la integración de estos componentes eléctricos, se logró completar el sistema eléctrico de la roladora, garantizando su correcto funcionamiento. Este sistema permite que la máquina opere en sentido horario, anti horario y pausa, brindando un control preciso sobre el proceso de curvado. Además, se incorporó un breaker de seguridad, diseñado para actuar en caso de emergencia y proteger tanto el equipo como al operador.

5.14. Comparativa

Al comparar las características entre nuestra propuesta tecnológica y una roladora de tubo manual, podemos afirmar que la roladora de tubo a motor ofrece una eficiencia, precisión y capacidad de trabajo significativamente superiores. Generando un ahorro considerable de tiempo y esfuerzo físico, haciendo que el proceso de rolado sea mucho más ágil y consistente. Su funcionamiento motorizado, es especialmente adecuado para entornos de producción continua, como los que maneja la empresa Multiauto, permitiendo doblar tubos con mayor facilidad, uniformidad y menor margen de error. Esto no solo aumenta la productividad, sino que también mejora la seguridad operativa, al reducir la necesidad de intervención manual directa.

Tabla 5.15. Comparativa de máquinas.

Fuente de operación	Motor eléctrico	Fuerza manual
Velocidad de trabajo	Velocidad constante	Dependiente del operador
Precisión	Alta precisión	Menor precisión, depende de la habilidad del operador
Esfuerzo físico	Mínimo esfuerzo	Alto esfuerzo, necesita emplear fuerza y resistencia
Productividad	Alta productividad ideal para producción en serie	Baja productividad ideal para trabajos ocasionales
Facilidad de uso	Fácil operación incluso para operarios sin experiencia	Operación poco compleja debido al requerimiento de práctica y habilidad manual

5.15. Análisis económicos

Para evaluar los costos asociados a la propuesta tecnológica, es importante considerar tanto los costos de materiales mecánicos, eléctricos como los costos de ingeniería, dando el monto total de la construcción de la máquina. A continuación, se detalla el costo de los materiales mecánicos utilizados:

Tabla 5.16. Costo de materiales mecánicos.

Materiales	Unidad	Precio (\$)	Total (\$)
Acero ST37 tubo cuadrado estructural 6m	2	16	32
Ángulo platina 1m	1	5	5
Ángulo estructural 1m	1	10	10
Platina de 9mm	1	30	30
Barras solidas de acero 1/2m	1	30	30

Tornillo de 51 hilos con tuerca	1	45	45
Piñones 17 dientes	2	15	30
Cadena de transmisión	1	15	15
Chumacera de pared	1	16	16
Chumacera de piso	4	16	64
Rodamientos	3	30	90
Ejes	3	30	90
TOTAL			\$457

Para el sistema eléctrico se utilizaron los siguientes materiales:

Tabla 5.17. Costo de materiales eléctricos.

Materiales	Unidad	Precio (\$)	Total (\$)
Motor eléctrico trifásico WEG 0.75HP	1	150	150
Reductor SITI MI 50 F reducción 100:1	1	100	100
Contactador 220V - AC	2	20	40
Cable calibre 16 de cobre	5m	0.75	4,25
Breaker de emergencia	1	15	15
Pulsadores LED	3	3,25	9,75
Caja eléctrica	1	30	30
TOTAL			\$349

Para el costo de ingeniería se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5.18. Costo de Ingeniería.

Descripción	Hora/Mes	Precio (\$)	Total (\$)
Mano de obra directa		300	300
Diseño	40	5	200
Energía eléctrica de la máquina	4	20	80
TOTAL			\$580

El costo de la roladora incluido en la presente propuesta tecnológica trasciende a **\$1386**. Este valor refleja no solo la adquisición del equipo en sí, sino también su calidad, funcionalidad y capacidad para cumplir con los requerimientos del proyecto. La roladora, esencial para el proceso de conformado y curvado de materiales, representa una inversión clave para garantizar precisión y eficiencia en los trabajos a realizar. Su precio está justificado por su diseño robusto, tecnología incorporada y la garantía de un rendimiento óptimo en las tareas asignadas.

5.15.1. Supuestos de evaluación

- Inversión inicial (I_0): \$1386
- Ingresos anuales estimados: \$2500
- Costos de operación anuales: \$500
- Flujo neto anual:

$$F_t = 2500 - 500 = \$2000$$

- Horizonte de evaluación: 5 años
- Tasa de descuento anual (i): 10% anual

5.15.2. VAN

El Valor Actual Neto (VAN) se calcula con la fórmula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Con los datos del proyecto, la tabla de flujos de caja es:

Tabla 5.19. Cálculo del VAN

Año(t)	Flujo neto (F_t)	Factor de descuento (1+i)	Flujo actualizado
0	-1386	1000	-1386
1	2000	0,909	1818,18
2	2000	0,826	1652,89
3	2000	0,751	1502,63
4	2000	0,683	1366,03
5	2000	0,621	1241,84
TOTAL			\$6195,57

El VAN calculado es de \$6195,57 como el $VAN > 0$, el proyecto es financieramente rentable.

5.15.3. TIR

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es el porcentaje de rentabilidad que genera el proyecto, calculado como la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto (VAN) sea igual a cero. Es un indicador clave para determinar si la inversión es atractiva en comparación con otras alternativas financieras.

Matemáticamente, se define como la tasa i que satisface la siguiente ecuación:

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t}$$

Donde:

- F_t representa los flujos netos de caja del proyecto en el flujo t
- n es el número de años evaluado
- i es la tasa que busca (TIR)

Para el caso de la roladora de tubos, los flujos considerados fueron:

$$[-1386, 2000, 2000, 2000, 2000, 2000]$$

El cálculo del TIR se realizó obteniendo como resultado:

$$TIR \approx 98,2$$

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- La investigación bibliográfica permitió identificar los aspectos clave del rolado de tuberías, facilitando así la comprensión de conceptos y herramientas utilizadas en el diseño y desarrollo de la máquina.
- Mediante el desarrollo del diseño de la máquina en el software FUSION 360, se logró una representación precisa y detallada de sus componentes, permitiendo validar su funcionamiento y su estructura antes de la fabricación.
- La fabricación del prototipo funcional de la máquina para el rolado de tubos redondos representa una satisfacción para la empresa, ya que no solo mejora la precisión y eficiencia en sus procesos de producción, sino que también optimiza tiempos y calidad en sus trabajos, fortaleciendo su competitividad. Tal así que al usar la máquina roladora de tubo se puede diferenciar los tiempos de fabricación ya que al realizar una curva de 45°, la roladora manual tarda aproximadamente 10 minutos, mientras que el prototipo lo reduce a solo 4 minutos. En una curva de 90°, el tiempo con la máquina manual es de 15 minutos y 6 minutos con el prototipo. Al realizar un curvado de 180°, la roladora manual emplea 25 minutos, mientras que el prototipo solo requiere 10 minutos. Finalmente, en una curva completa de 360°, la máquina manual puede demorar hasta 40 minutos, mientras el prototipo lo reduce a tan solo 15 minutos.

6.2. RECOMENDACIONES

- Es fundamental ampliar la investigación bibliográfica sobre las roladoras de tubos, con énfasis en las roladoras de tres rodillos, las cuales son más comunes y eficientes en la industria.
- Se recomienda realizar simulaciones avanzadas en Fusion 360 para optimizar el diseño, evaluar el comportamiento estructural de la máquina y detectar posibles mejoras antes de la fabricación, asegurando así mayor eficiencia y durabilidad.
- Mantener un plan de mantenimiento preventivo es esencial para garantizar el óptimo funcionamiento y prolongar la vida útil de la roladora.

7. REFERENCIAS

- [1] K. M. Ramirez Flores, “Rediseño del sistema de aplicación de la fuerza de curvado de la máquina roladora manual de perfiles de la Empresa Talleres Unidos Ingeniería e Inversiones S.A.C,” <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79087>.
- [2] G. A. LEÓN PICO and J. G. RAMOS CEDEÑO, “DISEÑO, CÁLCULO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA BAROLADORA DE TUBOS Y PERFILES ACCIONADA POR UN MOTOR ELÉCTRICO.,” <https://repositorio.uileam.edu.ec/handle/123456789/1035>.
- [3] L. Guerrero and B. Gabriel, “ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ROLADORA SEMIAUTOMÁTICA PARA ELEMENTOS ESBELTOS ESTRUCTURALES PARA LA METALMECÁNICA DE SAN BARTOLO TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO.”
- [4] C. I. C. Villalba, R. V. N. Liberio, C. M. N. Zambrano, and E. A. P. González, “Gestión y costos de producción: balances y perspectivas,” <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7817700>.
- [5] “criterio 5: procesos”.
- [6] “3.6 La producción.,” <https://ocw.unican.es/mod/page/view.php?id=154>.
- [7] J. M. S. Santamaria, O. V. M. Reyes, L. E. C. Vargas, and J. G. B. López, “La importancia de la estructura cristalina de los metales en los procesos mecánicos industriales,” <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8094594>.
- [8] R. L. Nepo Chero and C. O. Ochoa Chapa, “Análisis del proceso de rolado en el sector industrial: Una revisión de literatura,” <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/152928>.
- [9] ilenia045, “Tubos metálicos: ¿Es mejor doblarlos o calandrarlos?,” <https://www.tecnocurve.es/doblar-tubo/curvado-y-rolado-de-tubos-metalicos/>.
- [10] J. H. S. Vázquez, A. S. Chacón, and R. A. R. Carlos, “DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA CURVADORA DE TUBO REDONDO METÁLICO DE 1/2 IN A 1 IN,” in *Ingenierías en perspectiva: ciencia, tecnología e innovación*, Atena Editora, 2024, pp. 54–96. doi: 10.22533/at.ed.5022429054.

- [11] “Dobladora Roladora de caños y perfiles MC150B,” <https://nargesa.com/es/maquinaria-industrial/dobladora-roladora-de-canos-perfiles-mc150b?>
- [12] “MOTOR TRIFASICO 1800RPM 1HP 220V /440V. 1LA/LE142-0DB36-4AA4-Z | Ingelcom.” Accessed: Jul. 27, 2025. [Online]. Available: <https://www.ingelcom.com.ec/shop/motor-trifasico-1800rpm-1hp-220v-440v-1la-le142-0db36-4aa4-z-ingelcom-17413#attr=>
- [13] “Ejes rotativos - MISUMI México.” Accessed: Jul. 27, 2025. [Online]. Available: <https://mx.misumi-ec.com/es/pr/rotary-motion-power-transmission/rotary-shafts/>
- [14] “» Tipos de Rodamientos | Clasificación | Aplicaciones — DUCASSE COMERCIAL.” Accessed: Jul. 27, 2025. [Online]. Available: <https://ducasse.com.pe/blog/tipos-de-rodamientos/>
- [15] “Tipos de cajas eléctricas: la guía completa - KDM Steel.” Accessed: Jul. 27, 2025. [Online]. Available: <https://www.kdmsteel.com/es/tipos-de-cajas-electricas/>
- [16] “ELEMENTOS DE CONTROL Y SEÑALIZACIÓN (LUCES PILOTO Y PULSADORES) - Gonzaga & Rodriguez Cia. Ltda.” Accessed: Jul. 27, 2025. [Online]. Available: <https://electricoindustrial.com.ec/2021/03/15/elementos-de-control-y-senalizacion/>
- [17] A. E. Delgado Zambrano and V. E. González Quinto, “Diseño estructural de una máquina roladora para manufacturar ductos cónicos,” <https://dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/60812>.
- [18] “Máquina Cilindradora - Roladora de 3 Rodillos - 3HEL - Faccin.” Accessed: Jul. 28, 2025. [Online]. Available: <https://www.faccin.com/es/producto/3hel/>
- [19] “Máquina roladora con 3 rodillos - 4126 series - Nosstec - manual.” Accessed: Jul. 28, 2025. [Online]. Available: <https://www.directindustry.es/prod/nosstec/product-116071-1186543.html>
- [20] T. F. Stanistreet, J. M. Allwood, and A. M. Willoughby, “The design of a flexible model ring rolling machine,” *J Mater Process Technol*, vol. 177, pp. 630–633, Jul. 2006, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2006.03.228.
- [21] Z. Marciniak *et al.*, “Mechanics of Sheet Metal Forming.” [Online]. Available: www.bh.com

- [22] K. Ávila Balaguera, R. Rodríguez Baracaldo, and É. Espejo Mora, “Análisis del rolado en planchas de acero estructural de alta resistencia (S690QL),” *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 15, pp. 71–82, 2016, doi: 10.22395/riium.v15n28a4.
- [23] S. B. Vargas, “LOCALIZACIÓN DE LA FIBRA NEUTRA EN EL PROCESO DE DOBLADO DE UN ACERO.”
- [24] “Curvadora De Tubos y Perfiles MC400,” <https://nargesa.com/es/maquinaria-industrial/curvadora-de-tubos-perfiles-mc400>.
- [25] J. I. Gómez Gómez, “Procesos de conformación por deformación plástica: unidades 1 y 2,” <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20418>.
- [26] “Procesos de Deformación Plástica de los Metales - Issuu,” https://issuu.com/robertbrizuela/docs/revista_digital_1_procesos_de_fabricacion/s/10607673.
- [27] F. Faura Mateu and J. Martínez Pastor, *Problemas básicos de procesos de conformado por deformación metálica*. Universidad Politécnica de Cartagena, 2020. doi: 10.31428/10317/8457.
- [28] “Rolling Process: A Comprehensive Guide | Artizono,” <https://artizono.com/rolling-process-guide/>.
- [29] “(PDF) Aplicación de reactivos para el control del desequilibrio del sistema eléctrico de potencia por incertidumbre de la demanda,” https://www.researchgate.net/publication/358748953_Aplicacion_de_reactivos_para_el_control_del_desequilibrio_del_sistema_electrico_de_potencia_por_incertidumbre_de_la_demanda.
- [30] D. E. Martínez, “Análisis geométrico, de movimiento y eficiencia de un sistema de transmisión de potencia entre ejes no paralelos Geometrical and kinematic analysis of power transmission system between non-parallel shafts.” [Online]. Available: <https://orcid.org/0009-0000-3934-4343JorgeAndrésGarcía-Barbosa1https://orcid.org/0000-0002-7020-4688JohannyFranchescoNino1https://orcid.org/0000-0003-1073-7500>
- [31] H. Timmis, “Modeling with Fusion 360,” in *Practical Arduino Engineering*, Apress, 2021, pp. 57–127. doi: 10.1007/978-1-4842-6852-0_3.

- [32] M. Andrade Kevin David Toaquiza Toaquiza Carlos Efraín and I. Luis Miguel Navarrete López, “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA PROPUESTA TECNOLÓGICA Proyecto de titulación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico Autores: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA ROLADORA DE TUBO”.

8. ANEXOS

ANEXOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



ANEXO A

Normativa NTE INEN-ISO 8491

Objeto y campo de acción

Esta norma nacional especifica un método para determinar la capacidad a la deformación plástica por doblado de un tubo metálico de sección transversal circular completa. Esta es aplicable a los tubos de diámetro exterior no superior a 65 mm, si bien el rango de diámetros exteriores al que se aplica esta norma puede estar definido de forma más explícita en la norma correspondiente de producto.

Símbolos, designación y unidades

Los símbolos, designaciones y unidades que se utilizan en el ensayo de doblado de tubos de sección completa son los indicados en la tabla y aparecen representados:

Símbolo	Designación	Unidad
a^a	Espesor de la pared del tubo	mm
D	Diámetro exterior del tubo	mm
L	Longitud de la probeta antes del ensayo	mm
r	Radio interior en el fondo de la ranura	mm
α	Ángulo de doblado	grados

Principio

Doblar un segmento de tubo recto de sección completa sobre una matriz ranurada de radio especificado, r , hasta que el ángulo de doblado, α , alcance el valor preestablecido en la norma correspondiente de producto.

https://drive.google.com/file/d/1aU0-YGhOn_QDA9YjzVz_jBRvzgWOgExg/view

Diámetro nominal del tubo	Radio corto (RC)			Radio Largo (RL)		
	Radio Medio (RM) mm	Desarrollo de la curva del tubo (L) mm	Altura de la curva del tubo (P) mm	Radio Medio (RM) mm	Desarrollo de la curva del tubo (L) mm	Altura de la curva del tubo (P) mm
3/8 DN 10	34	47	40	-----	-----	-----
1/2 DN 13	41	50	46	-----	-----	-----
3/4 DN 20	54	82	68	-----	-----	-----
1 DN 25	67	103	88	119	175	135
1 1/4 DN 32	82	145	115	145	215	165
1 1/2 DN 40	108	177	145	180	275	204
2 DN 50	140	200	170	220	320	250
2 1/2 DN 65	190	290	233	318	475	355



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



ANEXO B

Cálculo y selección de cada componente

Fuerza requerida para el rolado

Momento límite de una corona:

$$M_L = 4 \times S_y \times e \times r^2$$

El dato S_y lo obtenemos de la Tabla B: Materiales para la Ingeniería Mecánica en general:

St 37-2	1.0036	A 570 Gr. 36	U, N	340	235	340	225	340	205
USt 37-2	1.0037								

$$M_L = 4 \times 235 \times 10^6 \times 0.01 \times (0.015)^2$$

$$M_L = 2115 \text{ N.m}$$

Dónde:

M_l = momento límite de una corona (kNm)

S_y = esfuerzo de fluencia del material (MPa)

r_m = radio medio (mm)

e = espesor de tubería (mm)

Fuerza requerida para el rolado

$$F = \frac{4 \times M_L}{L}$$

$$F = \frac{4 \times 2115}{0.3}$$

$$F = 28200 \text{ N}$$

Dónde:

F = fuerza necesaria para realizar el rolado (kN)

L = distancia entre apoyos entre rodillos laterales (m)

Fuerza de rozamiento

El coeficiente de fricción se obtiene de la tabla de coeficientes de VFISICA:

Material de placa Superior	Material del Carril	Coeficiente de Fricción	
		No lubricado	Lubricado
Acero inoxidable o acero	Acero inoxidable o acero	0,20	0,35

$$F_r = \mu \times F$$

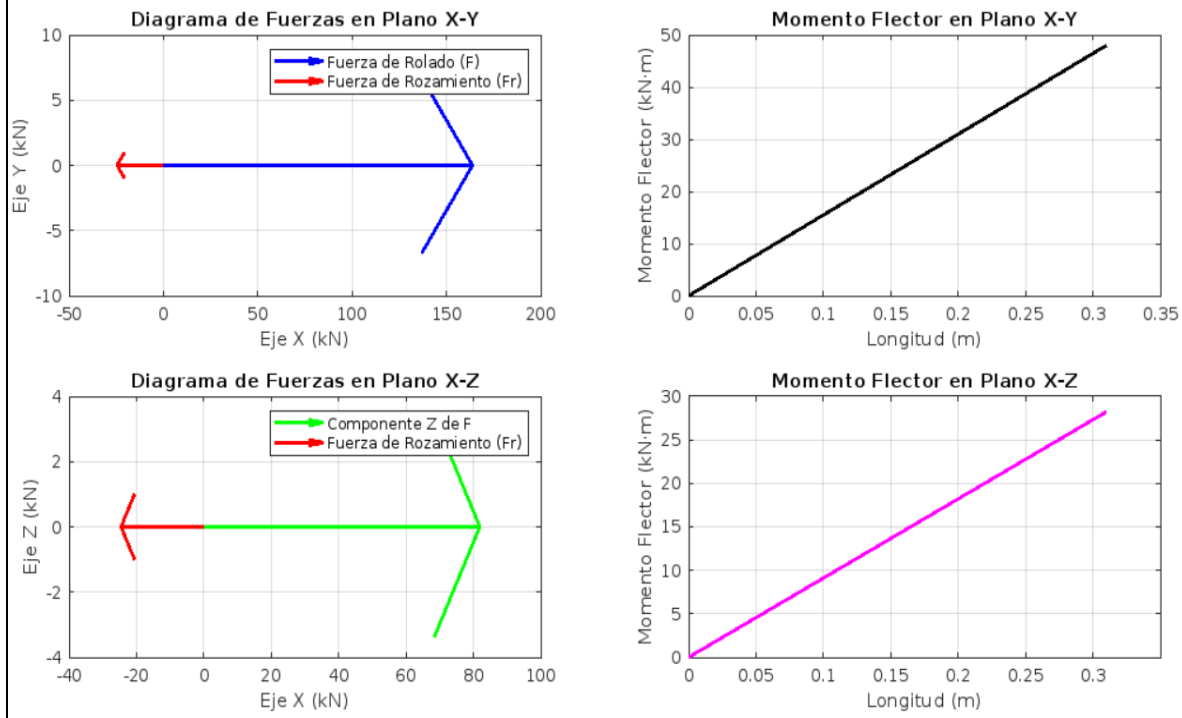
$$F_r = 0,20 \times 28200$$

$$F_r = 5640 \text{ N}$$

Dónde:

μ = coeficiente de fricción

F = fuerza de rolado (kN)



Torque generado por los momentos de inercia

Momentos de inercia

Es necesario determinar inicialmente los momentos de inercia producidos por cada uno de los componentes principales que operan dentro del sistema. Para ello, se han considerado los pesos especificados. Todos los cálculos son referenciales.

Para el eje (Acero 705):

$$I = \frac{1}{2} \times m \times R^2$$

$$I = \frac{1}{2} \times 1,998 \times 0,015^2$$

$$I = 2,24 \times 10^{-4} \text{Kg.m}^2$$

Para los rodillos (Acero 1045):

$$I = \frac{1}{2} \times m \times R^2$$

$$I = \frac{1}{2} \times 3,76 \times 0,05^2$$

$$I = 47 \times 10^{-4} \text{Kg.m}^2$$

Para el piñon (34-2):

$$I = \frac{1}{2} \times m \times R^2$$

$$I = \frac{1}{2} \times 1,267 \times 0,036^2$$

$$I = 8,22 \times 10^{-4} \text{Kg.m}^2$$

Tubera de construcción (Acero ST37)

$$I = \frac{1}{2} \times m \times R^2$$

$$I = \frac{1}{2} \times 7,48 \times 0,019^2$$

$$I = 13,5 \times 10^{-4} \text{Kg.m}^2$$

Dónde:

I = momento de inercia (kgm)

m = masa del elemento (kg)

R = radio (m)

Momento de inercia total

$$I_t = I1 + I2 + I3 + I4$$

$$I_t = 2,24 * 10^{-4} + 47 * 10^{-4} + 8,22 * 10^{-4} + 13,5 * 10^{-4}$$

$$I_t = 0,0071 \text{kgm}^2$$

Donde:

I_T = motor de inercia total (kgm²)

Aceleración angular

$$\alpha = \frac{n}{t_{est}}$$

$$\alpha = \frac{1.78}{3}$$

$$\alpha = 0.59 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

Donde:

α = aceleración angular (rad/seg²)

n = velocidad del motor (rad/seg)

t_{est} = tiempo que tarda el motor en estabilizarse (seg)

Torque generado por el momento de inercia

$$T_i = I_t \times \alpha$$

$$T_i = 0,0071 \text{kgm}^2 \times 0.59 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$T_i = 0.042 \text{Nm}$$

Dónde:

T_i = torque generado por el momento de inercia (Nm)

I_T = motor de inercia total (kgm²)

α = aceleración angular del motor (rad/seg²)

Torque total generado por el momento de inercia

$$T_t = (236.4 + 0.042) \times 2$$

$$T_t = 472.884 \text{ Nm}$$

Dónde:

T_t = torque máximo total generado (kNm)

Potencia del diseño del motor

$$P_D = T_t \times \omega$$

$$P_D = 472.884 \times 0.75$$

$$P_D = 354.66 \text{ W}$$

$$P_D = 0.48 \text{ HP}$$

Dónde:

P_D = potencia de diseño del motor (HP)

ω = velocidad angular de los rodillos (rad/seg)

Diseño del sistema de transmisión de potencia

Dimensionamiento del sistema de transmisión de potencia

Relación de transmisión

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$i = \frac{1700}{17}$$

$$i = 100$$

Dónde:

i = relación de transmisión

n_1 = velocidad del eje motriz (rev/min)

n_2 = velocidad del eje accionado (rev/min)

Potencia de diseño

$$H_{\text{Diseño}} = P_{\text{motorreductor}} \times f_s$$

$$H_{Diseño} = 0.48 \times 1.5$$

$$H_{Diseño} = 0.71HP$$

Dónde:

$H_{diseño}$ = potencia de diseño (HP)

$P_{motorreductor}$ = potencia entregada del motorreductor (HP)

f_s = factor de servicio

Potencia de diseño corregida

$$W_c = H_{Diseño} \times Cf_1 \times Cf_2 \times Cf_3$$

$$Cf_1 = 1 \text{ (Trabajo ligero)}$$

$$Cf_2 = 1,1 \text{ (Relación de 17 dientes)}$$

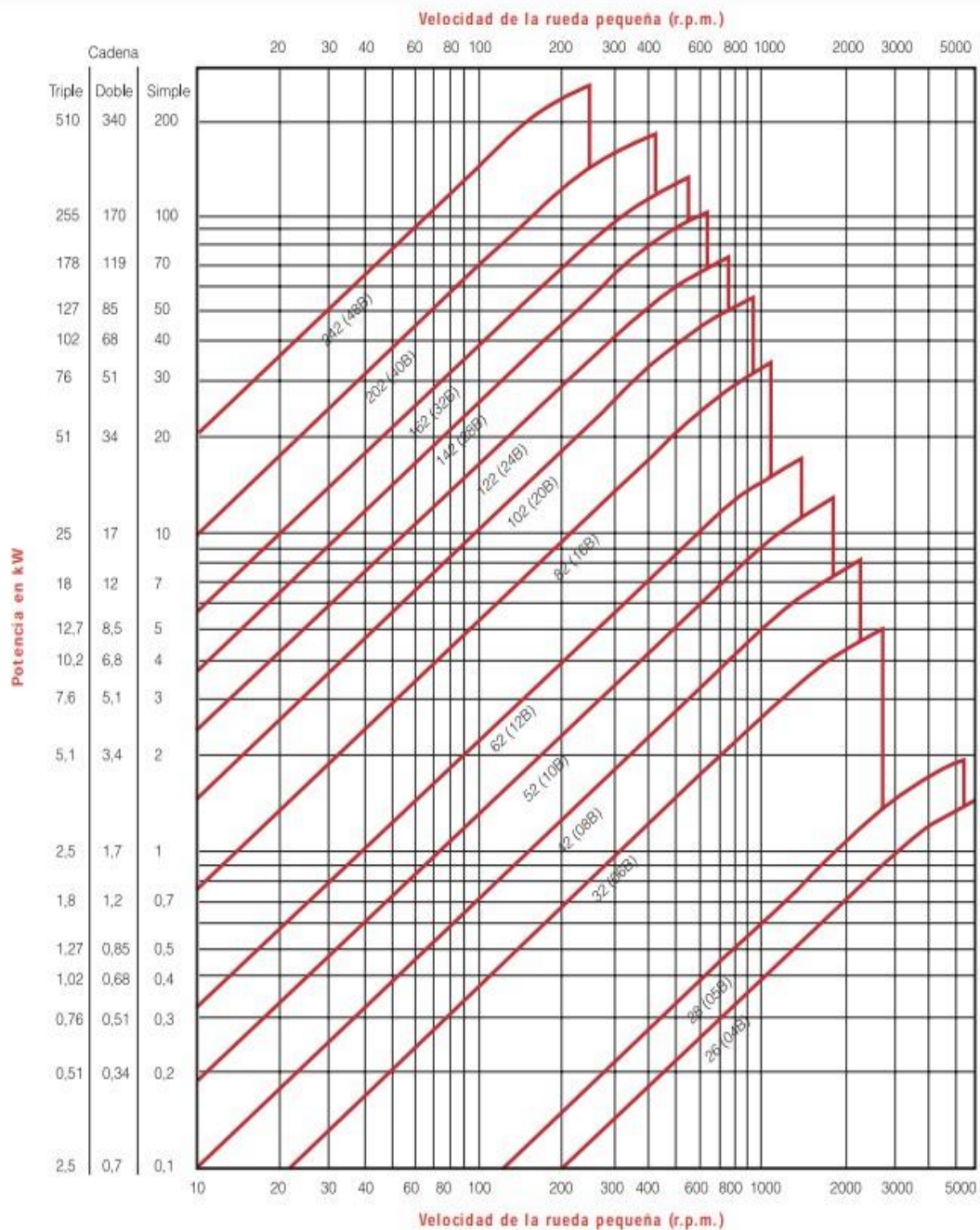
$$Cf_3 = 1 \text{ (Relación 1:1)}$$

$$W_c = 0,71 \times 1 \times 1,1 \times 1$$

$$W_c = 0,825 HP$$

$$W_c = 0,62 kW$$

Para la selección de la cadena se usará el método descrito en el catálogo de JORESA, como se describe en la siguiente gráfica:



Velocidad lineal de la cadena

Los coeficientes f_1 , f_2 y f_3 se encuentran en el catálogo de diseño de la empresa JORESA

Según la gráfica se debe seleccionar una cadena 26(04-B1), para transmitir potencias menores a 2 kW

26 **04B-1** - 6,00 2,80 4,00 1,85 7,40 10,30 0,07 330 167 0,12

Esta selección tiene un paso de 6mm

Por lo tanto:

$$V = \frac{PZ_1 n_1}{1000}$$

$$V = \frac{6,00 \times 17 \times 0.75}{1000}$$

$$V = 0,076 \text{ m/min}$$

Dónde:

V = velocidad lineal de la cadena (m/min)

p = paso (mm)

n_1 = velocidad del eje motriz motorreductor (kW)

Z_1 = número de dientes de la rueda conductora (u)

Tensión ramal del conductor

$$T = \frac{6120 \times H_{diseño}}{V}$$

$$T = \frac{6120 \times 0.75}{0,076}$$

$$T = 60,39 \text{ Kg}$$

Dónde:

T = tensión de la cadena (kg)

Coefficiente de seguridad

$$K = \frac{\text{carga de la rotura teórica de la cadena}}{\text{carga de rotura calculada de la cadena}}$$

$$K = 1$$

Dónde:

K = coeficiente de seguridad

Longitud de la cadena

$$L = 2C + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{(Z_1 - Z_2)^2}{4\pi^2 C}$$

$$L = 2(180) + \frac{17 + 17}{2} + \frac{(17 - 17)^2}{4\pi^2(180)}$$

$$L = 377\text{mm}$$

Dónde:

L = longitud de la cadena (mm)

z^1 = número de dientes del engranaje conductor

z^2 = número de dientes del engranaje conducido

Diseño de ejes para el sistema

Para diseñar los ejes se debe obtener el peso al que van a ser sometidos.

Masa total aproximada= 7,70 [kg]

$$W = \frac{P}{L}$$

$$W = \frac{7,70 \times 9.8}{0,0360}$$

$$W = 2096.11 \text{ N/m}$$

Momento torsor

$$M_t = \frac{0,75 \times 76}{0,75}$$

$$M_t = N.m$$

Dónde:

M_t = momento torsor (kgfm)

Momentos cortantes y flectores

$$\sum F_z = 0$$

$$(T_{B1S} \times d) - (T_{B2S}) - (B_s \times d) - \left(\frac{F}{2} \times d\right) = 0$$

$$B_s = 86,30 \text{ kgf}$$

$$MT = \sqrt{86,30^2 + 126,15^2}$$

$$MT = 153,01 \text{ Nm}$$

Dónde:

MT = momento total (Nm)

$M_{z,y}$ = momento del eje Z & Y respectivamente (Nm)

Diámetro del eje:

$$d = \left[\frac{32}{\pi \times S_y} \times \left(M^2 + \frac{3Tem^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d = \left[\frac{32}{\pi \times (235 \times 10^6)} \times \left(153.01^2 + \frac{3 \times 725.84^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 30.38\text{mm}$$

Dónde:

d = diámetro del eje propuesto (mm)

M = momento total (Nm)

Tem = torque en el eje (Nm)

Diseño y selección de chumacera

Según el catálogo SKF:

$$P_o = 0,6 \times F_r + 0,5 \times F_a$$

$$F_r = \sqrt{153,01^2 + 70,91^2}$$

$$F_r = 168,64 \text{ N}$$

$$P_o = 0,6 \times 168,64 + 0,5 \times 0$$

$$P_o = 101.18$$

Dónde:

P_o = carga estática equivalente (N)

X_o = factor radial (datos tomados del catálogo de SKF)

Y_o = factor axial (datos tomados del catálogo de SKF)

F_r = carga radial real (N)

F_a = carga axial real (N)

Capacidad de carga estática necesaria

$$C_o = S_o + P_o$$

$$C_o = 1,3 + 101,18$$

$$C_o = 102,48$$

Dónde:

C_o = capacidad de carga estática (N)

S_o = factor de seguridad estático

Designación: UCP206

Soporte: SY506

Rendimiento: YET206

Dimensión del elemento de sujeción

$$d_{perno} = \sqrt{\frac{n \times F}{N \times S_{y_{perno}} \times \frac{\pi}{4}}}$$

$$d_{perno} = \sqrt{\frac{0,9 \times 182.06}{20 \times 700 \times \frac{\pi}{4}}}$$

$$d_{perno} = 41mm$$

Dónde:

d_{perno} = diámetro del perno (mm)

n = factor de seguridad

N = número de pernos (u)

$S_{y_{perno}}$ = resistencia a la fluencia del perno

Fuerza ejercida en el tornillo:

Corresponde a la resistencia que ofrece cada tubo a rolarse

$$F = 14kN = 3147,32lb$$

Diámetro del tornillo seleccionado:

De la tabla de rosca standard

$$N = \frac{24hilos}{in}$$

Paso del tornillo para la matriz de avance:

$$p = \frac{1}{n}$$

$$p = \frac{1}{24} = 0,041in$$

Diámetro de la matriz de tornillo:

$$d_r = 0,89in$$

Diámetro medio del tornillo:

$$d_m = d - \frac{0,6495}{N}$$
$$d_m = 1in - \frac{0,6495}{12}$$

$$d_m = 0,94 in$$

Altura de la rosca

Las roscas standard tienen un ángulo de 30° de inclinación:

$$b = 2 \times h \times \tan(30^\circ)$$

$$b = 2 \times 0,055 \times \tan(30^\circ)$$

$$b = 0,063$$

Área de esfuerzo a tensión

$$Ar = 0,6057in^2$$

Número de hileras en contacto con el roscado de avance

$$n = 8$$

Avance del tornillo

$$L = n \times p$$

$$L = 8 \times 0,02941 = 0,23528in \approx 5,97mm$$

Ángulo de avance

$$\lambda = \arctan \left[\frac{L}{\pi \times d_m} \right]$$

$$\lambda = \arctan \left[\frac{0,23528}{\pi \times 0,94} \right] = 0,25^\circ$$

Coefficiente de roce

$$\mu = 0,21$$

Esfuerzo de flexión de rosca

$$\sigma_x' = \frac{3 \times F \times h}{\pi \times d_m \times n \times b^2}$$

$$\sigma_x' = \frac{3 \times 3147,32lb \times 0,055in}{\pi \times 0,94 \times 8 \times 0,063^2} = 5,538ksi$$



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



ANEXO C

Proceso de construcción

Corte de Acero ST37 tubo cuadrado estructural para armar la estructura base.



1

Medición y obtención de cortes donde sostendrá chumaceras y ejes.



2

Armado de la base estructural de la roladora.



3

Base del motor y reductor.



4

Colocación de chumaceras y ejes, junto al piñón de transmisión.



5

Colocación del motorreductor en la base.



6

Soldadura del mecanismo de ajuste, y montaje de rodamientos.



7

Corte de base de protección de las tres matrices de rodamiento.



8

Soldadura de la protección de matrices.



9

Colocación de la base protectora de matrices y cadena de transmisión.

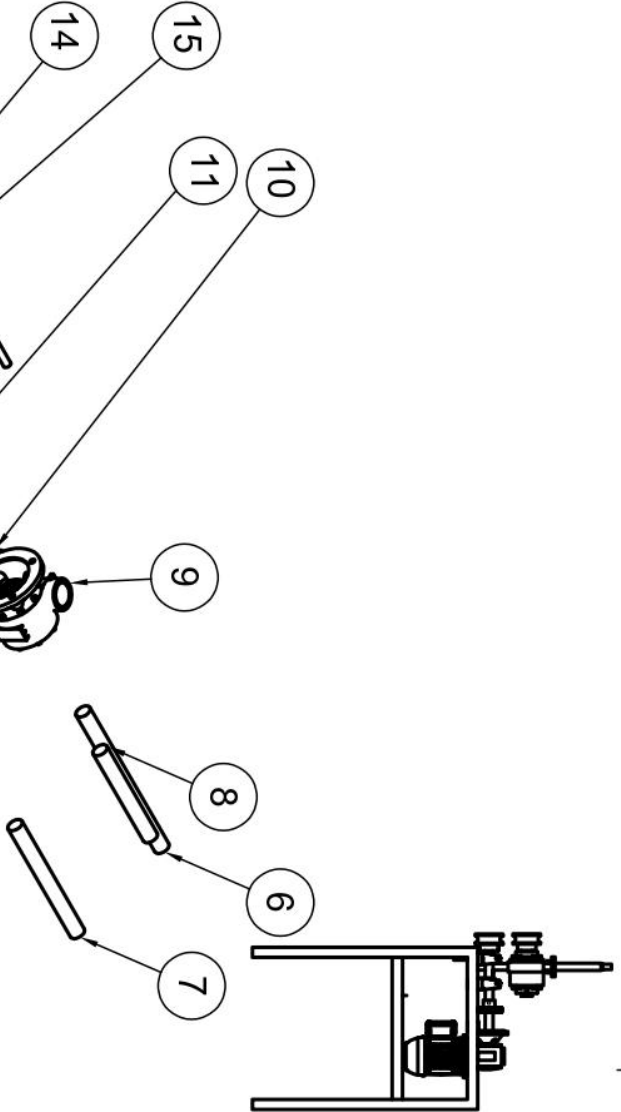


10

Fondeado estético, y correcto funcionamiento de la roladora.



11



Lista de piezas

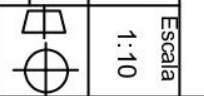
elemento	ctid	nombre de pieza	material
1	1	Soporte	Acero ST37
2	1	Bajada ajustable	Acero ST37
3	1	Chumacera P206	Acero inoxidable
4	1	Chumacera F206	Acero inoxidable
5	1	Fijador de bajada ajustable	Acero ST37
6	1	Eje principal	Acero 705
7	1	Eje secundario	Acero 705
8	1	Eje final	Acero 705
9	1	Reductor	Aluminio
10	1	Motor	Hierro fundido
11	1	Tornillo ajustable	Acero 705
12	1	Engranajes	Acero al carbono
13	1	Cadena	Acero aleado
14	1	Rodillos	Acero 1045
15	1	Barra de fuerza	Acero ST37

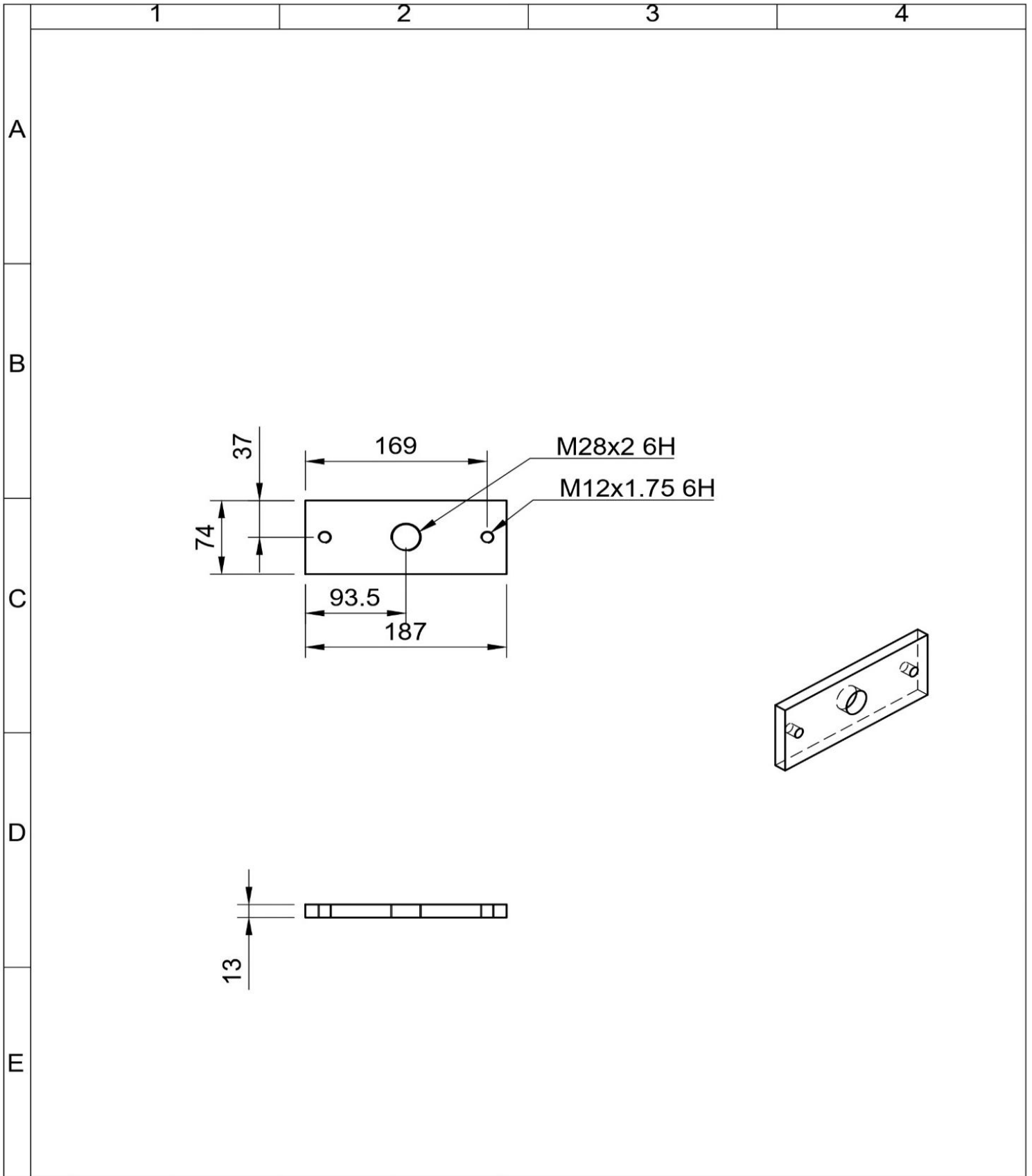
Tolerancia	(Peso)
±0.1	167kg


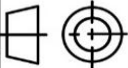
Materiales	Acero, aluminio, hierro.
------------	--------------------------

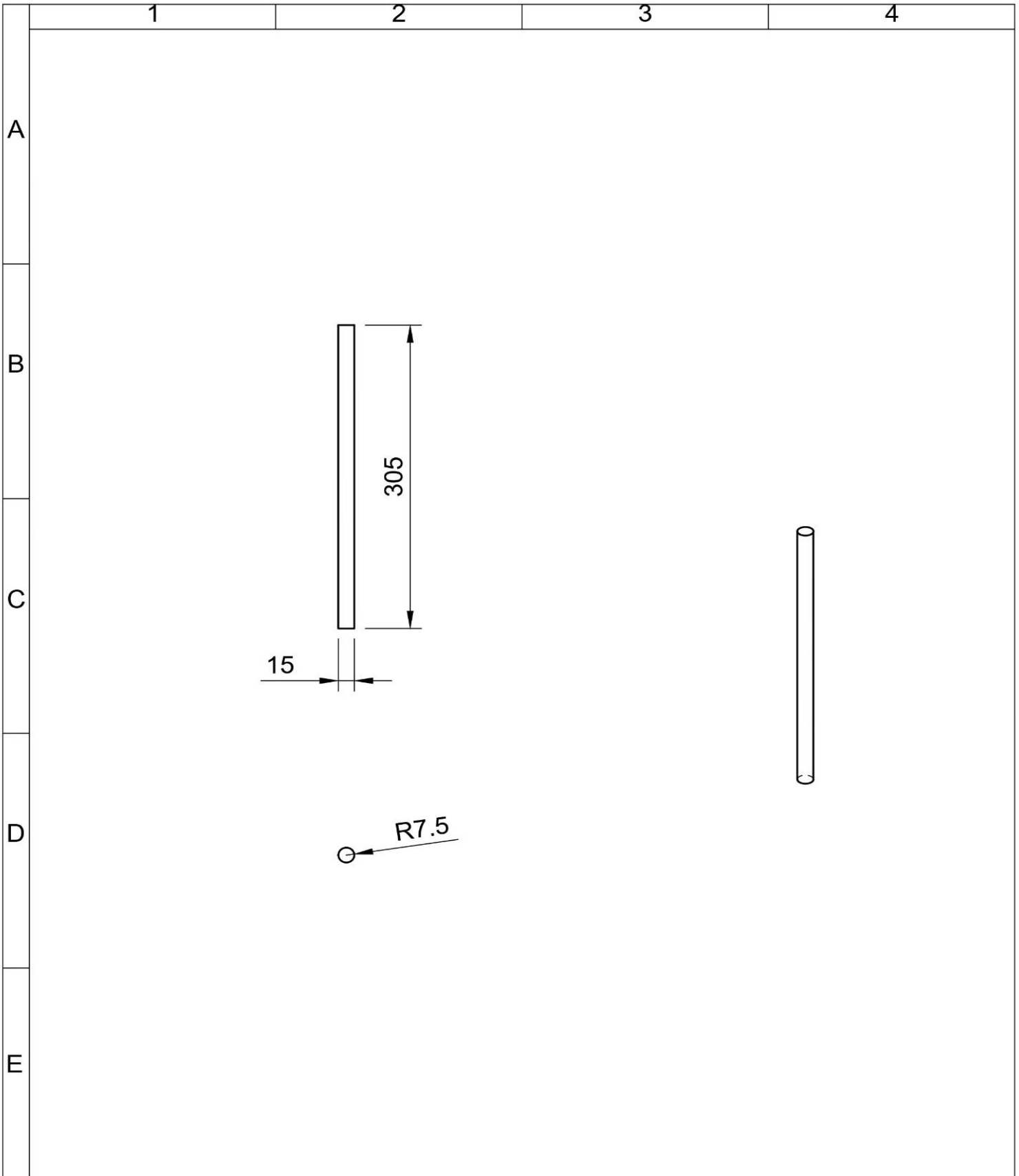
Denominación		Roladora de tubos de 1"		Escala	
Número de dibujo		11		1:10	
(Sustitución)					

Nombre		Alex A.	
Dib.			
Rev.			
Apro			
UTC		Ingeniería Electromecánica	
Edi-Modificación		Fecha	
Nombre			

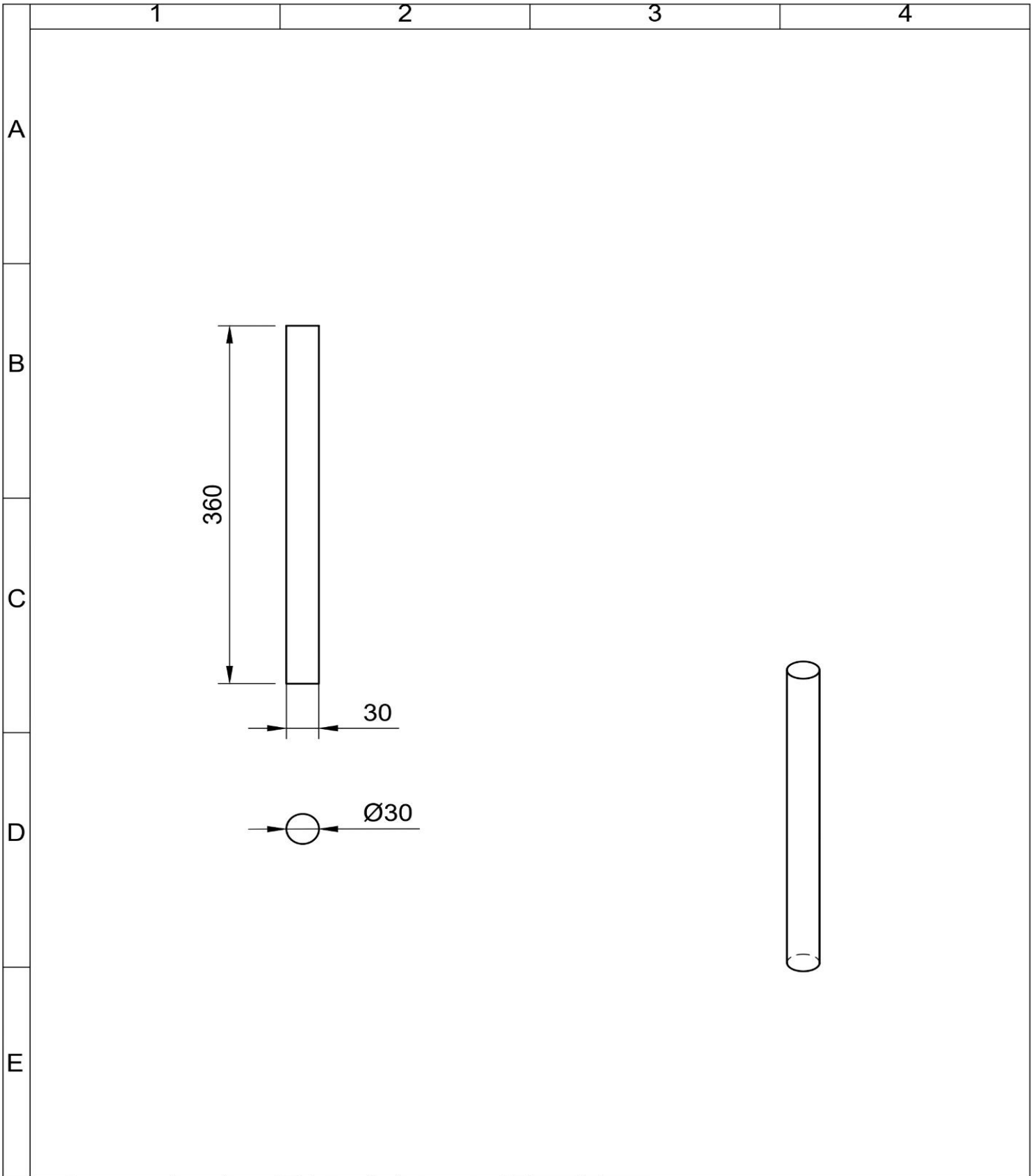



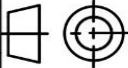


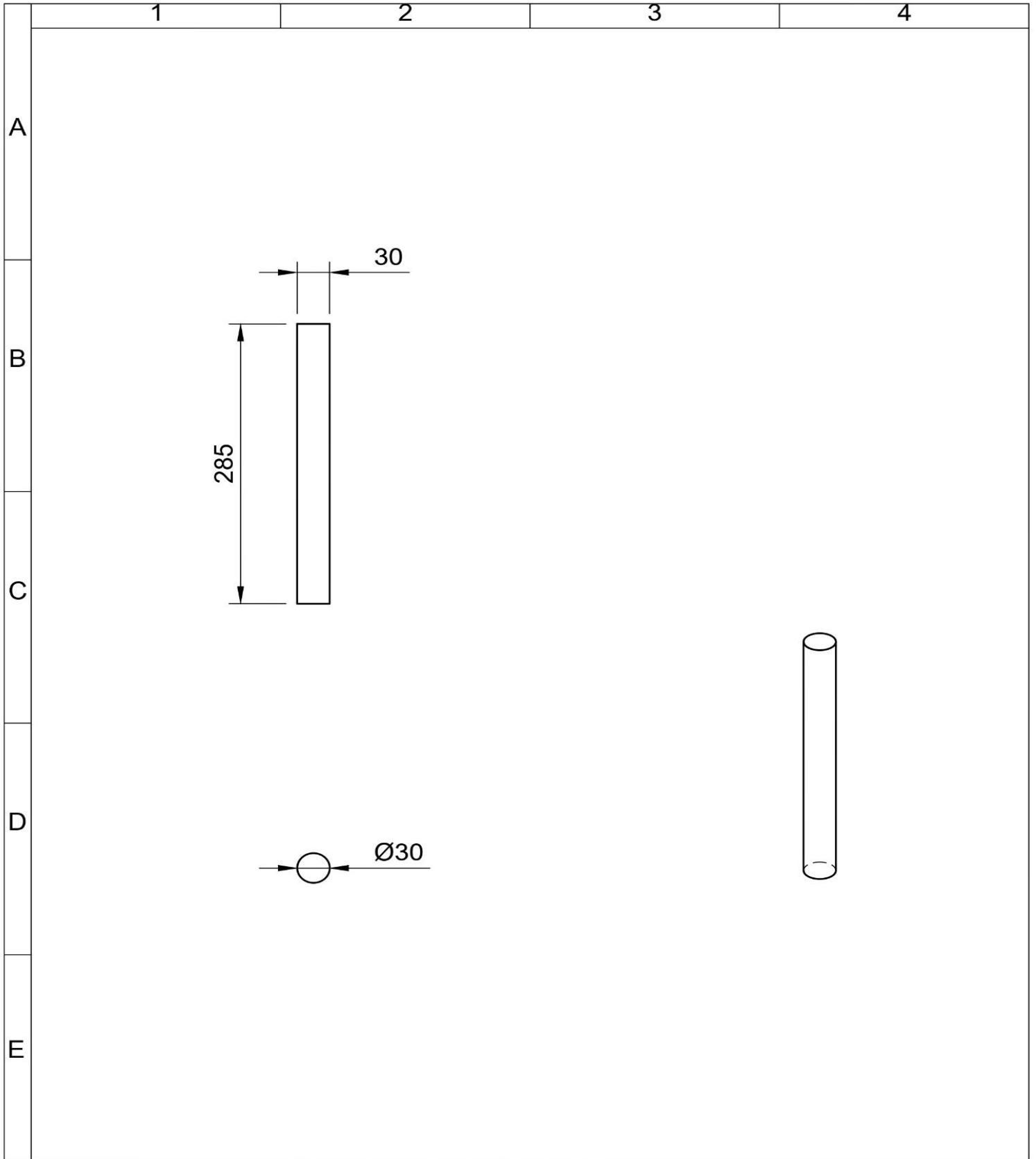
				Tolerancia	(Peso)	Materiales	
						Acero ST37	
				Fecha	Nombre	Denominacion	Escala:
				Dib.	24/01/2025	Alex A. y Kevin M.	1:5
				Rev.	27/06/2025	Mg. Luis Navarrete	
				Apro.	27/06/2025	Mg. Luis Navarrete	
						Número del dibujo	
Edi- cion	Moficacion	Fecha	Nombre	 Ingeniería Electromecánica		1	


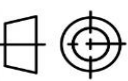


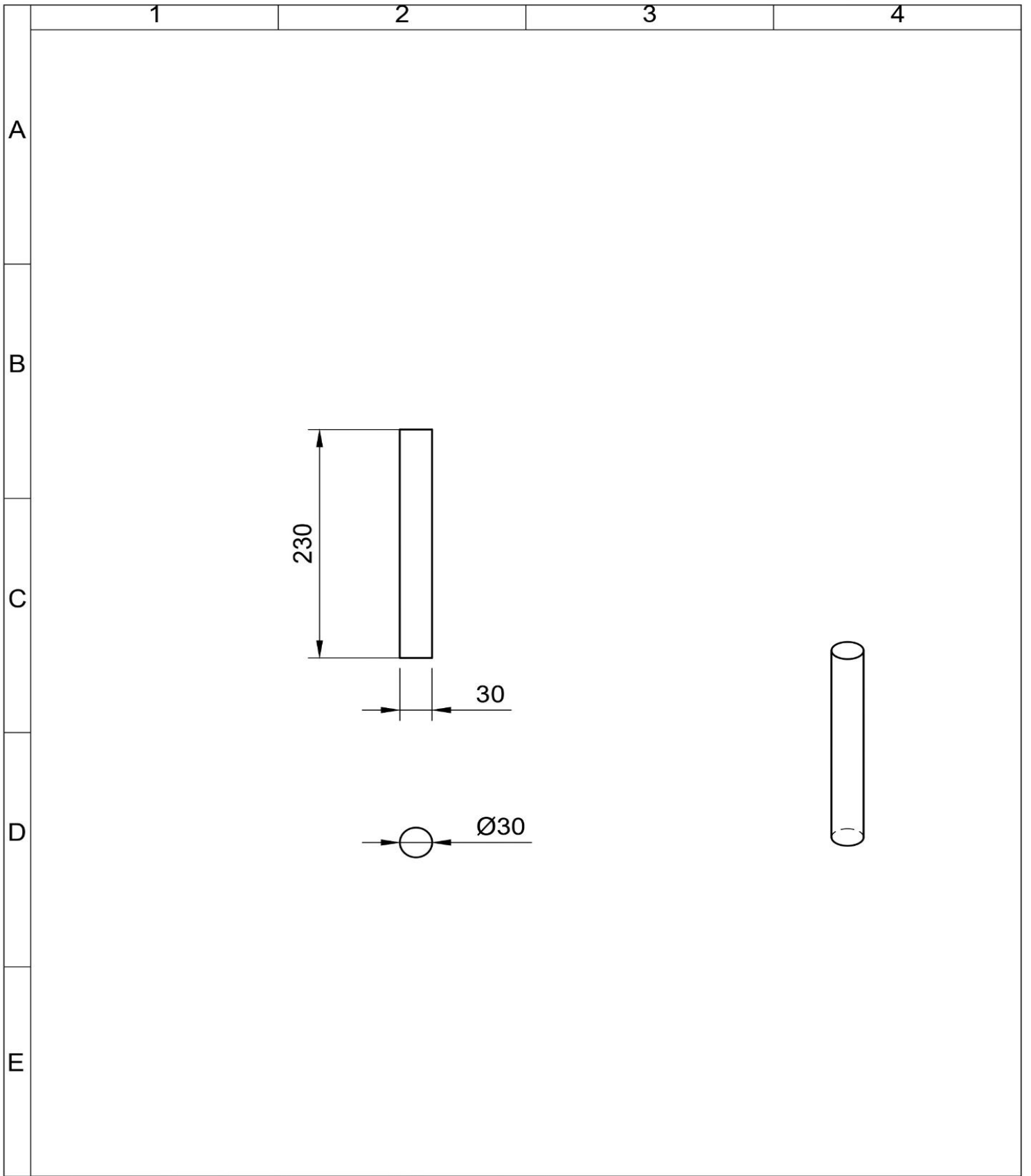
				Tolerancia	(Peso)	Materiales		
						Acero ST37		
						Denominación		Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	Barra de fuerza	1:5
				Rev.	27/06/2025	Mg. Luis Navarrete		
				Apro.	27/06/2025	Mg. Luis Navarrete		
						Número del dibujo		
Edi- cion	Moficacion	Fecha	Nombre			2		






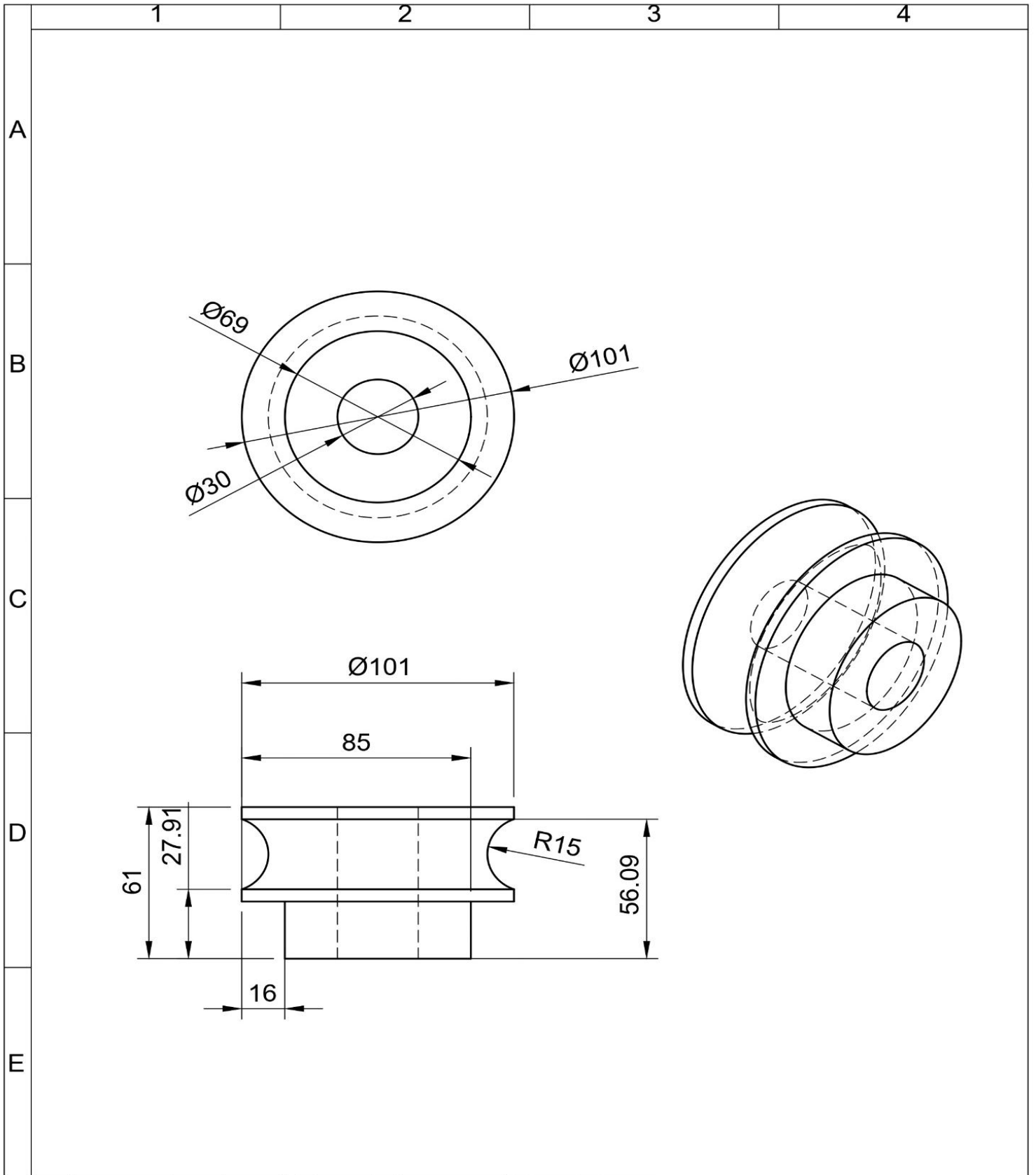
				Tolerancia	(Peso)	Materiales	
						Acero 705	
						Denominacion	Escala:
				Dib.	24/01/2025	Alex A. y Kevin M.	1:5
				Rev.	27/06/2025	Mg. Luis Navarrete	
				Apro.	27/06/2025	Mg. Luis Navarrete	
						Número del dibujo	
Edi- cion	Moficacion	Fecha	Nombre	 Ingeniería Electromecánica		3	


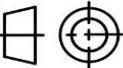


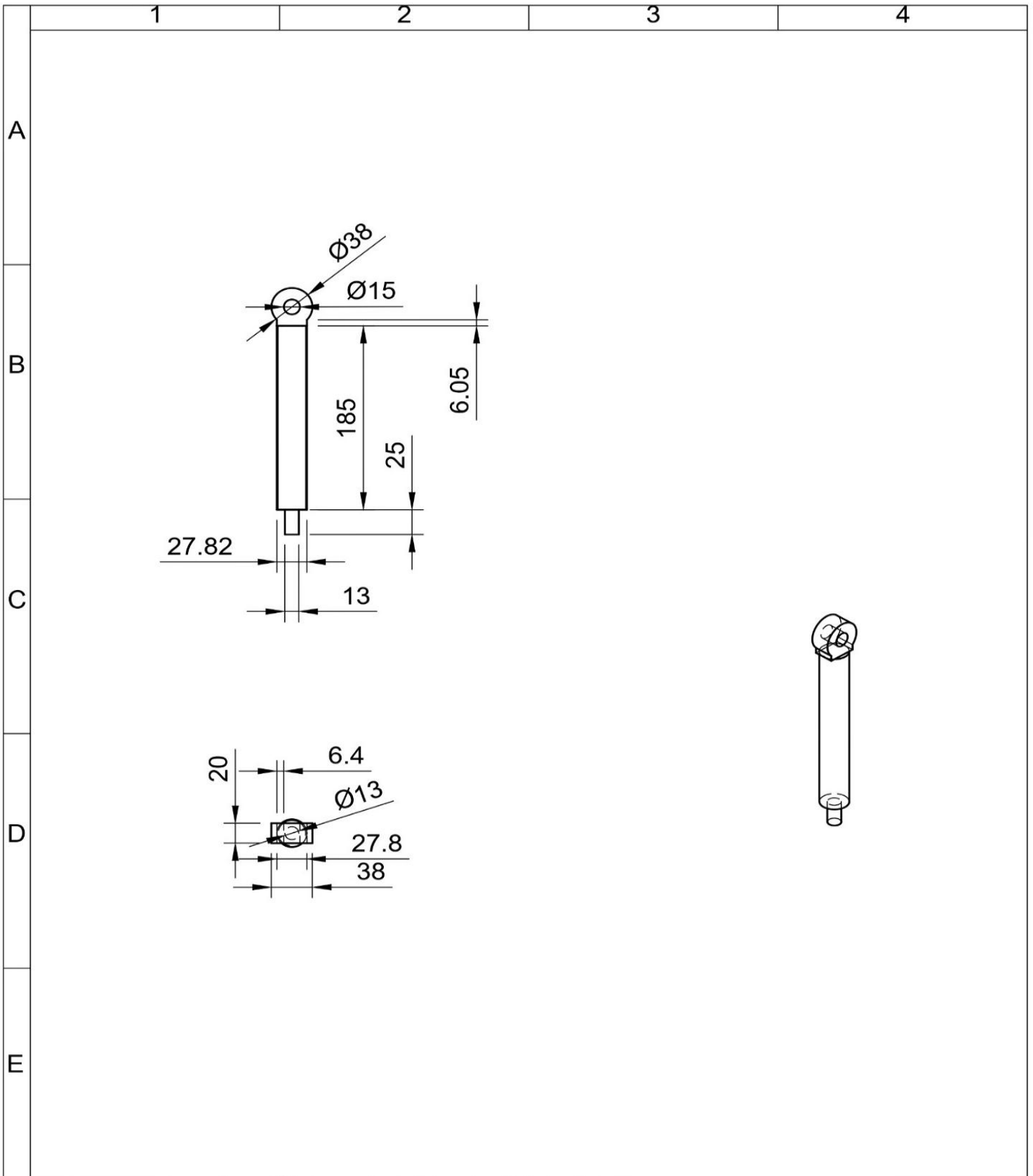
				Tolerancia	(Peso)	Materiales	
						Acero 705	
						Denominacion	
						Eje secundario	
						Escala:	
						1:5	
						Número del dibujo	
						4	
Edi- cion	Moficacion	Fecha	Nombre	 Ingeniería Electromecánica			



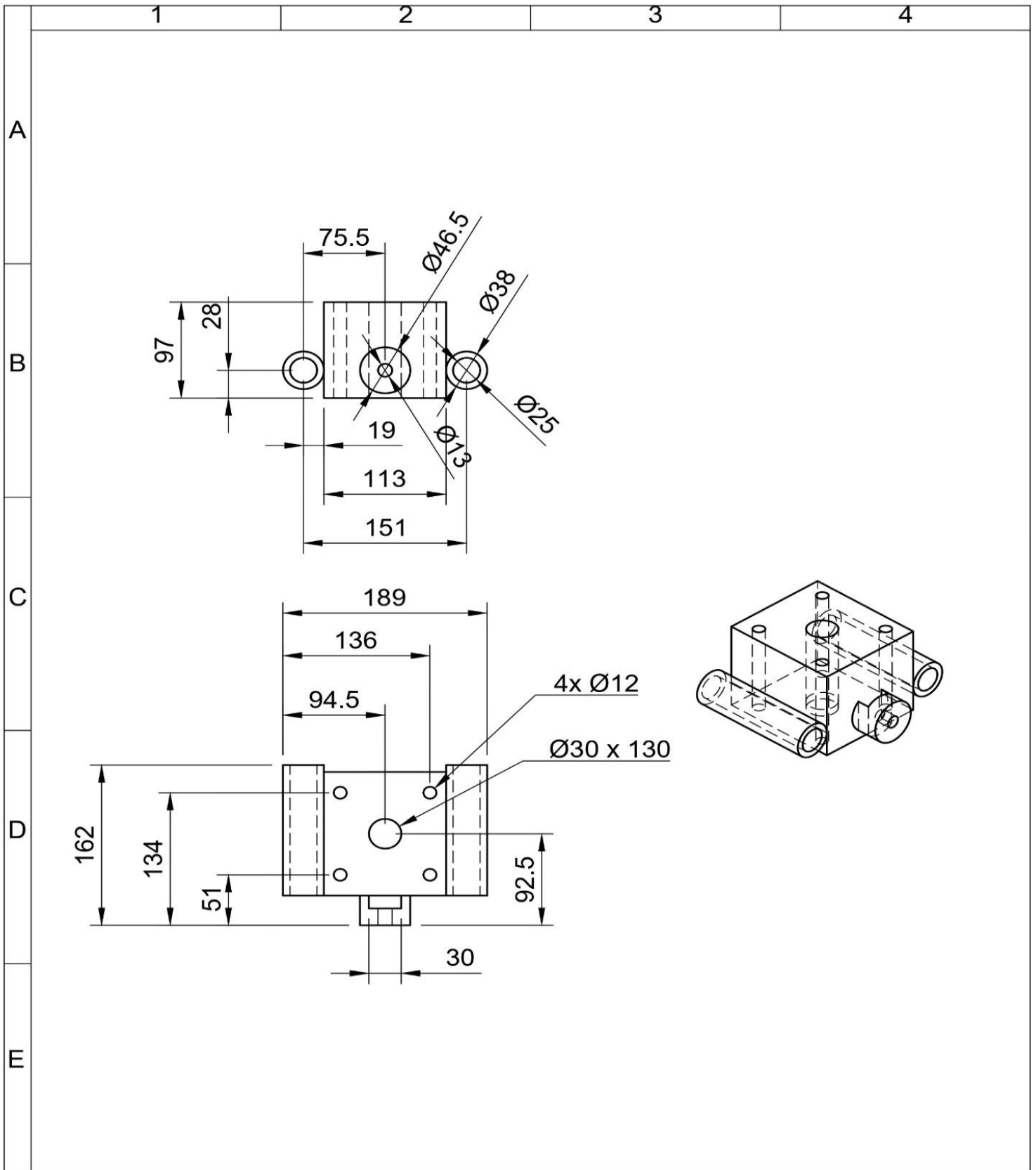
				Tolerancia	(Peso)	Materiales	
						Acero 705	
						Denominacion	Escala:
				Fecha	Nombre	Eje final	1:5
				Dib.	24/01/2025	Alex A. y Kevin M.	
				Rev.	27/06/2025	Mg. Luis Navarrete	
				Apro.	27/06/2025	Mg. Luis Navarrete	
						Número del dibujo	
Edi- cion	Moficacion	Fecha	Nombre	 Ingeniería Electromecánica		5	 


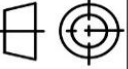


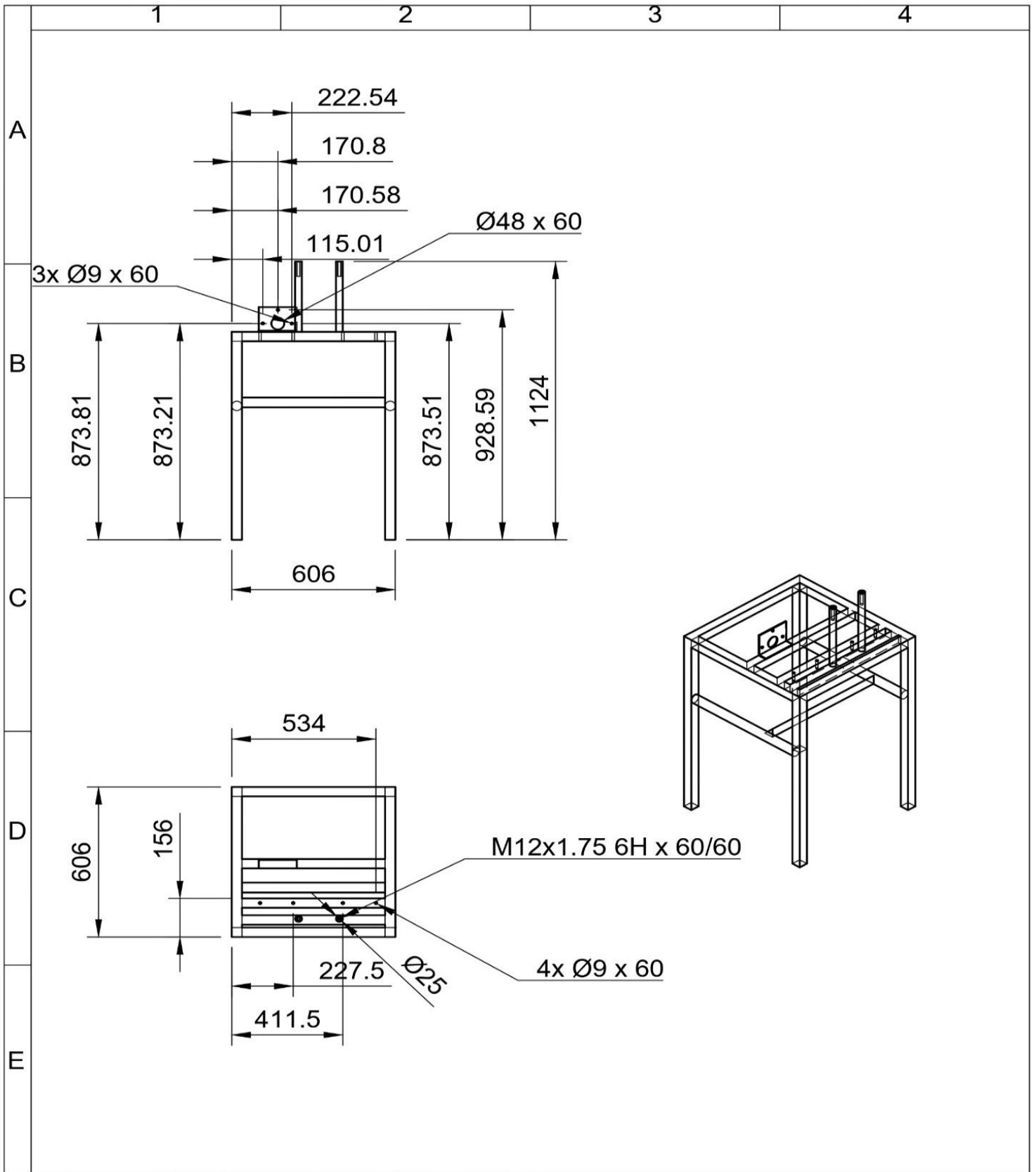
				Tolerancia	(Peso)	Materiales		
						Acero 1045		
				Fecha	Nombre	Denominación		Escala: 1:5
				Dib.	24/01/2025	Alex A. y Kevin M.	Rodamiento	
				Rev.	27/06/2025	Mg. Luis Navarrete		
				Apro.	27/06/2025	Mg. Luis Navarrete	Número del dibujo	
Edi- cion	Moficacion	Fecha	Nombre	 Ingeniería Electromecánica		6		


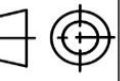


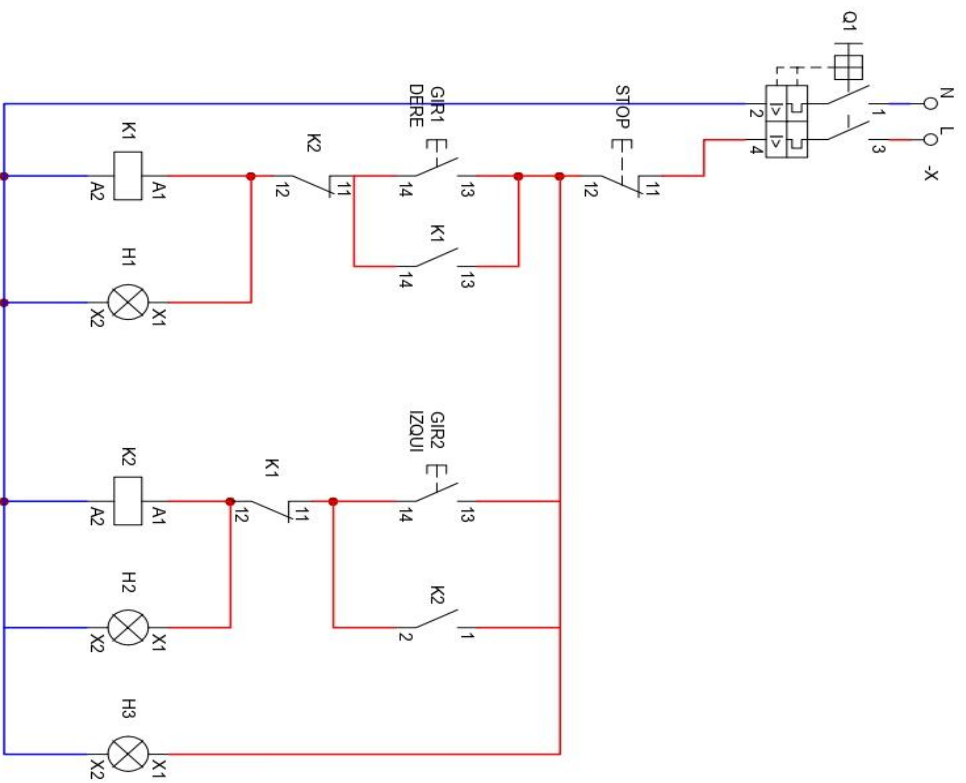
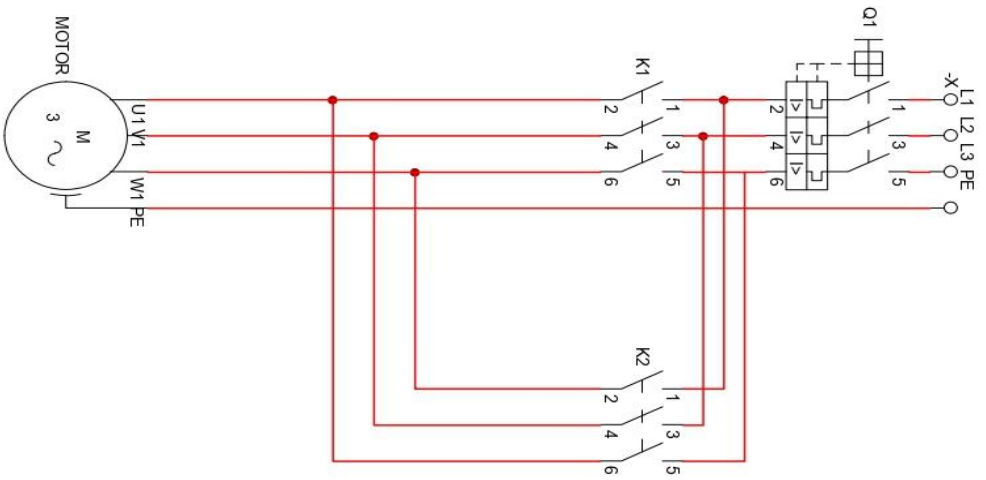
				Tolerancia	(Peso)	Materiales	
						Acero 705	
						Denominacion	Escala:
				Dib.	24/01/2025	Alex A. y Kevin M.	Rosca de fuerza
				Rev.	27/06/2025	Mg. Luis Navarrete	
				Apro.	27/06/2025	Mg. Luis Navarrete	
						Número del dibujo	
Edi- cion	Moficacion	Fecha	Nombre			8	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales	
						Acero ST37	
				Fecha	Nombre	Denominacion	Escala:
				Dib. 24/01/2025	Alex A. y Kevin M.	Bajada	1:5
				Rev. 27/06/2025	Mg. Luis Navarrete		
				Apro. 27/06/2025	Mg. Luis Navarrete		
				 Ingeniería Electromecánica		Número del dibujo	
Edi- cion	Moficacion	Fecha	Nombre			9	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales	
						Acero ST37	
				Fecha	Nombre	Denominacion	Escala:
				Dib.	24/01/2025	Alex A. y Kevin M.	1:5
				Rev.	27/06/2025	Mg. Luis Navarrete	
				Apro.	27/06/2025	Mg. Luis Navarrete	
						Número del dibujo	
Edi- cion	Moficacion	Fecha	Nombre	 Ingeniería Electromecánica		10	



A		B		C		D		E		F		G		H	
5		4		3		2		1		5		4		3	
Comprobado		Nombre		Firmas		Entidad		Título		Fecha		Num:		1 de 1	
Dibujado		Kevin Muela				UTC		CONEXIÓN MOTOR TRIFÁSICO		22-Jan-2025		MOTOR TRIFÁSICO1.cad			
A		B		C		D		E		F		G		H	
5		4		3		2		1		5		4		3	

Seguridad.

Los símbolos presentados en esta sección sirven para señalar posibles peligros. Siempre que encuentre uno de estos símbolos en este manual o en la máquina, tenga en cuenta que existe el riesgo de lesiones personales. Por ello, es fundamental seguir las instrucciones adecuadamente para evitar accidentes y prevenir daños en los equipos.

¡AVISO IMPORTANTE!



Lea atentamente todas las instrucciones de este manual antes de operar la máquina. Es fundamental cumplir con las medidas de seguridad y seguir las indicaciones para evitar accidentes o lesiones.

Seguridad personal

Manténgase alerta y preste atención a su entorno mientras utiliza la máquina. No la opere si se encuentra cansado, distraído o bajo los efectos de alcohol, drogas o medicamentos, ya que un descuido podría provocar una lesión grave.

Utilice siempre el equipo de protección adecuado, como gafas de seguridad, guantes, calzado resistente y protección auditiva. Estas medidas reducen el riesgo de accidentes y garantizan una operación más segura.

Vístase de manera adecuada para la tarea. Evite el uso de ropa holgada o joyería que pueda quedar atrapada en las partes de transmisión de la máquina. Si trabaja en exteriores, se recomienda el uso de guantes y calzado adecuado.

Asegúrese de retirar cualquier objeto antes de encender el equipo. Herramientas u otros elementos pueden quedar atrapados en los mecanismos y generar situaciones peligrosas.

Riesgos

Los riesgos que se pueden presentar al utilizar la máquina son: eléctrico y mecánico.

Riesgo eléctrico

El sistema opera con un voltaje de 220 VCA trifásico, lo que implica un riesgo eléctrico si no se toman las debidas precauciones. El contacto con el cableado o los componentes dentro del tablero podría provocar una descarga eléctrica con consecuencias graves. Para reducir este riesgo, siga estas recomendaciones:



- 1.- Utilizar guantes y botas aislante para evitar posibles descargas eléctricas.
- 2.- Mantener cerrada la caja eléctrica en todo momento para prevenir el acceso involuntario a los componentes internos.
- 3.- Desactivar el breaker o desenchufar la máquina antes de realizar cualquier mantenimiento o ajuste en el sistema eléctrico.

Riesgo mecánico

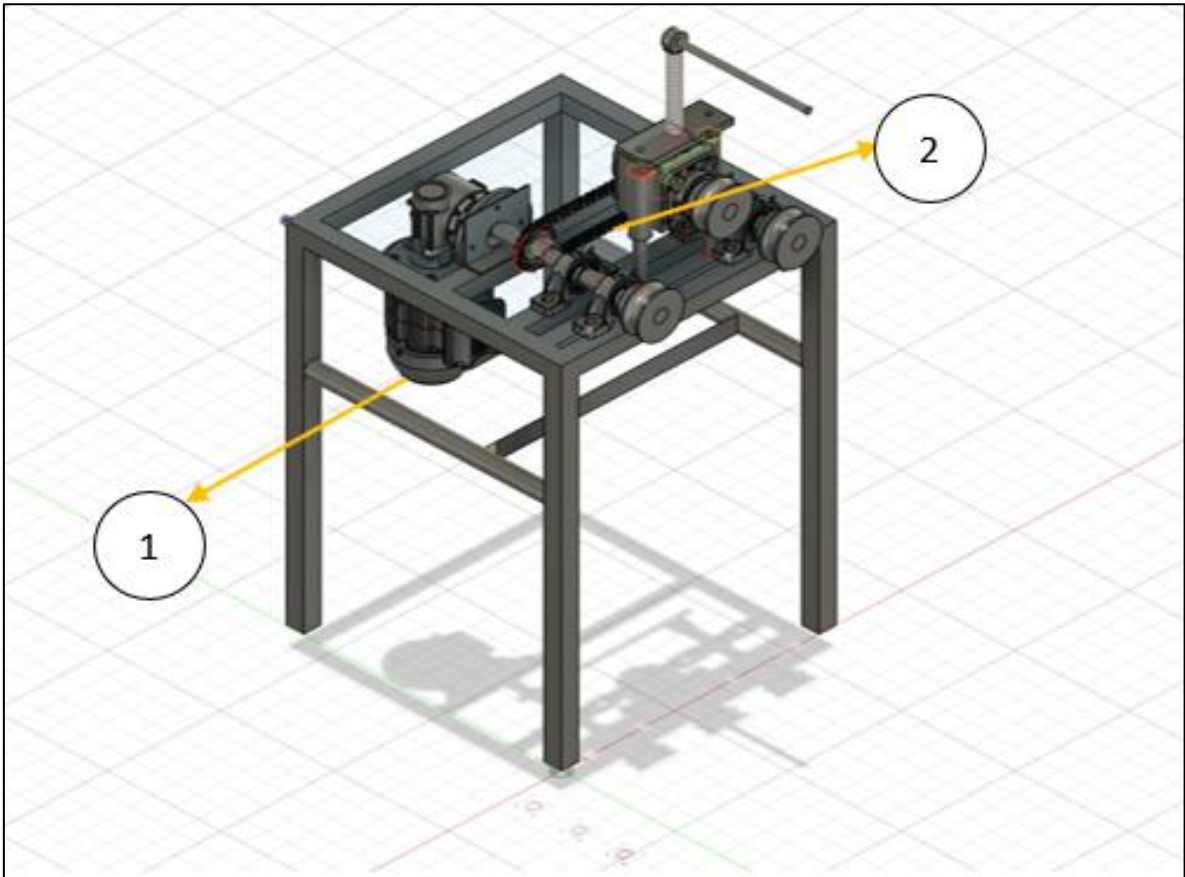
El sistema de transmisión de la rolado, está en constante movimiento durante la operación. El contacto con estos elementos puede provocar atrapamientos, aplastamientos o enganches, representando un riesgo significativo para el operador. Para evitar accidentes, siga estas medidas de seguridad:

- 1.- Mantener una distancia adecuada mientras la máquina está en funcionamiento.
- 2.- Evitar el uso de manillas, pulsera o ropa suelta que pueda quedar atrapada en los componentes en movimiento.
- 3.- No tocar con las manos el sistema de transmisión mientras la máquina este operando.

¿COMO ESTA COMPUESTA LA MÁQUINA?

1.- Sistema eléctrico	2.- Sistema mecánico
	

COMPONENTES PRINCIPALES



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A continuación, se muestra a bajo la ficha técnica de la máquina Roladora de tubo redondo de 1 pulgada.

FICHA TÉCNICA				
Realizado por:	Alvarez Alex Muela Kevin	Fecha:	17/02/2025	
Máquina-equipó	Máquina Roladora de tubo de 1 pulgada	Ubicación	Taller automotriz Multiauto	
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA BASE				
Altura	Ancho	Peso	Color Principal	Color Secundario
840mm	606mm	150 kg	Azul	Naranja
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		Foto de la máquina-equipó		
MARCA: WEG MODELO: Abierto POTENCIA 0.75HP/FUENTE DE ENERGÍA 220 VCA/ FRECUENCIA 60HZ/ RPM 1700				
Función Realizar rolados de cualquier medida que el operador requiera a tubos de 1 pulgada, específicamente tubo acero a36 con 1.5mm límite de espesor.				

MANUAL DE MANTENIMIENTO

A continuación, se detalla el mantenimiento que debe realizarse para la conservación y el buen funcionamiento de la máquina roladora de tubo.

Plan de mantenimiento de la Máquina Roladora de Tubo						
Parte	Actividad	Insumo	Cantidad	Tiempo	Frecuencia	Observaciones
Estructura	Limpieza general	Guaípe, franela	1/2 libra	10 min	Diario	Limpiar antes de uso.
Tornillo de ajuste	Aceitar la zona de hilos	Aceite sintético	1 botella de 90ml	5min	Semanal	Colocar en la zona de roscado
Transmisión Piñones y cadena	Engrasado	Grasa para engranaje	1 frasco de 30ml	10min	Semanal	Colocar en la zona de transmisión
Ejes	Aceitar los ejes	Aceite sintético	1 botella de 90ml	10min	Semanal	Lubricación en los ejes de transmisión
Chumaceras	Colar en cada chumacera el grasero para su lubricación	Grasa LGT2 Grasero	1 frasco de 120g	30min	Semanal	Destapar las tapas necesarias para la lubricación
Tablero de control eléctrico	Revisar en caso de que no encienda la máquina	Llave de pico	1 u	60 min	Emergencia	Revisar la conexión correcta en base a los planos, o posibles daños de los componentes.