

**DISEÑO ERGONÓMICO Y ELABORACIÓN DE PROTOTIPO DIGITAL DE UNA
MÁQUINA ENROLLADORA DE NEUMÁTICO PARA LA FÁBRICA “BALONES
RECORD” DEL MUNICIPIO DE MONGUÍ.**

EVELYN JOHANA AYALA BOTIA

LINA MARÍA PAIPA SÁENZ

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

DUITAMA

2020

**DISEÑO ERGONÓMICO Y ELABORACIÓN DE PROTOTIPO DIGITAL DE UNA
MÁQUINA ENROLLADORA DE NEUMÁTICO PARA LA FÁBRICA “BALONES
RECORD” DEL MUNICIPIO DE MONGUÍ.**

EVELYN JOHANA AYALA BOTIA

LINA MARÍA PAIPA SÁENZ

**Trabajo de grado sometido al programa de ingeniería industrial como parte
de los requisitos para la obtención del Título de Ingeniero Industrial.**

Línea de investigación: **Ciencias Humanas**

Director: **Ing.Esp. Fredy Guillermo García Corredor**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DUITAMA**

OCTUBRE – 2020

Nota de aceptación

Este trabajo ha sido revisado y analizado encontrándose que reúne los requisitos de elaboración y presentación exigidos por la Universidad Antonio Nariño por la cual notificamos su aprobación.

Ing. Esp. Fredy Guillermo García Corredor
(director)

Ing. Sidhar Francisco Contreras Balaguera
(Jurado 1)

Ing. Jaime Trujillo Manrique
(Jurado 2)

Duitama, octubre de 2020

DEDICATORIA

*A Dios y a la virgen de Monguí quien siempre han guiado mis pasos
A mis padres Eleazar Antonio Paipa Morantes y Aura María
Sáenz Quiroz por todo su amor, esfuerzo, dedicación y apoyo
incondicional.*

*A mis hermanos Wilson Arley y Fredy Andrés, por
acompañarme de manera incondicional durante este proceso
de aprendizaje y por ser un gran ejemplo para mí de tenacidad
y dedicación.*

*A mi novio, compañero, amigo y cómplice Wilson
Marcelo Vivas Molano. Quien ha sido y seguirá siendo
mi soporte y apoyo incondicional en cada uno de los
momentos difíciles.*

Lina María Paipa Sáenz

*Este trabajo lo dedico principalmente a Dios,
por darme sabiduría y permitirme llegar hasta
este momento tan significativo de mi formación como profesional.*

*A mis dos mamás Ana Adelina Botia y Soledad Botia por
brindarme siempre su cariño, confianza y apoyo incondicional
para alcanzar mis metas sin desfallecer.*

*A mi novio Oscar Plazas Siachoque por todo su
amor y comprensión.*

*A mis tíos Julio y Segundo Botia porque siempre estuvieron
dispuestos a escucharme y colaborar me y a mi familia en general por sus consejos
y compañía.*

Evelyn Johana Ayala Botia

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan su agradecimiento a:

En primer lugar, a Dios por permitirnos culminar esta etapa de nuestras vidas.

A nuestro director de tesis ingeniero Fredy Guillermo García Corredor quien nos ha orientado aportando su conocimiento, así como su tiempo y buena disposición.

A la fábrica de Balones Record por permitirnos desarrollar este proyecto en sus instalaciones en contraprestación se obtuvieron resultados que aportaran a la mejora del proceso de enrollado de neumático y a la competitividad de la fábrica.

A nuestros familiares amigos y conocidos quienes de una u otra manera aportaron su granito de arena para el logro de esta meta.

A todos los docentes e ingenieros de la universidad que apoyaron nuestro proceso de formación profesional.

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	15
RESUMEN	16
ABSTRACT	17
INTRODUCCIÓN	18
1.JUSTIFICACIÓN	20
2.OBJETIVOS	22
2.1 OBJETIVO GENERAL	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
3.PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	23
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
4.ESTADO DEL ARTE	25
4.1 VISIÓN GLOBAL DE LA EVOLUCIÓN DE LOS BALONES DE FÚTBOL.	25
4.2 VISIÓN REGIONAL	26
5.MARCO DE REFERENCIA	28
5.1 MARCO TEÓRICO	28
5.1.1 Análisis de métodos	28
5.1.2 Ergonomía de trabajo	29
5.1.3 Riesgos ergonómicos	29
5.1.4 Lesiones frecuentes derivadas de riesgos ergonómicos	29
5.1.5 Herramientas de valoración ergonómica	30
5.1.6 Antropometría	31
5.1.7 Espacio y posición	31
5.2 MARCO CONCEPTUAL	33
5.3 MARCO GEOGRÁFICO	34
5.3.1 Impacto actividad económica local	35
5.3.2 Información General	36
5.4 MARCO METODOLÓGICO	37

6.DESARROLLO EXPERIMENTAL	39
6.1 DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN	39
6.1.1 Línea de productos	39
6.1.2 Descripción del proceso de fabricación	40
6.1.3 Equipos y herramientas	42
6.1.4 Materiales, Insumos y suministros	46
6.2 ANÁLISIS DE MÉTODOS	49
6.2.1 Pictograma	49
6.2.2 Diagrama de Flujo	50
6.2.3 Diagrama de flujo de proceso	51
6.3 ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN	52
6.4 ESTUDIO DE TIEMPOS	54
7.FASE 1: ANÁLISIS ERGONÓMICO ENROLLADO DE NEUMÁTICO	58
7.1 ETAPA 1. EVALUACIONES ERGONÓMICAS	58
7.2 ETAPA 2. REQUISITOS DIMENSIONES PUESTO DE TRABAJO	65
7.2.1 Perfil de carga biomecánico propuesto para el enrollado en máquina	77
8.FASE 2: PRE DISEÑO	80
8.1 INVESTIGACIÓN DE SOLUCIONES EXISTENTES	80
8.2 PARTES DE LA MÁQUINA ENROLLADORA DE NEUMÁTICO	82
8.2.1 Adaptaciones ergonómicas	90
8.3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	91
9.FASE 3: DISEÑO	93
10.FASE 4: ANÁLISIS DE MEJORAS	100
10.1 MEJORAS IMPLEMENTADAS EN EL DISEÑO DEL PROTOTIPO	100
10.2 MEJORAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO	102
11.CONCLUSIONES	107
12.RECOMENDACIONES	109
13.BIBLIOGRAFÍA	110
14.ANEXOS	114

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Herramientas de valoración ergonómica	30
Tabla 2. Datos generales municipio de Monguí.	36
Tabla 3. Línea de productos Balones Record	39
Tabla 4. Etapas del proceso de fabricación de un balón.	41
Tabla 5. Equipos y herramientas	43
Tabla 6. Materiales, Insumos y suministros.	47
Tabla 7. Demanda mensual	52
Tabla 8. Costos de materiales e insumos	52
Tabla 9. Costos Mano de Obra	53
Tabla 10. Costos indirectos de fabricación	54
Tabla 11. Resumen general de costos	54
Tabla 12. Toma de tiempos	55
Tabla 13. Resumen de resultados método ERGOPAR.	58
Tabla 14. Identificación de condiciones subestándar.	64
Tabla 15. Dimensiones antropométricas sexo masculino percentil 95	66
Tabla 16. Dimensiones antropométricas sexo femenino percentil 95	67
Tabla 17. Comparativo sillas ergonómicas	70
Tabla 18. Tipos de mandos	73
Tabla 19. Nivel de iluminación de acuerdo al tipo de trabajo	75
Tabla 20. Efectos psicológicos de los colores	76
Tabla 21. Límites máximos permisibles de exposición al ruido	76
Tabla 22. Valores aconsejables de temperatura en trabajos de oficina.	77
Tabla 23. Ahorro de energía.	83

Tabla 24. Comparativo de servo motores ahorradores de energía.	84
Tabla 25. Lista de materiales	97
Tabla 26. Mejoras a implementar basadas en las soluciones existentes	100
Tabla 27. Análisis de mejoras proyectadas en el proceso de enrollado de neumático	102
Tabla 28. Comparativo costos mano de obra proceso enrollado de neumático	105
Tabla 29. Comparativo de tiempos y costos proceso enrollado de neumático	106

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Postura proceso enrollado de neumático	21
Ilustración 2. Ubicación departamento de Boyacá- municipio de Monguí.	34
Ilustración 3. Ubicación fabrica Balones Record.	35
Ilustración 4. Resultados evaluación ergonómica método RULA.	62
Ilustración 5. Puesto de trabajo actual	63
Ilustración 6. Dimensiones antropométricas sexo masculino	66
Ilustración 7. Dimensiones antropométricas sexo femenino	67
Ilustración 8. Espacio reservado para piernas.	69
Ilustración 9. Zonas de alcance optimas del área de trabajo.	69
Ilustración 10. Dimensiones recomendadas para acceso con el pie.	72
Ilustración 11. Campo visual	73
Ilustración 12. Perfil biomecánico	79
Ilustración 13. Máquina enrolladora de neumático para balón con brazos enrolladores	80
Ilustración 14. Máquina enrolladora de neumático para balón con plato enrollador	81
Ilustración 15. Máquina enrolladora de neumático para balón con plato enrollador, cubierta y apoyabrazos.	81
Ilustración 16. Estructura mesa de trabajo máquina de coser.	82
Ilustración 17. Conjunto servo motor ahorrador de energía.	83
Ilustración 18. Poleas	85
Ilustración 19. Correa.	85
Ilustración 20. Chumacera.	86
Ilustración 21. Rodamiento.	87

Ilustración 22. Plato Enrollador	87
Ilustración 23. Tubos Enrolladores	88
Ilustración 24. Eje Conducido.	88
Ilustración 25. Ruedas de Apoyo.	89
Ilustración 26. Guardas de seguridad.	89
Ilustración 27. Apoyabrazos.	90
Ilustración 28. Apoyapiés.	90
Ilustración 29. Mecanismo de Transmisión Simple.	92
Ilustración 30. Boceto máquina enrolladora de neumático.	93
Ilustración 31. Plano isométrico máquina enrolladora de neumático.	94
Ilustración 32. Modelado en 3D máquina enrolladora de neumático.	95
Ilustración 33. Despiece máquina enrolladora de neumático.	96

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Isométrico máquina enrolladora de neumático	114
Anexo 2. Despiece máquina enrolladora de neumático	115
Anexo 3. Estructura máquina enrolladora de neumático	116
Anexo 4. Conjunto servo motor	117
Anexo 5. Mecanismo de transmisión	118
Anexo 6. Freno servo motor	119
Anexo 7. Varilla apoyapiés	120
Anexo 8. Ruedas de apoyo	121
Anexo 9. Cajón, soporte para hilo y pines de nivelación	122
Anexo 10. Guarda, soporte para pistola y unidad de control	123
Anexo 11. Tapas	124
Anexo 12. Formato lista de chequeo	125
Anexo 13. Formato hoja de vida	126
Anexo 14. Manual de usuario página 1	127
Anexo 15. Manual de usuario página 2	128

GLOSARIO

BOCETO: se utiliza para referirse a las pruebas o primeros trazos que se realizan de un proyecto o de una obra definitiva. (Salpér, 2020)

BUJE: extremo del eje sobre el que se monta el centro de rueda, que contiene los cojinetes y la fijación de esta. (Real Academia Española, 2020)

CARBONO: elemento químico de número atómico 6, masa atómica 12,01 y símbolo C; es un no metal sólido que es el componente fundamental de los compuestos orgánicos y tiene la propiedad de enlazarse con otros átomos de carbono y otras sustancias para formar un número casi infinito de compuestos. (Iplacex, 2020)

SOFTWARE INVENTOR: software CAD de diseño mecánico 3D que proporciona herramientas para modelado y simulación de productos. (AutoDesk, 2020)

MORDAZA: estos instrumentos permiten sujetar con firmeza cualquier material, garantizando operaciones precisas y de alta calidad; así como proporcionar comodidad y seguridad al usuario. (Suministro Industrial, 2020)

NTC: norma técnica colombiana.

NTP: notas técnicas de prevención.

PLATINA: es un perfil con sección transversal rectangular fabricado en acero.

SAE: sociedad de ingenieros automotores.

UCP: soporte de apoyo para rodamiento tipo puente con mecanismo de bloqueo por tornillo prisionero. (Timken)

UNC: rosca nacional unificada ISO de paso grueso. (De máquinas y herramientas, 2016)

VISCOELÁSTICA: es una espuma con memoria de poliuretano que se adapta a la forma.

RESUMEN

Este proyecto tiene como fin realizar el diseño y la simulación digital de una máquina enrolladora de neumático para balón para la fábrica BALONES RECORD, ubicada en el municipio de Monguí, a partir del análisis ergonómico realizado al proceso de enrollado de neumático; con la propósito de minimizar las afectaciones de salud en el colaborador asociados a la ejecución de esta tarea, disminuir el tiempo de producción, aumentar los niveles de producción, reducir costos y aumentar la calidad del producto respecto al que se obtiene manualmente. Los requerimientos necesarios para desarrollar este proyecto serán obtenidos con una investigación mixta y un enfoque exploratorio por el método de observación directa, entrevistas, evaluaciones ergonómicas y revisión documental con el objetivo de seleccionar, adaptar, diseñar e implementar los mecanismos y materiales que brinden una mejor alternativa para realizar la simulación digital de la máquina permitiendo ser una ayuda mecánica para la ejecución de este proceso y así lograr los objetivos propuestos.

Palabras clave: Diseño, Ergonomía, Máquina, Mecanismo, Neumático.

ABSTRACT

The purpose of this work is to carry out the design and construction of a balloon tire winding machine for the BALONES RECORD factory, located in the municipality of Monguí, based on the ergonomic analysis carried out on the tire rolling process; in order to reduce the health problems in the collaborator associated with the execution of this task, decrease production time, increase production levels, reduce costs and improve the quality of the product compared to that obtained manually. The requirements necessary to develop this project will be obtained with a mixed investigation and an exploratory approach by the method of direct observation, interviews, ergonomic evaluations and documentary review with the aim of selecting, adapting, designing and implementing the mechanisms and materials that provide a better alternative in the construction of the machine that allows to be a mechanical aid for the execution of this task and thus achieve the aforementioned objectives.

Keywords: Design, Ergonomics, Machine, Mechanism, Tire.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las industrias conlleva a que la industria artesanal transforme sus métodos de producción tradicional, en procesos semi automatizados que buscan lograr la integración del hombre, la máquina y su entorno formando una unidad eficiente y productiva.

Un ejemplo claro de estas industrias artesanales en Colombia es la industria balonera la cual centraliza su producción en Monguít. “Iniciando la producción en 1950 cuando se instaló la primera fábrica de balones cosidos a mano en este lugar”. (Grupo Premium Colombia, 2018)

En la actualidad existen 21 fábricas de balones las cuales representan el 10,71% de la actividad económica, generando una alternativa de empleo para más de 100 familias campesinas de este municipio, cifras que reflejan el protagonismo de esta actividad en la ocupación laboral de los habitantes del municipio.

La fábrica de balones Record, como parte del aparato productivo asociado a la fabricación de balones en el municipio de Monguít, en la actualidad desarrolla gran parte de sus procesos de forma manual generando afectaciones a la salud en sus colaboradores. Por tal motivo este proyecto se centró en el diseño y simulación digital de una máquina enrolladora de neumático con el objetivo de tecnificar este proceso, logrando así disminuir los movimientos repetitivos de las extremidades superiores y mitigando las afectaciones presentes en la salud del colaborador que realiza esta actividad, además de aumentar la productividad de esta fábrica reduciendo los tiempos y costos de producción.

Este documento se encuentra dividido en 4 fases: en la fase 1 se aplican evaluaciones ergonómicas para identificar las causas que originan las afectaciones en la salud del colaborador durante el proceso de enrollado de neumático , en la fase 2 se realiza el prediseño definiendo los requisitos y componentes del producto a materializar, la fase 3 comprende el diseño y la simulación digital en la cual se realizan los bocetos, planos, modelado en 3D y se definen los materiales de la máquina y en la fase 4 se analizan las mejoras esperadas con la implementación del prototipo digital , y por último se realizaron las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

1. JUSTIFICACIÓN

“Monguí ha sido catalogado como la fábrica de balones de Colombia, debido a que su principal actividad económica es la fabricación de balones, en la actualidad se estima la existencia de más de 20 fábricas asentadas en este municipio, actividad que genera una alternativa de empleo para más de 1000 personas”. (Grupo Premium Colombia, 2018)

Los procesos contemplados en el diseño y la elaboración de un balón en su gran mayoría se realizan de forma manual, llevándose a cabo las actividades de mayor complejidad en la fábrica y las de menor importancia en los lugares de residencia. Una de los pasos más importantes en la realización de un balón es la preparación y el enrollado del neumático proceso donde se aplican diferentes capas de hilo para lograr la solidez y la forma esférica del balón.

Las personas que realizan esta actividad permanecen durante su jornada laboral (ver ilustración 1) sentadas, la cabeza agachada, doblados hacia adelante y realizando movimientos repetitivos con sus extremidades superiores, representados principalmente por el constante giro de la muñeca y codo al efectuar el enrollado.

Ilustración 1. Postura proceso enrollado de neumático



Fuente: Elaboración autores.

Esta actividad desencadena diferentes efectos para la salud del colaborador al terminar su jornada laboral como: dolores en las articulaciones, dolores lumbares, cansancio visual y dolor de cabeza. Por consiguiente, se decide diseñar y realizar una simulación digital de una máquina que permita de manera mecánica realizar el enrollado del neumático, aumentando la productividad, reduciendo tiempos muertos y garantizando así la trazabilidad del proceso de enrollado. Es decir, cumpliendo con las especificaciones requeridas en peso, forma (redonda) y cantidad de hilo y al mismo tiempo logrando reducir los movimientos repetitivos ejecutados por la muñeca y el codo.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y elaborar prototipo digital de una máquina enrolladora de neumático para balón, a partir del análisis ergonómico del puesto de trabajo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico de las condiciones actuales del proceso de enrollado de neumático.
- Realizar el boceto y el diseño de la máquina con la ayuda de un software CAD.
- Establecer las mejoras obtenidas con el prototipo propuesto.

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ciertamente el futbol es el deporte que más pasión y amor provoca en sus seguidores moviendo multitudes a nivel mundial por el sentido de pertenencia que establece cada hincha con su equipo, generando expresiones y sentimientos que no se pueden explicar acuñadas alrededor de su máximo protagonista que es el balón, mientras unos la denominan la consentida otros le dicen la redonda y otros le dicen la amiga del pie.

Es por esto que industrias mundialmente famosas como Nike, Adidas, puma entre otras, han dedicado sus esfuerzos a la producción de este elemento deportivo que constituye el símbolo y trofeo en las competiciones deportivas.

“Monguí es un municipio de Colombia que basa su economía en la fabricación de balones de fútbol. Dando inicio a la manufactura en 1950, año en el que se creó la primera fábrica de balones”. (Pérez, 2006)

“La industria balonera de Monguí, ha presentado una evolución constante en cada uno de sus procesos, pasando de ser un proceso artesanal a semi automatizado en fábricas donde su demanda es elevada y se cuenta con los recursos para adquirir este tipo de maquinaria las cuales tienen un costo elevado. Por tal motivo surge la necesidad de llegar a aquellas microempresas o talleres que aún siguen realizando sus procesos de forma manual debido a sus recursos limitados, lo cual las lleva a ser menos competitivas al presentar una desventaja en el desarrollo de sus procesos y en los niveles de producción. Siendo la base de este proyecto brindar una alternativa en la tecnificación del proceso de enrollado del neumático el cual

desencadena afectaciones en la salud de los colaboradores que desarrollan esta actividad como:

- Dolores en las articulaciones
- Deformación en los dedos
- Dolores lumbares
- Cansancio ocular
- Dolor de cabeza
- Enfermedades respiratorias como asma”. (Guadalupe, 2011,p.17)

La fábrica Balones Record, como parte del aparato productivo asociado a la fabricación de balones en el Municipio de Monguí, no es ajena a esta problemática, puesto que actualmente no cuenta con una máquina enrolladora de neumático que le permita aumentar sus niveles de producción, reducir tiempos y costos de producción, ser más competitiva y mitigar las afectaciones en la salud de sus colaboradores.

Por tal motivo se desarrollará este proyecto con el objetivo de tecnificar el proceso de enrollado de neumático, centrándonos en el diseño y la simulación digital de una máquina que permita mecanizar esta actividad logrando así disminuir los movimientos repetitivos de las extremidades superiores y mejorar las condiciones laborales de sus colaboradores.

El proyecto se pretende llevar acabo con investigación en sitio, logrando identificar las especificaciones técnicas de este proceso (forma, medidas, pesos y tiempos), necesidades y habilidades de los colaboradores objetos de estudio, además de las posiciones que adoptan al momento de ejecutar esta actividad.

4. ESTADO DEL ARTE

4.1 VISIÓN GLOBAL DE LA EVOLUCIÓN DE LOS BALONES DE FÚTBOL.

“Cuenta la historia que fue en China en el siglo IV a.C. donde se creó la primera pelota de cuero, rellena de crines y raíces; la cual era usada con fines militares. En el año 1.400 a.C, los niños egipcios jugaban con elementos esféricos, elaborados de papiro, caña, arcilla, madera o marfil. Igualmente, civilizaciones como la griega, la precolombina, los japoneses y romanos, contribuyeron con sus usos y materiales, a lo que hoy en día es un balón de fútbol”. (Espinilleras personalizadas, 2017)

“Cabe resaltar que, a mediados del siglo XIX, los primeros balones usados con fines deportivos, fueron elaborados con vejigas de cerdos, los cuales presentaban fallas en su forma al no ser totalmente esféricos desencadenando movimientos inestables”.(Espinilleras personalizadas, 2017)

“Con base a estas fallas surge el descubrimiento de la vulcanización del caucho por parte de Charles Goodyear, con la implementación de esta técnica se logró dar solución a esta. En el año 1855 Charles crea el primer balón de fútbol el cual fue utilizado de forma oficial en 1863 en la ciudad americana de Boston”. (Espinilleras personalizadas, 2017)

“La evolución de los balones a través del tiempo ha sido tan significativa, que hoy podemos encontrar diversas presentaciones, materiales y técnicas de elaboración”.

4.2 VISIÓN REGIONAL

“Monguí da inicio a la elaboración de balones de fútbol en el año 1934 cuando un joven llamado Froilán Ladino Agudelo oriundo de este municipio, se encontraba prestando servicio militar en las fronteras de Colombia. Residiendo en un pueblo de Brasil, conoce la forma como se realiza el cosido a mano del balón y una vez culminado su tiempo de servicio decide regresar a Monguí con esta idea y crear una curtiembre de cuero. Contando con los elementos necesarios, este joven empieza a replicar esta idea a sus coterráneos”. (Grupo Premium Colombia, 2018. p.24)

La industria balonera de Monguí, ha presentado una evolución constante en sus procesos, pasando de ser un proceso artesanal a semi automatizado en fábricas donde su demanda es elevada y se cuenta con los recursos para adquirir este tipo de maquinaria las cuales tienen un costo elevado. Por tal motivo surge la necesidad de llegar a aquellas microempresas o talleres que aún siguen realizando sus procesos de forma manual debido a sus recursos limitados. Siendo la base de este proyecto brindar una alternativa en la tecnificación del proceso de la enrollada del neumático con el diseño y simulación digital de una máquina enrolladora de neumático para la fábrica balones Record teniendo en cuenta la siguiente bibliografía.

En el estudio realizado por los ingenieros Edgar Orlando Gutiérrez Montañez y Edwin Fernando Abril Naranjo con la tesis “Elaboración de la documentación del sistema de gestión de la calidad basado en la norma internacional ISO 9001:2008 para la empresa BALONES ARCUEROS” en el municipio de Monguí, se realiza un estudio por medio de observación directa en el que se determina la problemática de la empresa , así como los procesos para la fabricación del producto (balón) y entrevistas realizadas a los jefes de área de la empresa, logrando obtener información necesaria para a partir de esta comenzar a realizar el diseño del sistema

de gestión de calidad con su respectiva documentación, en la cual se detalla la caracterización del proceso. (Gutierrez & Abril, 2008)

En el estudio realizado por la ingeniera Guadalupe Angelina Salazar Vázquez con la tesis “Propuesta de diseño y construcción, de un puesto de trabajo para coser balones en la comunidad de Santiago Ayuquililla”. Aplica una metodología completa y flexible para el desarrollo de proyectos de diseño industrial realizando en primer lugar la estructuración del problema por medio de evaluaciones ergonómicas de la actividad laboral con el objetivo de planear el diseño físico del puesto de trabajo que garantice las posturas adecuadas para los sujetos de estudio y luego realizar el desarrollo proyectual obteniendo como resultado un prototipo el cual ayuda a mantener posturas adecuadas mientras realizan la tarea los sujetos de estudio. (Guadalupe, 2011)

Según Aarón D. Deutschman, Walter J. Michels y Charles E. Wilson en su libro Diseño de Maquinas. Capítulo 4: Procesos de Fabricación y Diseño. La creación de una máquina para el desarrollo de una tarea específica hace parte del Diseño, se tiene que pasar del diseño en la mesa a la parte de su fabricación físicamente, se tiene que tener en cuenta para su ensamble y creación un conocimiento de procesos de fabricación, costos, materiales entre otras para la fabricación adecuada de todos sus componentes y ensamble. (Deutschman, Michels, & Wilson, 1987).

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 MARCO TEÓRICO

5.1.1 Análisis de métodos

“Se encarga de analizar la manera en cómo se realiza una tarea. Ya sea controlar una máquina, hacer o ensamblar componentes, la forma en la que se lleva a cabo la tarea establece una diferencia en el desempeño, la seguridad y la calidad. Utilizando los conocimientos de ergonomía y análisis de métodos, los ingenieros de métodos se encargan de asegurar que los estándares de calidad y cantidad se cumplan de manera eficiente y segura. El análisis de métodos y las técnicas relacionadas son útiles tanto en los entornos de oficina como en los de manufactura”.(Render & Heizer, 2014) Las técnicas de métodos se utilizan para analizar:

- **Movimiento de individuos o materiales.** El análisis se realiza usando diagramas de flujo y gráficas del proceso con diferentes niveles de detalle.(Render & Heizer, 2014)
 - ✓ **“Diagramas de flujo:** Dibujos utilizados para analizar el movimiento de personas o materiales”.(Render & Heizer, 2014)
 - ✓ **Gráficas de proceso:** Representación gráfica que describe una secuencia de los pasos necesarios para efectuar un proceso”(Render & Heizer, 2014).
- **“Actividad de personas y máquinas y actividad de brigada.** Este análisis se realiza usando gráficas de actividad (también conocidas como gráficas hombre-máquina y gráficas de brigada”).(Render & Heizer, 2014)

- ✓ **“Gráficas de actividad:** Una manera de mejorar la utilización de un operario y una máquina o alguna combinación de operarios (una brigada) y máquinas”.(Render & Heizer, 2014)
- **“Movimiento corporal (principalmente de brazos y manos).** Este análisis se realiza usando diagramas de operaciones”.(Render & Heizer, 2014)
- ✓ **Diagrama de operaciones:** Una gráfica que describe los movimientos de las manos derecha e izquierda.” (Render & Heizer, 2014)

5.1.2 Ergonomía de trabajo

“ Analiza las tareas, equipos y métodos de producción con el objetivo de disminuir los accidentes y enfermedades laborales, fatiga física y mental, y a su vez incrementar los niveles de satisfacción en el colaborador”.(Instituto De Biomecanica De Valencia, 2016)

Por tal motivo surge la necesidad de diseñar ambientes laborales ergonómicos, seguros y eficaces, propiciando el confort laboral y el rendimiento del colaborador.

5.1.3 Riesgos ergonómicos

“Los riesgos ergonómicos se originan principalmente por la adopción de posturas forzadas, la ejecución de movimientos repetitivos, el manejo manual de cargas y por la aplicación de fuerzas durante la jornada laboral”.(Prevalía, 2013)

5.1.4 Lesiones frecuentes derivadas de riesgos ergonómicos

“La sobrecarga biomecánica genera en los colaboradores trastornos musculoesqueléticos. Siendo las lesiones más frecuentes las originadas de riesgos

ergonómicos las cuales se manifiestan en: cuello, espalda, hombros, codos, muñecas, manos, dedos y piernas”.(Prevalia, 2013)

5.1.5 Herramientas de valoración ergonómica

En la Tabla 1 se relacionan las principales herramientas de valoración ergonómica.

Tabla 1. Herramientas de valoración ergonómica

Nombre	Enfoque/técnica	Origen
JSI (Job Strain Index)	Riesgos asociados a manos, muñecas, antebrazos y codos.	U.S. A
OCRA (Occupational Repetitive Action)	Miembros superiores.	EUROPA
RULA (Rapid Upper Limb Assessment)	Grupo A (Brazo, Antebrazo y muñeca) Grupo B (Cuello, Tronco y piernas).	REINO UNIDO
OWAS (Ovako Working Analysis System)	Análisis basado en la observación de todos los segmentos corporales.	FINLANDIA
REBA (Rapid Entire Body Assessment)	Grupo B (Brazo, Antebrazo y muñeca) Grupo A (Cuello, Tronco y piernas).	REINO UNIDO
ERIN (Evaluación del Riesgo Individual)	Cuello, miembros superiores y tronco.	CUBA
ANSI Z365 Ergonomic Checklist	Cuello, miembros superiores.	U.S. A
Check List OSHA	Diagnostico general miembros superiores, inferiores y manipulación de cargas.	U.S. A

Nombre	Enfoque/técnica	Origen
ERGOPAR	Ergonomía participativa para la prevención del riesgo ergonómico de origen laboral.	ESPAÑA

Fuente: Elaboración autores.

5.1.6 Antropometría

“La antropometría centra su estudio en las medidas corporales y las características físicas del ser humano”.(Valero, 2011)

“La antropometría permite crear un entorno de trabajo adecuado permitiendo un correcto diseño de los equipos y su adecuada distribución, permitiendo configurar las características geométricas del puesto de trabajo”.(Valero, 2011)

5.1.7 Espacio y posición

“El espacio de trabajo queda definido en la norma ISO 6385 como “el volumen asignado a una o varias personas, así como los medios de trabajo que actúan conjuntamente con él (o ellos) en el sistema de trabajo para cumplir la tarea”. Suponiendo que un trabajador desarrolle una tarea concreta en un lugar determinado, durante un periodo relativamente largo, podemos hablar de puesto de trabajo (en su sentido físico)”.(Guadalupe, 2011)

“Para diseñar un puesto de trabajo se requiere:

- ✓ Investigar al usuario considerándolo parte del sistema de trabajo.
- ✓ Basar en datos antropométricos el proyecto pues realizar la tarea *implica movimiento de los segmentos corporales.*
- ✓ *Garantizar la asignación correcta de espacio y la disposición armónica de los medios de trabajo, para ahorrar tiempo, movimiento y esfuerzo porque*

con ello las cosas no solo van a tener un lugar determinado sino que también van a ser fáciles de alcanzar”.(Guadalupe, 2011,p.27)

Para un buen diseño de puesto de trabajo se debe considerar tres aspectos:

- **Posturas**

“La postura que se adopta con el cuerpo representa una carga por sí misma y genera un esfuerzo que aumenta conforme el organismo vaya sintiendo incomodidad, “*hay algunos trabajos que imponen una posición fija a la persona.*”(Guadalupe, 2011)

- **Movimientos**

“Cuando la forma y orden de los medios de trabajo no son apropiados determinan movimientos que pueden obligar “*angulaciones articulares*” desproporcionadas”.(Guadalupe, 2011,p.27)

- **Visibilidad**

“Los elementos de trabajo deben estar posicionados de modo que el operario los vea desde su puesto de trabajo sin adoptar posturas nocivas para la cabeza”.(Guadalupe, 2011,p.27)

5.2 MARCO CONCEPTUAL

Para mejorar el entendimiento del presente documento es necesario conocer los siguientes conceptos:

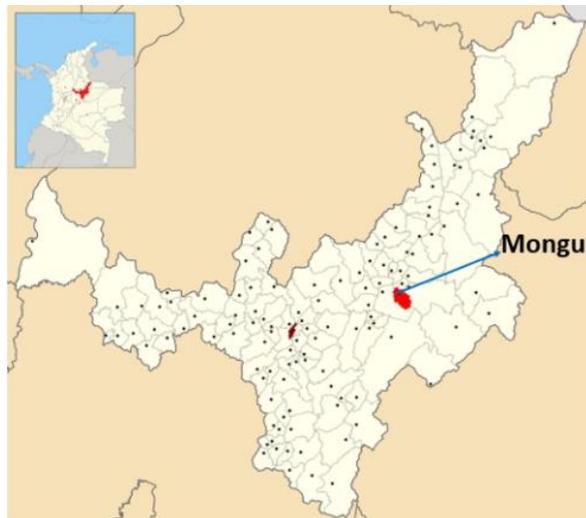
- **Actividad:** “conjunto de tareas o acciones realizadas por un ser vivo, que las desarrolla impulsado por el instinto, la razón, la emoción, o la voluntad, hacia un objetivo”. (De conceptos, s.f.)
- **Ergonomía:** “El diseño del lugar de trabajo, herramientas, equipo y ambiente de trabajo con el fin de adecuarlos al operador”.(Niebel & Freivalds, 2009,p.139)
- **Neumático:** cámara de butilo o látex para balón.
- **Proceso:** “Es el conjunto de actividades relacionadas y ordenadas con las que se consigue un objetivo determinado”. (Quintana, 2017)
- **Tarea:** “se emplea para designar a aquella obra y trabajo que generalmente demanda de parte de quien la lleva a cabo cierto esfuerzo y que se realizará durante un tiempo limitado, es decir, existe un tiempo límite para su realización”. (Ucha, 2010)
- **Vulcanización:** consiste en introducir un balón dentro de una formaleta y se aplica cierta temperatura en un determinado tiempo para que este adquiera la forma interna de la formaleta.

5.3 MARCO GEOGRÁFICO

Monguít, es un municipio que hace parte del departamento de Boyacá, en la Región oriental de Colombia, fundamenta sus ingresos económicos en la elaboración de balones de fútbol. La producción inició en 1950 cuando se situó la primera fábrica de balones en este lugar con un componente netamente artesanal.

Con el tiempo y gracias a la creciente demanda, muchos de sus pobladores aprendieron el proceso y tomaron la decisión de crear su propia empresa. Un caso puntual el de la fábrica “Balones Record” la cual nace en 2001, cuya ubicación se referencia en la ilustración 3, siendo su representante legal actual el Señor Emiliano Ladino Avella, microempresa familiar dedicada a la elaboración y comercialización de balones de futbol, manejando la siguiente línea de productos como balón N°1 (niños), balón N°3 (micro o banquitas), balón N°5, balón N°60-62 (Futsala) y balones publicitarios según requisitos de los clientes.

Ilustración 2. Ubicación departamento de Boyacá- municipio de Monguít.



Fuente: (Wikipedia, 2020)

Ilustración 3. Ubicación fabrica Balones Record.



Fuente: (Alcaldía Municipio de Monguí, 2018)

5.3.1 Impacto actividad económica local

Según los datos publicados en la página web oficial del municipio de Monguí Boyacá en la actualidad se encuentran registrados en cámara de comercio un total de 196 establecimientos, de los cuales 21 de ellas están dedicadas a la fabricación de balones. Esto representa el 10,71% de la actividad dedicada a este renglón de la economía local conocido como industria balonera, actividad que genera una alternativa de empleo para más de 100 familias campesinas, que han perfeccionado año tras año los modelos productivos, cifras que reflejan el protagonismo de esta actividad en la ocupación laboral de los habitantes del municipio, evidenciando una condición sui generis en la región. (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2020)

5.3.2 Información General

En la tabla 2 se presentan los datos de mayor relevancia del Municipio de Monguí.

Tabla 2. Datos generales municipio de Monguí.

Entidad	Municipio
País	Colombia
Departamento	Boyacá
Provincia	Sugamuxi
Nombre	Monguí
Significado	Baño de la esposa
Gentilicio	Monguiseño (a)
Fundación	31 de diciembre de 1601
Código DANE	15466
Actividad Económica	Fabricación de balones, Agricultura, Turismo, Artesanías y Minería.
Área	70 Km ²
Población	4986 (Censo 2015)
Coordenadas planas	Norte 1'124.700
	Este 1'136.010
Coordenadas Geográficas	Latitud 5°43'20"
	Longitud 72°51'15"
Altura Nivel Mar	2920
Temperatura Media	12° Celsius
Limites	Por el Norte con: Tópaga y Mongua
	Por el sur con: Sogamoso
	Por el Oriente con: Mongua
	Por el Occidente con: Sogamoso
Distancia a Tunja	80 km
Distancia a Bogotá	216 km

Fuente: (Gobernación de Boyacá, 2016)

5.4 MARCO METODOLÓGICO

El tipo de investigación a utilizar para la realización de este proyecto es de tipo mixto teniendo en cuenta los métodos cuantitativos y cualitativos, puesto que se tendrán que relacionar variables y opiniones referentes al proceso de enrollado de neumático para balón.

El diseño metodológico a tener en cuenta es un estudio de caso experimental debido a que se pretende modificar las variables que intervienen específicamente en el proceso de enrollado de neumático para balón. Con un alcance exploratorio puesto que se efectúa sobre un proceso poco estudiado, por lo que sus resultados contribuyen a una visión aproximada de dicho objetivo, es decir, dado que se carece de información suficiente y conocimientos previos del objetivo de estudio. Lo anterior se llevará a cabo a través de métodos de recolección de la información como:

- **Observación directa:** se realizarán visitas de campo a la fábrica balones Record con la finalidad de determinar los movimientos y posturas adoptadas por el colaborador durante la realización de la tarea de enrollada de neumático. Así como los diferentes procesos que intervienen en fabricación del balón.
- **Entrevistas:** indagar con los colaboradores para conocer toda la información referente a su puesto de trabajo.
- **Fuentes de información primaria:** será la información derivada del estudio realizado por medio de observación directa.
- **Fuentes de información secundaria:** es la información obtenida a través de bases de datos, revistas y estudios realizados acerca del tema.

Para llevar a cabo esta investigación se contará con las siguientes fases:

- **Fase1: Análisis ergonómico**

Por medio de evaluaciones ergonómicas identificar las causas que originan el deterioro en la salud del colaborador durante la realización de esta tarea.

- **Fase 2: Pre diseño**

En esta etapa se definirán las bases del producto a materializar, incluye la búsqueda de información y recursos existentes acerca del proyecto.

En esta fase de igual manera, se definen los requisitos y deseos que se quieren obtener en el producto final como las dimensiones y los componentes básicos ineludibles para el buen desempeño de la máquina.

- **Fase 3: Diseño y simulación digital**

Durante esta fase se definirá la arquitectura de la máquina, se determinarán los materiales a utilizar en la fabricación de la máquina y realizarán los bocetos, el diseño y la simulación digital de la misma con la asistencia de un software CAD.

- **Fase 4: Análisis de mejoras**

En esta etapa se realiza un análisis de las mejoras esperadas con la implementación del prototipo digital propuesto. Este análisis contempla el estudio de aspectos como reducción de tiempos de proceso (para la operación puntual de enrollado), incremento de los niveles de producción y en consecuencia incremento de los ingresos por ventas.

6. DESARROLLO EXPERIMENTAL

6.1 DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN

Del objetivo No. 1. Realizar un diagnóstico de las condiciones actuales del proceso de enrollado de neumático.

Para realizar este objetivo, se requiere estudiar las condiciones de operación actuales de la fábrica Balones Record por consiguiente se contemplaron siguientes etapas.

6.1.1 Línea de productos

En la siguiente tabla 3 se presenta las características generales de los productos elaborados en la fábrica Balones Record.

Tabla 3. Línea de productos Balones Record

Tipo de Balón	Características del balón	Diseño
Balón N°1 (Niños)	Materiales <ul style="list-style-type: none">- Neumático de Butilo o Látex.- Enmallado en hilo de Nylon 100% poliéster.- Material cuero sintético.- Termo sellado.- Colores y estampados surtidos.- Medidas 40 cm aproximadamente.- Peso reglamentario.	

Tipo de Balón	Características del balón	Diseño
Balón N°3 (Micro o Banquitas)	Materiales -- Neumático de Butilo o Látex. - Enmallado en hilo de Nylon 100% poliéster. - Material cuero sintético. - Termo sellado. - Colores y estampados surtidos. - Medidas 53 cm aproximadamente. - Peso reglamentario.	
Balón N°5 (Futbol)	Materiales - Neumático de Butilo o Látex. - Enmallado en hilo de Nylon 100% poliéster. - Material cuero sintético. - Laminado al calor. - Colores y estampados surtidos. - Medidas 68 a 70 cm aproximadamente. - Peso reglamentario.	
Balón N°60-62 (Futsala)	Materiales - Neumático de Butilo o Látex. - Enmallado en hilo de Nylon 100% poliéster. - Material cuero sintético. - Termo sellado. - Colores y estampados surtidos. - Medidas 60 cm aproximadamente. - Peso reglamentario.	

Fuente: Elaboración autores

6.1.2 Descripción del proceso de fabricación

En la tabla 4 se describen los procesos que intervienen en la elaboración de un balón.

Tabla 4. Etapas del proceso de fabricación de un balón.

Proceso	Descripción	Materiales, equipos y herramientas
Enrollado de neumático	Se infla el neumático y se verifican las medidas de diámetro requeridas dependiendo del tipo de balón a fabricar luego se procede a aplicar varias capas de hilo, hasta que el neumático quede completamente cubierto y cumpla con las especificaciones requeridas en peso, forma (redonda) y cantidad de hilo.	Compresor Metro Tubos Hilo Neumático de látex o butilo Agujas para inflar balón Látex puro
Enmasillado	Consiste en aplicar varias capas de masilla al neumático de manera uniforme, luego se deja secar durante un tiempo y se aplica látex puro para garantizar que las piezas no se despeguen.	Masilla o pegante Látex puro Espátula plástica Puntilla
Marcado de neumático	Se introduce el neumático enmasillado dentro de la matriz y se sumerge dentro de una olla con agua caliente para que se cumpla el proceso de termo-sellado es decir queden marcadas las guías de las piezas en el neumático.	Matriz o molde para vulcanizado Olla Estufa a gas Juego de llaves combinadas
Troquelado de piezas	Se troquela (corta) el material con la forma de las piezas dependiendo el tipo de balón a fabricar	Cubierta o material de cuero sintético PVC Moldes o troqueles Troqueladora
Estampado o sellado de piezas	Se estampan las piezas con los colores necesarios de acuerdo al	Selladora o estampadora Tintas Espátula plástica

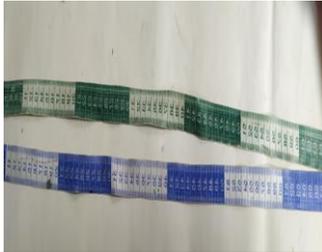
Proceso	Descripción	Materiales, equipos y herramientas
	modelo a fabricar. Posteriormente se procede a aplicar látex a las piezas para que sean más fáciles de pegar.	
Armado de balón	Se arma el balón con todas las piezas.	Repisadores Compresor Agujas para inflar balón Metro Piezas Neumático enrollado y debidamente marcado
Vulcanizado	Se realiza el proceso de termo- sellado del balón para que las piezas no se despeguen. Este se realiza introduciendo el balón dentro de la matriz luego se sumerge en agua a una temperatura aproximada de 40°C.	Matriz o molde para vulcanizado Balón armado Llaves combinadas Olla Estufa a gas Agujas para inflar balón
Limpieza y acabado final	Luego de terminar el balón se procede a verificar la calidad del balón, se limpia y se empaca en Vinitel para que no se raye.	Compresor Vinitel

Fuente: Elaboración autores

6.1.3 Equipos y herramientas

La fábrica balones Record en la actualidad emplea los siguientes equipos y herramientas para la elaboración de sus productos de forma artesanal como se observa en la tabla 5

Tabla 5. Equipos y herramientas

Equipos y herramientas	Especificaciones	Foto
Compresor	Voltaje: 110/220V Alimentación: Eléctrica Potencia: 1hp Velocidad: 900 rpm Caudal de aire: 141 l/min Presión Máxima: 150 Psi Peso: 70Kg	
Cinta métrica	Material: Fibra de Vidrio Largo: 5 Pulgadas Ancho: 0,5 Pulgadas Longitud: 150cm	
Gramera análoga	Tamaño: 18.4x14x16.5cm Capacidad Máxima: 2000gr División: 10gr	
Tubo de aluminio	Diámetro: 6.4mm-1/4 Pulgada Espesor de pared: 1.07mm Longitud: 15cm	
Pistola para inflar neumáticos	Referencia: DG10-2 Consumo de aire: 3 CFM Presión de aire: 90 PSI – 150 PSI Max Con conexión de 1/4” Extensión mediana de 9cm de largo	

Equipos y herramientas	Especificaciones	Foto
Masilladora	<p>Maquina hechiza fabricada para mezclar la masilla que consta de motor a 110v Estructura en ángulo de 38mm Piñones de diferentes diámetros Eje, rodamientos y un aspa.</p>	
Espátula plástica	<p>Material: Plástico Método de fabricación: Inyección Dimensiones: Alto: 73 mm Aprox. Ancho: 100 mm Aprox. Espesor: 3 mm en base a 1 mm en hoja (Aporta flexibilidad).</p>	
Puntilla	<p>Material: Acero Diámetro externo: 4mm Diámetro Interno: 2mm Longitud: 7cm</p>	
Matriz o molde para vulcanizado	<p>Material: hierro gris. Forma: Cóncava. Con la forma y dimensiones predeterminadas.</p>	
Olla	<p>Capacidad en Volumen: 50 Litros Material: Aluminio Peso: 2.8Kg Diámetro: 50cm Altura: 42cm Ancho: 50cm</p>	

Equipos y herramientas	Especificaciones	Foto
Estufa a gas	<p>Marco en acero inoxidable.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 quemadores tipo herradura en fundición • Válvulas de cierre para paso de gas y pilotos de encendido, controles independientes. • Parrilla en función de hierro • Dimensiones: 0.70 x 0.70 x 0.70 m. 	
Llaves combinadas	<p>Juego de llaves combinadas Material: Acero templado Tipo de llave: Mixta y fija Diferentes calibres.</p>	
Troqueles o suajes	<p>Herramienta confeccionada con placa de acero para cortar, doblar o marcar la tela vinílica en PVC.</p>	
Troqueladora manual de corte	<p>Estructura reforzada y diseñada, para soportar la presión ideal de trabajo. Plato de 37 cm, accionamiento por palanca. Soportes laterales para el material de trabajo. Fácil presión. (Fundición)</p>	

Equipos y herramientas	Especificaciones	Foto
Sellos o sream	Técnica de impresión a través de una malla de seda de 55 a 90 hilos. Funciona positivamente lo que haya grabado o revelado en la malla es lo que sale al otro lado sobre la superficie que se desee imprimir.	
Empaquetadora	Estructura en ángulo de acero de 1 pulgada para empaquetado de balón.	
Repisadores	Repujador fabricado de manera artesanal a partir de un cuchillo.	

Fuente: Elaboración autores.

6.1.4 Materiales, Insumos y suministros

Para la elaboración de la línea de productos la fábrica Balones Record emplea los siguientes materiales insumos y suministros (ver tabla 6).

Tabla 6. Materiales, Insumos y suministros.

Material, insumos y suministro	Especificaciones	Foto
Hilo	Fibra de Nylon 100% poliéster	
Neumático de butilo o látex	Cámara de butilo o Látex con válvula de diferentes diámetros.	
Látex puro	Látex natural centrifugado Alto Amonio.	
Masilla o pegante	Masilla prepara a partir de látex natural y Cellosize (Espesante)	
Cubierta o material	Tela Vinílica en PVC	

Material, insumos y suministro	Especificaciones	Foto
Tintas	Tinta diseñada para la estampación por serigrafía sobre telas vinílicas, se caracteriza por su excelente elongación, alto poder cubriente y pre-secado más rápido y cuenta con una variedad de colores mezclables entre sí.	
Vinitel	Papel vinitel material 100% flexible y resistente.	
Retal	Retazos de tela o retal	
Gas	Por lo general se compra el cilindro de gas de 100lb.	
Agua	Servicio de agua suministrada por el acueducto municipal.	

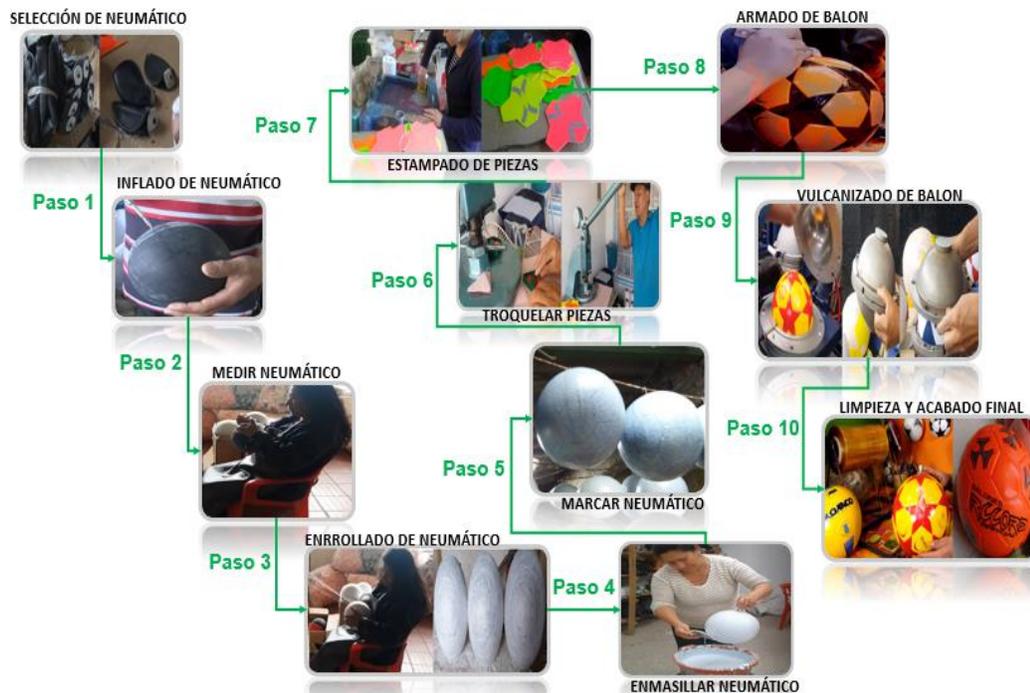
Material, insumos y suministro	Especificaciones	Foto
Energía eléctrica	El suministro de energía lo hace la empresa EBSA.	

Fuente: Elaboración autores.

6.2 ANÁLISIS DE MÉTODOS

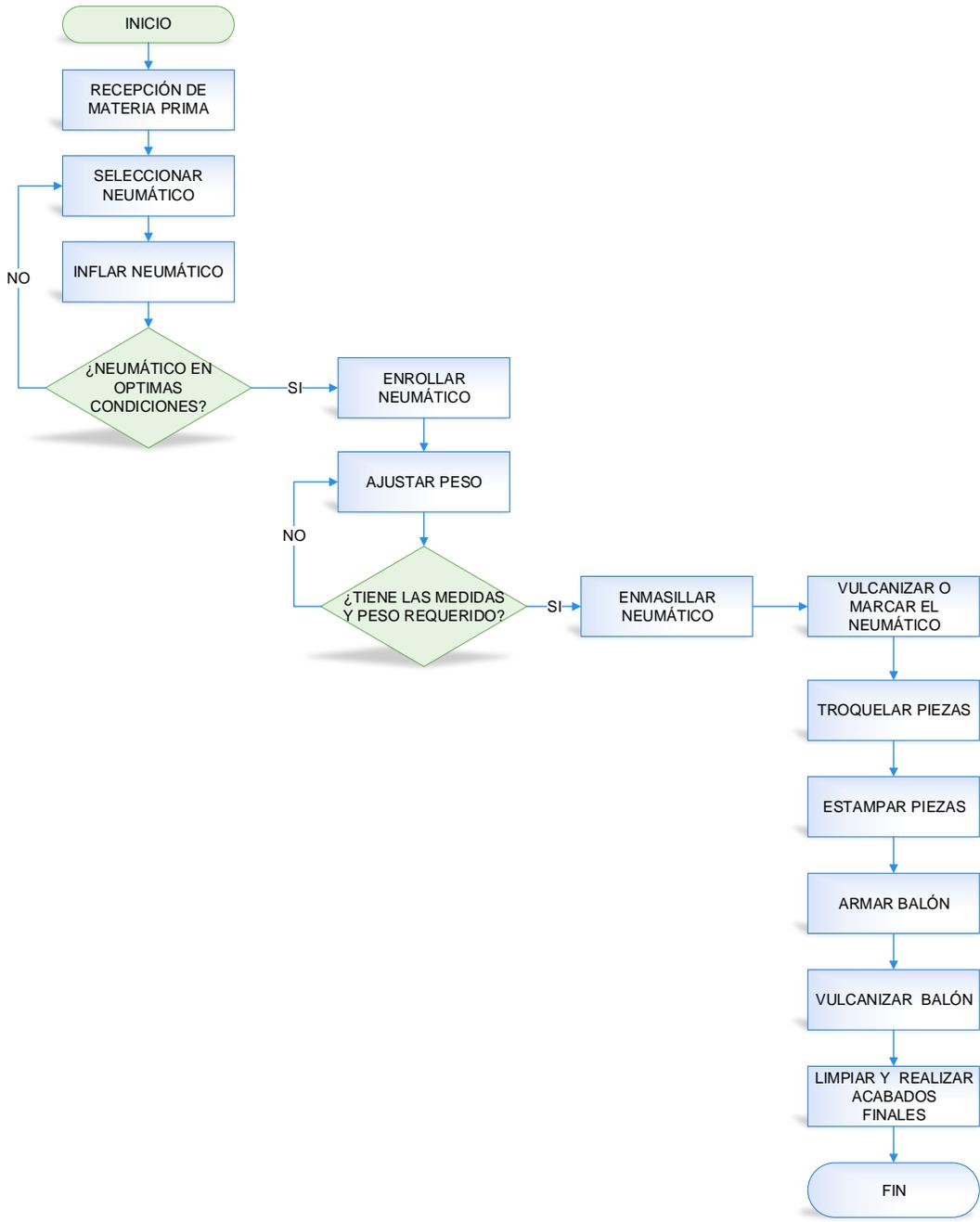
Para realizar un diagnóstico de cómo está realizando actualmente la fábrica Balones Record cada uno de los procesos se emplearon las siguientes técnicas y métodos.

6.2.1 Pictograma



Fuente: Elaboración autores.

6.2.2 Diagrama de Flujo



6.2.3 Diagrama de flujo de proceso

Ubicación	Fabrica Balones RECORD	Resumen					
Actividad	Fabricación de un balón	Evento	Presente	Propuesto	Ahorros		
Fecha	28/02/2020	Operación	11				
Operador	Roció Paipa	Transporte	0				
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados: Método: <u>Presente</u> Propuesto Tipo: <u>Trabajador</u> Material Máquina	Inspección	3					
	Retrasos	1					
	Almacenamientos	0					
	Tiempo en (min)	85,6					
Comentarios: Se elaboro el diagrama por medio de observación directa y con entrevista al operario.	Tiempo en (s)	5135					
Descripción Actividades	Símbolo					Tiempo (s)	Observaciones
	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.		
Se selecciona el neumático de acuerdo al tipo de balón a realizar	○	⇒	□	D	▽	10	
Inflar el neumático	○	⇒	□	D	▽	30	
Se revisa el neumático para descartar imperfectos	○	⇒	□	D	▽	20	
Después de seleccionar e inflar el neumático, se enrolla con hilo poliéster hasta obtener una forma redonda, con las medidas y peso exacto de acuerdo al tipo de balón a fabricar.	○	⇒	□	D	▽	315	
Verificar que el neumático tiene la forma, medidas y peso requeridos.	○	⇒	□	D	▽	20	
Se aplican varias capas de masilla al neumático de manera uniforme (látex), para garantizar que las piezas no se despeguen .	○	⇒	□	D	▽	120	
Dejar secar	○	⇒	□	D	▽	1800	
Se introduce el neumático enmasillado dentro de la matriz y se sumerge dentro de una olla con agua caliente, para que queden marcadas las guías de las piezas en el neumático.	○	⇒	□	D	▽	300	
Se troquea (cortar) el material con la forma de las piezas dependiendo del tipo de balón a fabricar.	○	⇒	□	D	▽	480	
Se estampan las piezas con los colores necesarios según el modelo o diseño del balón a fabricar.	○	⇒	□	D	▽	60	
Posteriormente se aplica látex a las piezas para que sean mas fáciles de pegar.	○	⇒	□	D	▽	60	
Se arma el balón con todas las piezas.	○	⇒	□	D	▽	720	
Se introduce el balón dentro de la matriz, luego se sumerge en agua a una temperatura de 40°C para evitar que las piezas se despeguen.	○	⇒	□	D	▽	900	
Inspección general del producto terminado.	○	⇒	□	D	▽	120	
Limpiar y empacar en vitel el balón para evitar que se raye.	○	⇒	□	D	▽	180	

6.3 ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

A continuación, se realiza un análisis minucioso de los diferentes tipos de costos en los cuales incurre la fábrica balones Record cada mes para llevar a cabo sus operaciones.

En la tabla 7 se puede observar la demanda de productos y las utilidades obtenidas tanto en temporada baja (enero a junio) como en temporada alta (julio a diciembre).

Tabla 7. Demanda mensual

Tipo de Balón	Cantidades fabricadas por temporada		Precio de venta	Ventas por temporada		Utilidad por temporada	
	Baja	Alta		Baja	Alta	Baja	Alta
Niños (N°1)	250	500	5.000	1.250.000	2.500.000	175.000	350000
Microfútbol (N°3)	500	800	10.000	5.000.000	8.000.000	350.000	560000
Fútbol (N°5)	200	500	11.000	2.200.000	5.500.000	140.000	350000
Futsala (N° 60-62)	150	200	15.000	2.250.000	3.000.000	105.000	140000
Total	1100	2000		10.700.000	19.000.000	770.000	1400000

Fuente: Elaboración autores.

A continuación, se presenta en la tabla 8 los costos asociados a materiales e insumos.

Tabla 8. Costos de materiales e insumos

Materiales e Insumos	Unidad de medida	Cantidad requerida temporada baja	Cantidad requerida temporada alta	Costo Unitario	Costo mensual temporada baja	Costo mensual temporada alta
Hilo	Kg	100	200	7800	780000	1560000
Neumático de látex	unidad	1100	2000	1200	1320000	2400000

Cubierta o material	metros	70	140	23000	1610000	3220000
Tintas	Balón	1100	2000	100	110000	200000
Vinitel	Balón	1100	2000	80	88000	160000
Retal	kilo	120	240	300	36000	72000
Látex	kilo	150	300	6200	930000	1860000
Malla	unidad	1100	2000	100	110000	200000
Total, costos mensuales materiales e insumos					4984000	9672000

Fuente: Elaboración autores.

La siguiente tabla muestra los costos referentes a Mano de Obra teniendo en cuenta que se maneja una remuneración salarial al destajo, es decir se paga por unidad fabricada (Balón /neumático), así mismo se evidencia que un colaborador puede desempeñar varios cargos ejemplo la persona encargada de troquelar también vulcaniza y a la vez vende el producto. Puesto que en esta fábrica se trabaja bajo pedido.

Tabla 9. Costos Mano de Obra

Cargo	Cant.	Salario (Al destajo)	Salario mensual	
			Temporada baja	Temporada alta
Vendedor	1	\$500/Balón	\$ 550.000	\$ 1.000.000
Troquelador		\$180/Balón	\$ 198.000	\$ 360.000
Vulcanizador		\$400/Balón	\$ 440.000	\$ 800.000
Armador	3	\$1000/Balón	\$ 1.100.000	\$ 2.000.000
Estampador	1	\$504/Balón	\$ 554.400	\$ 1.008.000
Masillador	1	\$70/Balón	\$ 77.000	\$ 140.000
Enrollador		\$450/Neumático	\$ 495.000	\$ 900.000
Empaquetador		\$70/Balón	\$ 77.000	\$ 140.000
Total	6	\$3174/Balón	\$ 3.491.400	\$ 6.348.000

Fuente: Elaboración autores

Para su operación la fábrica Balones Record incurre en los siguientes costos.

Tabla 10. Costos indirectos de fabricación

Suministro	Costo mensual temporada baja	Costo mensual temporada alta
Agua	\$ 15.000	\$ 15.000
Energía Eléctrica	\$ 50.000	\$ 100.000
Gas	\$ 132.000	\$ 240.000
Transporte y otros	\$ 1.258.000	\$ 1.225.000
Total	\$ 1.455.000	\$ 1.580.000

Fuente: Elaboración autores.

El resumen general de costo se presenta en la tabla 11 que se muestra a continuación.

Tabla 11. Resumen general de costos

Costos	Mensualmente	
	Temporada baja	Temporada alta
Mano de Obra temporada baja	\$ 3.491.400	\$ 6.348.000
Materiales e insumos	\$ 4.984.000	\$ 9.672.000
Suministros	\$ 197.000	\$ 355.000
Transportes y otros	\$ 1.258.000	\$ 1.225.000
Total	\$ 9.930.400	\$ 17.600.000

Fuente: Elaboración autores.

6.4 ESTUDIO DE TIEMPOS

- **Toma de tiempos**

Para efectuar la toma de tiempos del proceso productivo del enrollado de neumático de la fábrica Balones Record, se realiza las observaciones determinando los tiempos correspondientes al proceso, luego se calcula el tamaño de la muestra con el método estadístico, se establece el tiempo

promedio en base a la información recopilada tendrá gran importancia para constituir los suplementos que darán un valor de acuerdo a las condiciones del puesto de trabajo y por último se define el tiempo normal para tener como resultado el tiempo estándar del proceso como se evidencia en la tabla 12.

Tabla 12. Toma de tiempos

n	X (Seg)	X ²
1	323	104329
2	304	92416
3	327	106929
4	315	99225
5	321	103041
Total	1590	505940

Fuente: Elaboración autores.

- **Método estadístico**

En el método estadístico se deben efectuar cierta cantidad de observaciones preliminares (n') en base a un nivel de confianza del 95,45% y un margen de error de $\pm 5\%$, aplicando la fórmula que se muestra a continuación:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Siendo

n = Tamaño de la muestra

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones

40 = Constante para un nivel de confianza del 94,45%

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5(104329 + 92416 + 106929 + 99225 + 103041) - (323 + 304 + 327 + 315 + 321)^2}}{1590} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5(505940) - (1590)^2}}{1590} \right)^2$$

$$n = 1,0126$$

- **Tiempo observado**

$$TO = \frac{\sum x}{n}$$

Siendo

$\sum x =$ *Pr omedio de tomas de tiempo*

$n =$ *Tamaño de la muestra*

$$TO = \frac{1590}{5}$$

$$TO = 318 \text{ segundos}$$

- **Tiempo básico o Normal**

Es el tiempo que requiere el operario para desarrollar sus actividades sin presentar interrupciones durante la ejecución del trabajo ya sea por circunstancias personales o inevitables, así mismo el analista asigna una calificación de acuerdo al desempeño que mostro el trabajador al momento del desarrollo de sus actividades laborales durante el estudio.

$$TB = TO * \frac{\text{Factor de valoración}}{100}$$

$$TB = 318 * \frac{100}{100}$$

$$TB = 318$$

- **Tiempo estándar**

Es el tiempo que necesita un operario de tipo medio, que está plenamente calificado y desarrolla su tarea a un ritmo normal; a su vez se debe tener en cuenta los suplementos debido a posibles retrasos que no son controlados por el trabajador.

$$TE = TB * (1 + S)$$

Siendo

$$TE = \textit{Tiempo estándar}$$

$$TB = \textit{Tiempo básico}$$

$$S = \textit{Valor del suplemento}$$

$$TE = 318 * (1 + 0,19)$$

$$TE = 378,42$$

Obteniendo como resultado del estudio de tiempos realizado al proceso de enrollado manual un rendimiento de 10 balones enrollados en una hora.

Para el desarrollo de esta investigación se contará con las siguientes fases:

7. FASE 1: ANÁLISIS ERGONÓMICO ENROLLADO DE NEUMÁTICO

Este análisis se realizó en dos etapas la primera etapa contempla la aplicación de evaluaciones ergonómicas y la segunda etapa las recomendaciones y los requisitos para el diseño de la máquina en cuanto a dimensiones, confort ambiental, ambiente térmico, ambiente luminoso y ambiente sonoro.

7.1 ETAPA 1. EVALUACIONES ERGONÓMICAS

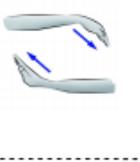
- **METODO ERGOPAR (Ergonomía participativa para la prevención del riesgo ergonómico de origen laboral)**

Mediante la aplicación de evaluaciones ergonómicas utilizando la herramienta de valoración ergonómica ERGOPAR, se identificaron las causas que originan el deterioro en la salud del colaborador durante el cumplimiento de su tarea más exactamente en el proceso de enrollado de neumático. A continuación, en la tabla 13 se puede observar una síntesis de los resultados obtenidos.

Tabla 13. Resumen de resultados método ERGOPAR.

Resumen de Resultados				
Afectación	Parte del cuerpo/acción	Imagen	Posibles Afectaciones	% de Afectación
Daños a la salud	Cuello, hombros y/o espalda dorsal		Molestia/dolor que ha impedido alguna vez realizar el trabajo. Dolor muchas veces que no ha impedido alguna vez realizar el trabajo.	100

Resumen de Resultados				
Afectación	Parte del cuerpo/acción	Imagen	Posibles Afectaciones	% de Afectación
	Espalda lumbar		Molestia/dolor que ha impedido alguna vez realizar el trabajo. Dolor muchas veces que no ha impedido alguna vez realizar el trabajo.	100
	Codos		Molestia/dolor que ha impedido alguna vez realizar el trabajo. Dolor muchas veces que no ha impedido alguna vez realizar el trabajo.	100
	Manos y/o muñecas		Molestia/dolor que ha impedido alguna vez realizar el trabajo. Dolor muchas veces que no ha impedido alguna vez realizar el trabajo.	100
	Piernas		Molestia/dolor que ha impedido alguna vez realizar el trabajo. Dolor muchas veces que no ha impedido alguna vez realizar el trabajo.	100
	Rodillas		Molestia/dolor que ha impedido alguna vez realizar el trabajo. Dolor muchas veces que no ha impedido alguna vez realizar el trabajo.	100
Riesgos Ergonómicos	Sentado		Más de 4 horas	100
	Inclinar el cuello/cabeza hacia adelante		Posición repetida y fija por más de 4 horas ocasionando molestias en el trabajador.	100

Resumen de Resultados				
Afectación	Parte del cuerpo/acción	Imagen	Posibles Afectaciones	% de Afectación
	Inclinar el cuello/cabeza hacia un lado o ambos		Posición repetida y fija por más de 4 horas ocasionando molestias en el trabajador.	100
	Inclinar la espalda/tronco hacia atrás		Posición repetida y fija por más de 4 horas ocasionando molestias en el trabajador.	100
	Una o las dos muñecas dobladas		Posición repetida y fija por más de 4 horas ocasionando molestias en el trabajador.	100
	Dedos en forma de pinza		Posición repetida y fija por más de 4 horas ocasionando molestias en el trabajador.	100
	Agarrar o sujetar con fuerza objetos con las manos		Posición repetida y fija por más de 4 horas ocasionando molestias en el trabajador.	100
	Utilizar de manera intensiva los dedos		Posición repetida y fija por más de 4 horas ocasionando molestias en el trabajador.	100
	Exigencias físicas		Molestias musculares a largo plazo por la manipulación de cargas.	100

Fuente: (Cuestionario, 2020)

Complementando lo anterior se aplicó una evaluación ergonómica basada en el método RULA, el cual divide el cuerpo en dos grupos, Grupo A (Brazo, Antebrazo y muñeca) y Grupo B (Cuello, Tronco y piernas), evaluando la carga postural y valorando el grado de exposición del trabajador al adoptar posturas inadecuadas durante la ejecución de sus tareas en el puesto de trabajo.

Obteniendo como resultado un nivel de acción de 4, es decir, que se deben hacer cambios urgentes en ese puesto de trabajo como se muestra a continuación ver ilustración 4.

Ilustración 4. Resultados evaluación ergonómica método RULA.

ASEPEYO		Evaluación Ergonómica de Trabajos con Movimientos Repetitivos		Dirección Seguridad e Higiene	
MÉTODO RULA (MIEMBROS SUPERIORES)					
HOJA DE RESULTADOS (*)					
Empresa	Balones Record	Referencia			
Puesto de trabajo	Enrollado de Neumático	Área / Sección	Producción		
Operario	Rocio Paipa	Fecha de la Observación	2020-02-28 08:01		
Postura analizada	Enrolladora de Neumático				
GRUPO A			GRUPO B		
Brazo	Extensión > 20° ó Flexión de 20 a 45°		Cuello	Flexión de 20° o más	
	<ul style="list-style-type: none"> Brazo en abducción 			<ul style="list-style-type: none"> Inclina el cuello 	
Antebrazo	Flexión entre 60 y 100°		Tronco	Sentado formando 90° entre tronco y cadera	
	<ul style="list-style-type: none"> Se desplaza más allá del eje medio del cuerpo o se separa hacia fuera 			<ul style="list-style-type: none"> Gira el tronco 	
Muñeca	Flexión o Extensión < 15°		Piernas	Sentado con piernas y pies bien apoyados y equilibrados	
	<ul style="list-style-type: none"> Rango medio de torsión 				
Actividad muscular	Postura estática en más de 1 min. ó se repite más de 4 veces/min.		Actividad muscular	Postura de cuello, tronco o piernas estático de más de 1 min. o se repite más de 4 veces/min.	
Fuerza o carga	Carga o esfuerzo intermitente menor o igual a 2 Kg.		Fuerza o carga	Carga o esfuerzo intermitente menor o igual a 2 Kg.	
Puntuación grupo	05		Puntuación grupo	06	
Resultado final obtenido	7		Que se corresponde con el nivel de acción	4	
Nivel de acción 1: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos periodos. Nivel de acción 2: Es necesario llevar a cabo más investigaciones así como realizar algunos cambios. Nivel de acción 3: Debe efectuarse una investigación y cambios a corto plazo. Nivel de acción 4: Deben llevarse a cabo inmediatamente tanto la investigación como los cambios.					
(*) Resultados obtenidos utilizando el método de evaluación ergonómica RULA (Rapid upper Limb Assessment), desarrollado por el Instituto de Ergonomía de la Universidad de Nottingham.					

Fuente: Software ASEPEYO.

Al realizar el diagnóstico de las condiciones de operación y el análisis ergonómico al puesto de trabajo se encuentra que el proceso de enrollado de neumático, actualmente se desarrolla de forma manual y con herramientas hechizas, además

de no cumplir con los estándares ergonómicos establecidos para trabajos en postura sentado.

De acuerdo con lo anterior se encontraron las siguientes condiciones sub estándar (ver ilustración 5 y tabla 14):

Ilustración 5. Puesto de trabajo actual



Fuente: Elaboración autores

Tabla 14. Identificación de condiciones subestándar.

Factor de estudio	Condición subestándar	Consecuencias
Ergonomía	El diseño del puesto de trabajo es disergonómico no cumple con los estándares mínimos requeridos para un puesto de trabajo en postura sentado lo cual lleva al colaborador a adoptar posturas forzadas. (1)	Molestias en cuello, hombros, espalda, piernas y rodillas
	Por la naturaleza del oficio el trabajador desarrolla la misma tarea durante extensos periodos de tiempo (haciéndolo monótono).	Estrés, tensión muscular, desatención, perdida de motivación.
	La silla usada para desarrollar la tarea, es una silla plástica de gran uso en el mercado, la cual no permite ser ajustable a la antropometría de la persona que realiza esta tarea. (2)	Molestias cervicales, mala postura.
	El puesto de trabajo actual no cuenta con apoyapiés lo cual impide la correcta posición del cuerpo. (3)	Tensión y fatiga en: piernas, espalda y cuello. Alteraciones del sistema circulatorio (varices) y nervioso.
	La forma artesanal y manual como se viene realizando la tarea obliga al colaborador a mantener sus brazos suspendidos y realizando movimientos repetitivos durante su jornada laboral. (4)	Afectaciones en codos y manos

Factor de estudio	Condición subestándar	Consecuencias
Ambiente de trabajo	El nivel de iluminación no es el adecuado de acuerdo a la NTP 211, debido a la actual ubicación del puesto de trabajo la cual impide aprovechar las fuentes de iluminación natural existentes en el entorno. (5)	Cansancio ocular, dolor de cabeza y fatiga
	El área de trabajo se encuentra mal distribuida siendo muy reducida y generando dificultad para la movilidad del trabajador. (6)	Caída del mismo nivel por presencia de obstáculos
	No se dispone de un área específica para el adecuado almacenamiento de las herramientas de trabajo. (7)	Falta de 5's

Fuente: Elaboración autores.

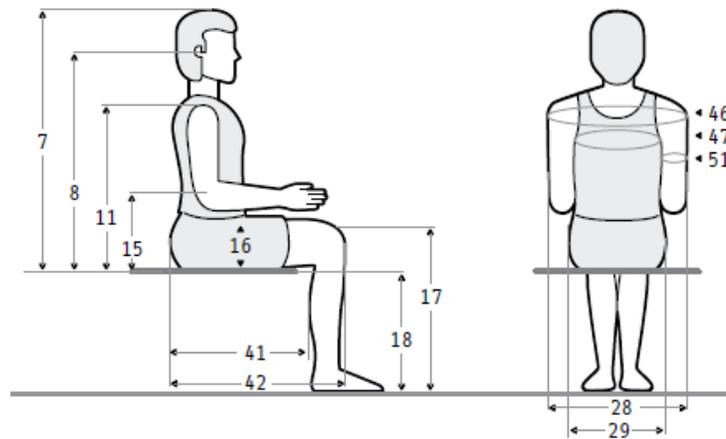
7.2 ETAPA 2. REQUISITOS DIMENSIONES PUESTO DE TRABAJO

Para definir las dimensiones de la máquina a diseñar para el proceso de enrollado de neumático, tendremos en cuenta el tipo de trabajo a realizar el cual consiste en una tarea de precisión, adoptando una postura sentada dando cumplimiento a los siguientes criterios:

- **Dimensiones antropométricas de la población laboral colombiana en posición sentado sexo masculino de 20 a 59 años.**

En la ilustración 6 se identifican cada uno de los códigos de las dimensiones antropométricas de la tabla 15.

Ilustración 6. Dimensiones antropométricas sexo masculino



Fuente:(Prado & Gonzalez, 2015)

Tabla 15. Dimensiones antropométricas sexo masculino percentil 95

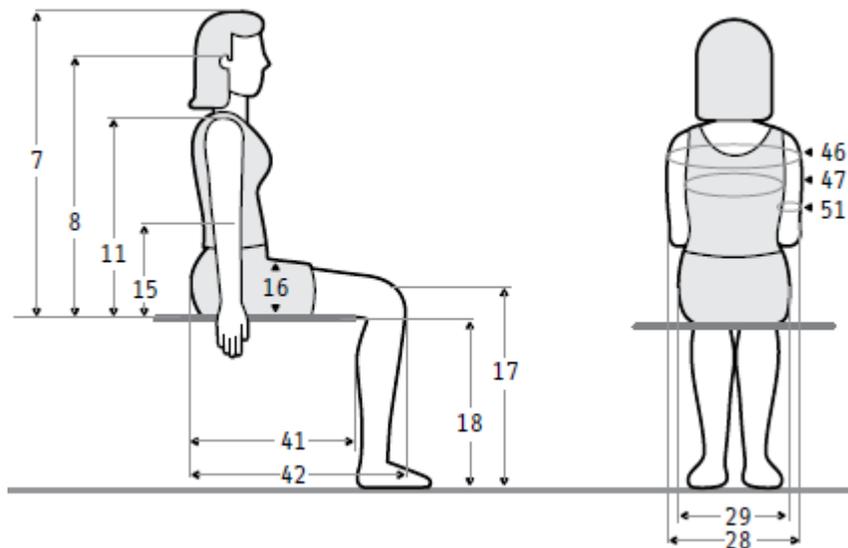
Dimensiones		Percentiles 95 sexo masculino				Dimensión promedio en (cm)
		Rango de edades				
		20-29	30-39	40-49	50-59	
6	Altura sentado normal	92,6	92,1	89,8	89,3	91,0
7	Altura sentada erguido	94,7	94,2	92,6	91,5	93,3
8	Altura de los ojos	84,1	83,6	82,7	82,1	83,1
11	Altura acromial	63,6	63,2	63,1	61,8	62,9
15	Altura radial	27,4	28,1	27,8	27,0	27,6
16	Altura del muslo	17,0	17,1	17,0	17,0	17,0
17	Altura de la rodilla	56,9	56,3	56,0	56,3	56,4
18	Altura de la fosa poplíteica	46,5	45,7	45,2	45,6	45,8
28	Anchura codo a codo	50,5	52,4	53,1	52,5	52,1
29	Anchura de las caderas	38,5	39,2	39,5	40,2	39,4
41	Largura nalga - fosa poplíteica	51,2	50,5	50,3	51,3	50,8
42	Largura nalga - rodilla	61,6	61,0	60,5	61,5	61,2
46	Perímetro bideltoideo	124,1	124,8	124,8	123,4	124,3
47	Perímetro meso esternal	105,4	106,9	108,5	106,3	106,8
51	Perímetro brazo flexionado	35,1	35,6	35,4	35,5	35,4

Fuente:(Prado & Gonzalez, 2015)

- Dimensiones antropométricas de la población laboral colombiana en posición sentado sexo femenino de 20 a 59 años.

En la ilustración 7 se identifican cada uno de los códigos de las dimensiones antropométricas de la tabla 16.

Ilustración 7. Dimensiones antropométricas sexo femenino



Fuente:(Prado & Gonzalez, 2015)

Tabla 16. Dimensiones antropométricas sexo femenino percentil 95

Dimensiones	Percentiles 95 sexo femenino				Dimensión promedio en (cm)	
	Rango de edades					
	20-29	30-39	40-49	50-59		
6	Altura sentado normal	87,1	86,7	86,7	85,2	86,4
7	Altura sentada erguido	88,4	87,7	87,3	86,2	87,4
8	Altura de los ojos	78,2	77,4	77,2	76,0	77,2
11	Altura acromial	59,2	58,5	58,5	57,6	58,5
15	Altura radial	26,7	26,4	26,4	25,5	26,3

16	Altura del muslo	16,2	16,3	16,8	15,9	16,3
17	Altura de la rodilla	52,4	52,4	52,5	51,7	52,3
18	Altura de la fosa poplítea	42,0	41,6	41,9	41,8	41,8
28	Anchura codo a codo	46,6	48,0	51,4	51,3	49,3
29	Anchura de las caderas	42,1	42,4	44,0	43,4	43,0
41	Largura nalga - fosa poplítea	49,9	50,8	50,4	49,8	50,2
42	Largura nalga - rodilla	59,2	59,5	59,7	59,4	59,5
46	Perímetro bideltoides	113,1	115,8	118,1	116,2	115,8
47	Perímetro meso esternal	96,5	99,5	101,5	101,3	99,7
51	Perímetro brazo flexionado	31,0	32,5	35,0	33,9	33,1

Fuente:(Prado & Gonzalez, 2015)

Para el diseño de la máquina se tuvo en cuenta las dimensiones antropométricas del percentil 95 de la población laboral colombiana en un rango de edades de 20-59 años, es decir casi toda la población. Teniendo en cuenta las pautas establecidas en el principio de diseño antropométrico para un intervalo ajustable puesto que le permitirá a cada operario ajustar la máquina a su medida. (Mondelo, 2014)

- **Espacio reservado para piernas y altura del plano de trabajo en postura sentada.**

De acuerdo a la norma UNE EN 14738, “el espacio reservado para albergar las piernas cuando se trabaja sentado frente a una máquina, debería tener las siguientes dimensiones:

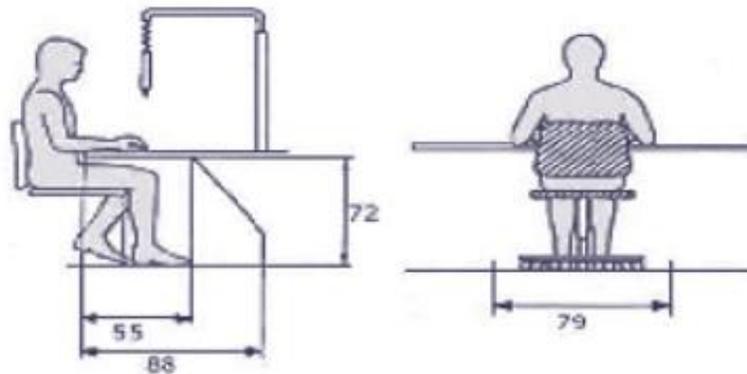
-Altura 72cm

-Anchura 79cm

-Profundidad 55cm a la altura de la rodilla

-Profundidad para piernas y pies 88cm”.(Instituto De Biomecanica De Valencia, 2016,p.35)

Ilustración 8. Espacio reservado para piernas.

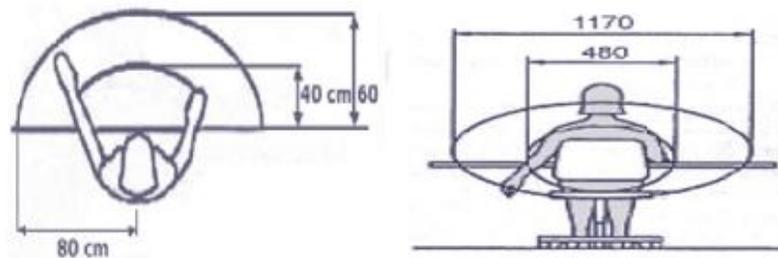


Fuente:(Instituto De Biomecanica De Valencia, 2016,p.35)

- **Zonas de alcance optimas del área de trabajo**

“Una buena disposición de los elementos a manipular en el área de trabajo no nos obligará a realizar movimientos forzados”.(Chavarría, 1987)

Ilustración 9. Zonas de alcance optimas del área de trabajo.



Fuente: (Instituto De Biomecanica De Valencia, 2016,p.34)

- **Mesa de trabajo**

“Debe facilitar el desarrollo adecuado de la tarea; por ello debemos exigir que cumpla los siguientes requisitos:

- ✓ Altura aproximadamente 700 mm.
- ✓ La superficie mínima de 1.200 mm de ancho y 800 mm de largo.

- ✓ El espesor de 30 mm.
- ✓ La superficie será de material mate y color claro suave, rechazándose las superficies brillantes y oscuras.
- ✓ Permitirá la colocación y los cambios de posición de las piernas".(Chavarría, 1987)

- **Silla de trabajo**

Para que se complemente el diseño ergonómico de la máquina es necesario proponer la implementación de una silla diseñada con el mismo propósito de eliminar condiciones sub estándar en la posición de trabajo del operario (posición base sedente). No sería consistente implementar el uso de una máquina diseñada pensando en el bienestar del operario, si este uso no es complementado con una silla que se corresponda con esa preocupación y fin. Es por ello y buscando además mejorar el desempeño, que se proponen a continuación alternativas de sillas que puedan dar respuesta a esta necesidad expuesta.

En la tabla 17 se hace un comparativo de sillas ergonómicas que cumplen con los requerimientos necesarios para el puesto de trabajo.

Tabla 17. Comparativo sillas ergonómicas

Marca	Mixo	Sileti	Ergonomus
Imagen			

Marca	Mixo	Silleti	Ergonomus
Material	Base en poliamida reforzada con fibra de vidrio tapizada con tela o en eco cuero	Asiento acolchado en tela Mesh de alta resistencia. Espaldar transpirable en malla Mesh.	Paño escocia de uno x uno. Espaldar con espuma laminada en poliuretano D-18, espesor de 50 mm y el asiento con espuma inyectada con una densidad de 60.
Asiento			
Ancho	46 cm	54 cm	44 cm
Profundidad	46 cm	47 cm	48 cm
Respaldo			
Ancho	43 cm	46 cm	40 cm
Profundidad	52 cm	56 cm	50 cm
Altura total	100 cm	98 cm	N/A
Costo	\$ 360.000	\$ 240.000	\$ 299.000

Fuente: Elaboración autores

De acuerdo a los criterios planteados anteriormente la silla que se recomienda es la de la marca Ergonomus la cual cumple con los requerimientos ergonómicos para este puesto de trabajo, además de permitir graduar la altura, profundidad e inclinación del espaldar mediante perillas, también cuenta con un cilindro neumático para ajustar la altura del asiento con elevación de gas y maneja una garantía de 3 años. No descarta esa recomendación, la selección de una silla de otra marca que ofrezca estas mismas prestaciones.

- **Dimensiones recomendadas para acceso con el pie o apoyapiés**

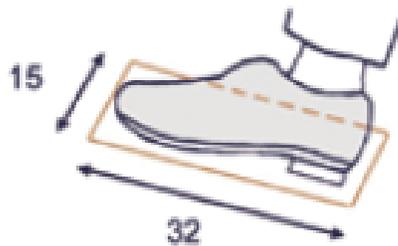
“Dimensiones de acceso para pedales considerando:

- Anchura 150 mm.
- Longitud del pie 320 mm”(Instituto De Biomecanica De Valencia, 2016).
- “Altura 50 a 250mm.

- Inclinación de 10°.

Se recomienda asimismo que la superficie de apoyo de los pies este constituida de material antideslizante”(Chavarría, 1987).

Ilustración 10. Dimensiones recomendadas para acceso con el pie.



Fuente: (Instituto De Biomecanica De Valencia, 2016,p.40)

- **Dimensiones recomendadas para los apoyabrazos**

“Son empleados para trabajos que exigen gran estabilidad de la mano y en aquellos en los cuales no requieren de gran libertad de movimiento y no es posible apoyar el antebrazo en el plano de trabajo”(Chavarría, 1987).

- Anchura 60 - 100 mm.
- Longitud - que permita apoyar el antebrazo y el canto de la mano.
- La forma de los apoyabrazos será plana con los rebordes redondeados”.(Chavarría, 1987)

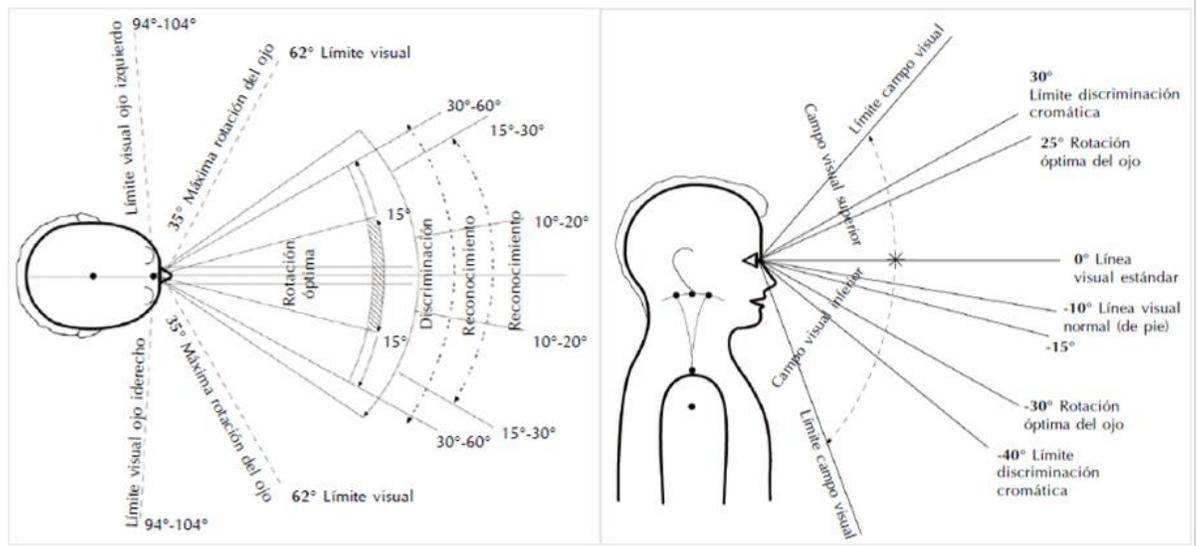
- **Diseño de dispositivos de información y mandos**

“Los ángulos de visión se dividen en las siguientes zonas:

- Zona A: Recomendada

- Zona B: Aceptable
- Zona C: Inadecuada”.(Instituto De Biomecanica De Valencia, 2016)

Ilustración 11. Campo visual



Fuente: (Morgenstern, 2011)

- **Mandos**

De acuerdo a la actividad a realizar se deben tener en cuenta los mandos a utilizar ver tabla 18:

Tabla 18. Tipos de mandos

Mandos	Accionamiento puntual			Accionamiento continuo	
	Activación	Entrada de datos	Selección	Selección Continua	Control Continuo
Pulsador manual	Excelente	Bueno	No recomendado	No aplicable	No aplicable
Pulsador de pie	Bueno	No aplicable	No recomendado	No aplicable	No aplicable

Mandos	Accionamiento puntual			Accionamiento continuo	
	Activación	Entrada de datos	Selección	Selección Continua	Control Continuo
Interruptor de palanca	Bueno pero propenso a activación accidental	No aplicable	Bueno	No aplicable	No aplicable
Interruptor giratorio	Utilizable, pueden confundirse sus posiciones.	No aplicable	Excelente	No aplicable	No aplicable
Botón	No aplicable	No aplicable	Pobre	Bueno	Regular
Manivela	Sólo si hay que hacer mucha fuerza	No aplicable	No aplicable	Regular	Bueno
Volante	No aplicable	No aplicable	No aplicable	Bueno	Excelente
Palanca	Bueno	No aplicable	Bueno	Bueno	Bueno
Pedal	Regular	No aplicable	No aplicable	Bueno	Regular

Fuente:(Instituto De Biomecanica De Valencia, 2016,p.57).

Confort Ambiental

Según la norma NTP 242, “Existe una correspondencia entre las condiciones del ambiente de trabajo y el colaborador en virtud de asegurar que los factores ambientales se encuentren dentro de los límites del confort para garantizar un ambiente idóneo para el desarrollo de las actividades del puesto de trabajo”.(Chavarria, 1987)

Dentro de los factores ambientales están:

- **Ambiente luminoso**

Según la resolución 180540 de 2010, en los lugares de trabajo donde se realicen procesos de giro y enrollamiento se debe afirmar el cumplimiento de los siguientes niveles de iluminancia.

El valor medio (500 lx) de iluminancia, el cual debe ser considerado como el objetivo de diseño.

En la tabla 19 se encuentran los valores máximos permitidos para el deslumbramiento (UGR).(Energía, 2010)

Tabla 19. Nivel de iluminación de acuerdo al tipo de trabajo

Tipo de recinto y actividad	UGR	Niveles de Iluminancia (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
Rompimiento de la paca, cardado, hilado	25	200	300	500
Giro, embobinado, enrollamiento peinado, tintura	22	300	500	750
Balanceo, rotación (conteos finos) entretejido, tejido	22	500	750	1000
Costura, desmante o inspección	19	750	1000	1500

Fuente: (Energía, 2010)

“Como requisitos a tener en cuenta para una correcta iluminación del área de trabajo serán:

- ✓ Evitar las superficies de trabajo con materiales brillantes y colores oscuros.
- ✓ Se dispone de ventanas que permiten el ingreso de luz natural durante toda la jornada laboral.

- ✓ Considerar la elección del color de los elementos que integran el puesto de trabajo y el entorno puesto que los colores poseen unos coeficientes de reflexión determinados y provocan unos efectos psicológicos como se puede observar en la siguiente tabla 20".(Chavarría, 1987)

Tabla 20. Efectos psicológicos de los colores

Color	Sensación de distancia	Temperatura	Efectos psíquicos
Azul	Lejanía	Frio	Relajante – Lentitud
Verde	Lejanía	Frio - Neutro	Muy relajante – Reposo
Rojo	Proximidad	Caliente	Muy estimulante – Excitación
Naranja	Gran proximidad	Muy caliente	Excitante – Inquietud
Amarillo	Proximidad	Muy caliente	Excitante – Actividad
Violeta	Proximidad	Frio	Excitante – Agitación

Fuente: (Chavarría, 1987).

- **Ambiente sonoro**

“Para los trabajos que exigen un grado de concentración el ruido puede ser un verdadero problema, no en el aspecto de pérdida de audición sino en el de confort”(Chavarría, 1987).

De acuerdo a la resolución 1792 de 1990 se tienen los siguientes valores como límites permisibles para exposición ocupacional al ruido.

Tabla 21. Límites máximos permisibles de exposición al ruido

Nivel de exposición al ruido	Tiempo de exposición
85 dB	8 horas
90 dB	4 horas

Nivel de exposición al ruido	Tiempo de exposición
95 dB	2 horas
100 dB	1 hora
105 dB	30 minutos
110 dB	15 minutos

Fuente: Elaboración autores

- **Ambiente térmico**

Según la norma NTP 242, “el trabajo en posición sentado es una actividad sedentaria, las condiciones de confort térmico serán las indicadas en la tabla 22”.(Chavarría, 1987)

Tabla 22. Valores aconsejables de temperatura en trabajos de oficina.

	Invierno	Verano
Temperatura	19 – 21	20 – 24
Humedad relativa	40 – 60	40 – 60
Velocidad aire	0,15	0,25
Diferencia temperatura entre 1,1 y 0,1 m del suelo	< 3°	< 3°

Fuente: (Chavarría, 1987)

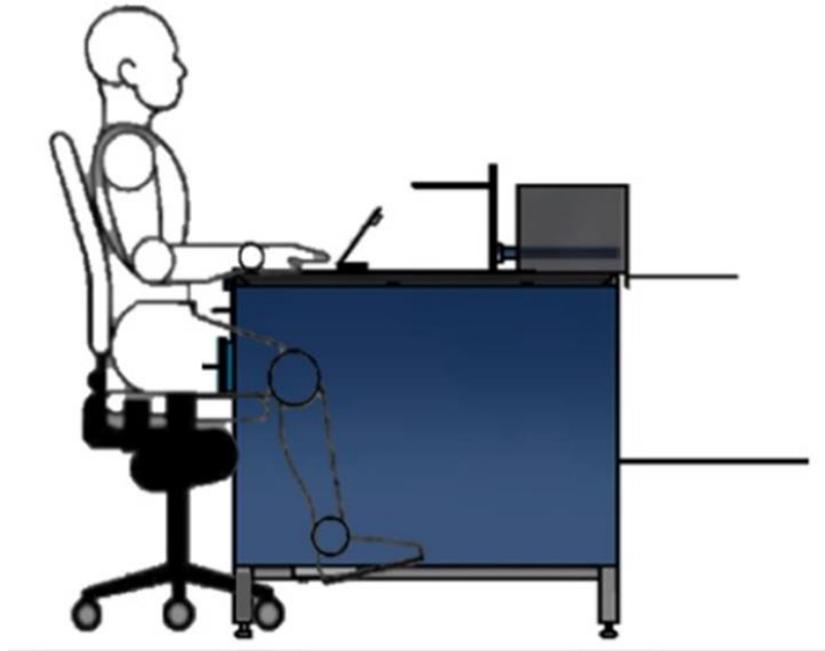
7.2.1 Perfil de carga biomecánico propuesto para el enrollado en máquina

Con la puesta en marcha de la máquina enrolladora de neumático se reducen las lesiones musculoesqueléticas derivadas de la sobrecarga biomecánica en la estructura corporal debido a posturas inadecuadas, movimientos repetitivos y esfuerzos generados por el desarrollo del enrollado manual.

Con las mejoras propuestas en el diseño de la máquina se obtiene un ambiente de trabajo ergonómico en postura sentado logrando reducir la carga biomecánica en los siguientes aspectos:

- Diseño de estructura según estándares antropométricos para trabajo en postura sentada.
- Instalación de apoyabrazos los cuales reducen tensión en la espalda y los hombros garantizando al colaborador la estabilidad de la mano y el descanso del brazo adoptando una postura ergonómica para el desarrollo de su trabajo.
- Instalación de apoyapiés facilitando la correcta posición del cuerpo y reduciendo la tensión de las piernas y el cuerpo. El beneficio que se obtiene es de tipo ergonómico reduciendo el dolor espalda y los problemas de circulación (varices)
- El uso de una silla ergonómica la cual se acomoda a la antropometría del cuerpo humano garantiza una postura sedente, sana y ergonómica para la ejecución de esta tarea. Permitiéndole al colaborador la relajación de los músculos, libertad de movimiento, reducción de molestias en la espalda y mejorar su rendimiento laboral.

Ilustración 12. Perfil biomecánico



Fuente: Elaboración autores

8. FASE 2: PRE DISEÑO

En esta etapa se definieron las bases del producto a materializar, incluyendo la búsqueda de información y recursos existentes acerca del proyecto.

Así mismo se establecieron los requisitos y deseos que se quieren obtener en el producto final como las dimensiones y los componentes básicos ineludibles para la puesta en marcha de la máquina teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la fase 1.

8.1 INVESTIGACIÓN DE SOLUCIONES EXISTENTES

De la recopilación de toda la información primaria y secundaria acerca de los diferentes avances en la creación de máquinas enrolladoras de neumático para balón, se encontraron las siguientes ver ilustración 13-14 y 15, las cuales servirán como referencia para el diseño de la máquina a implementar

Ilustración 13. Máquina enrolladora de neumático para balón con brazos enrolladores



Fuente: Elaboración autores

Ilustración 14. Máquina enrolladora de neumático para balón con plato enrollador



Fuente: (Bejarano, 2014)

Ilustración 15. Máquina enrolladora de neumático para balón con plato enrollador, cubierta y apoyabrazos.



Fuente: (Bejarano, 2015)

Basado en los modelos de las soluciones existentes se propone implementar las siguientes mejoras al prototipo a diseñar.

8.2 PARTES DE LA MÁQUINA ENROLLADORA DE NEUMÁTICO

- **Estructura**

Estructura en tubo cuadrado de acero referencia SAE 1010 de 1" pulgada unida por soldadura, la cual está diseñada para soportar el mecanismo y el conjunto de piezas que la conforman y a su vez siguiendo las especificaciones ergonómicas establecidas para un puesto de trabajo en posición sentado. Tomando como referencia para su diseño la mesa de trabajo de una máquina de coser industrial (ver ilustración 16).

Ilustración 16. Estructura mesa de trabajo máquina de coser.



Fuente: (Higtex Discover, 2006)

- **Motor ahorrador de energía:** Con el propósito de minimizar el consumo de energía eléctrica, los niveles de ruido y las vibraciones generadas por los clutch motor modelo implementado en las maquinas enrolladoras de neumático convencionales, se propone implementar un nuevo modelo de motores diseñados para máquinas de coser industriales denominados servo

motores ahorradores (Ver ilustración 17) los cuales poseen las siguientes características:

- “Ahorro en el consumo de energía eléctrica entre un 50% y 75% de acuerdo a la situación descrita en la tabla 23.

Tabla 23. Ahorro de energía.

Situación	Motor Clutch necesita energía	Motor Ahorrador
La máquina deja de trabajar	125W	5W
La máquina está trabajando	250W	140W

Fuente: (JACK)

- Caja de control en donde se puede: encender o apagar el motor, ajustar la potencia del motor y variar la velocidad de 1600rpm a 4200rpm.
- Su peso y su tamaño son inferiores a los motores convencionales.
- Accionamiento único por pulsador de pedal.
- Parada de emergencia, automática ante cualquier interferencia de radiofrecuencia o sobrecarga”. (Higtex Discover, 2006)

Ilustración 17. Conjunto servo motor ahorrador de energía.



Fuente: (Mercado libre Colombia, s.f.)

De acuerdo a los criterios planteados en la siguiente tabla los motores que se recomiendan son los de las marcas Jintex y Jack los cuales cumplen con los requerimientos de voltaje, potencia y velocidad además de tener un costo asequible y todos los accesorios precisos para su instalación y funcionamiento.

Tabla 24. Comparativo de servo motores ahorradores de energía.

Marca	Jintex	Jack	Juki
Imagen			
Potencia	600W	550W	550W
Voltaje	110V	110V	110V
Velocidad	0 - 4500 rpm	0 - 4500 rpm	0 - 4500 rpm
Peso Aprox.	4,5kg	6,5kg	6kg
Ahorro de energía	Hasta un 70%	Hasta un 70%	Hasta un 70%
Accesorios	Tapa y Varilla de pedal	Tapa y Varilla de pedal	No cuenta con accesorios
Costo	\$ 359.999	\$ 360.000	\$ 827.990

Fuente: Elaboración propia

- **Poleas:** Su función principal es transmitir el movimiento del eje del motor al eje del mecanismo del plato enrollador fabricadas en acero SAE 1045.

Ilustración 18. Poleas



Fuente: (Reparo Máquinas, 2014)

- **Correa:** Consiste básicamente en una cinta cerrada de caucho con forma trapezoidal. Su función es unir y transmitir el movimiento de rotación generado por la polea del motor hacia la polea del mecanismo del plato enrollador.

Ilustración 19. Correa.

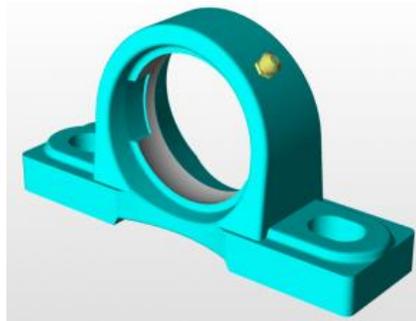


Fuente: (Eureka Parts, 2020)

- **Chumacera:** “es un cuerpo de acero moldeado las cuales poseen orificios para fijarla a la estructura de la máquina y en el cuerpo es alojado el rodamiento directamente”. (QUE ES DEFINICION, CONCEPTO Y APLICACION, 2019)

Se emplea para mantener el eje alineado o posicionado durante el proceso de enrollado permitiendo el movimiento giratorio del eje hacia el plato enrollador e impidiendo el desplazamiento lineal del mismo. Su especificación técnica es rodamiento tipo puente UCP 205

Ilustración 20. Chumacera.



Fuente: (Que es Definición, Concepto y Aplicación, 2019)

- **Rodamiento:** Su función es permitir el movimiento circular del eje de rotación en el mecanismo del plato enrollador, sin que haya fricción al momento de la rotación. Fabricado en acero tratado mediante temple. Debido a que la presentación del producto es un elemento clave dentro del proceso de comercialización e influye en la decisión de compra, esta debe ser cuidada al extremo ofreciendo a los clientes potenciales un balón agradable a la vista, libre de manchas que puedan desmejorar su aspecto. Por tal razón se consideran rodamientos auto lubricado para evitar tareas de lubricación manual por parte del colaborador que puedan manchar el material o dañar la estética del producto.

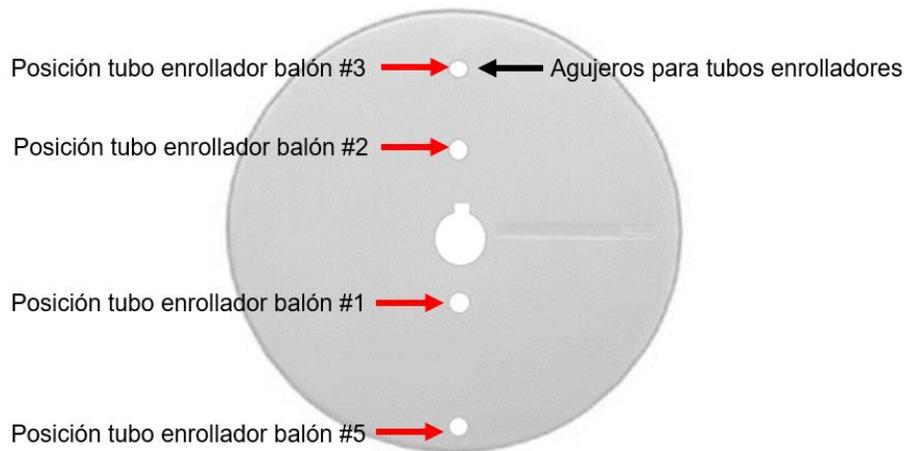
Ilustración 21. Rodamiento.



Figura: (Todo sobre Circuitos, s.f.)

- **Plato enrollador:** plato o volante de acero SAE 1010 que en su superficie plana lleva agujeros pasantes de 6,5 mm de diámetro a diferentes radios de distancia partiendo de su centro y cuyos radios dependen del tipo de balón a enrollar.

Ilustración 22. Plato Enrollador



Fuente: Elaboración propia

- **Tubos enrolladores:** tubo redondo de aluminio de 6 mm de diámetro exterior, 4 mm de diámetro interior y 1mm de pared. El cual permite en su interior el paso del hilo para enrollar el neumático.

Ilustración 23. Tubos Enrolladores



Fuente: (Pinterest, s.f.)

- **Eje conducido:** varilla calibrada de 1" pulgada SAE 1045 la cual lleva en su centro una perforación de 8,5 mm de extremo a extremo por donde ingresa el hilo para entregarlo directamente al plato enrollador el cual se ubica en uno de sus extremos, este eje es el encargado de recibir el movimiento transmitido por el eje del motor y esta soportado por dos chumaceras.

Ilustración 24. Eje Conducido.



Fuente: autores

- **Ruedas de Apoyo:** ruedas industriales de goma o gaucho, son las encargadas de mantener el neumático a una altura adecuada permitiendo la rotación del mismo, están soportadas por un eje roscado vertical el cual

permite al colaborador modificar su altura según los requerimientos del producto a fabricar.

Ilustración 25. Ruedas de Apoyo.



Fuente: Elaboración autores

- **Guardas de seguridad:** son las encargadas de brindar mayor seguridad al operario y a su vez proteger el mecanismo de la máquina de todos los posibles daños a los que se pueda ver expuesta.

Ilustración 26. Guardas de seguridad.



Fuente: (Dreamstime, s.f.)

8.2.1 Adaptaciones ergonómicas

Con el objetivo de asegurar al colaborador una postura adecuada en la realización de su tarea se propone implementar las siguientes soluciones ergonómicas:

- **Apoyabrazos:** fabricados en espuma viscoelástica que se adapta a la forma del brazo y permite disipar la presión del mismo, cubierto en tela de poliéster la cual repele hongos, mohos y bacterias.

Ilustración 27. Apoyabrazos.



Fuente: (Amazon, 2020)

- **Apoyapiés:** estructura en lámina recubiertos por una superficie de apoyo en caucho corrugado antideslizante.

Ilustración 28. Apoyapiés.



Fuente: (Higtex Discover, 2006)

Con el diseño de la máquina enrolladora de neumático se hacen valiosos aportes a la ergonomía como:

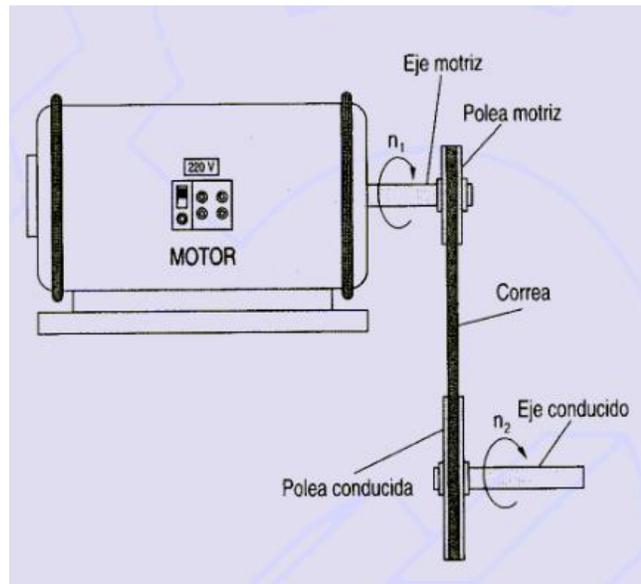
- Diseño de estructura según estándares antropométricos para trabajo en postura sentado y aprovechamiento de espacios facilitando la adopción de posturas corporales correctas y cómodas.
- Pines circulares de nivelación los cuales permitirán una altura ajustable de la máquina.
- Cumplimiento de estándares de confort ambiental en aspectos como: color de la máquina, bordes suaves, materiales, ubicación de mandos, indicadores visuales, reducción de ruido, vibraciones y fatiga ocular.
- Instalación de apoyapiés facilitando la correcta posición del cuerpo y reduciendo la tensión de las piernas.

8.3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

- **Mecanismo de transmisión simple**

“Se trata de un sistema formado por dos poleas situadas a cierta distancia que giran a la vez con el objetivo de transmitir la potencia mecánica proporcionada por el eje del motor al plato enrollador a través del eje conducido el cual se encuentra soportado por dos chumaceras en la estructura de la máquina”.
(González Viñas, 2014)

Ilustración 29. Mecanismo de Transmisión Simple.



Fuente: (Gonzales, 2014)

- **Sistema de activación y variación de velocidad**

Paso 1: Conectar el cable de alimentación del motor a la fuente de energía eléctrica para obtener los 110 Voltios necesarios para su correcto funcionamiento.

Paso 2: Presionar el interruptor de encendido y apagado en la unidad de control.

Paso 3: Configurar los parámetros de velocidad en la caja de control.

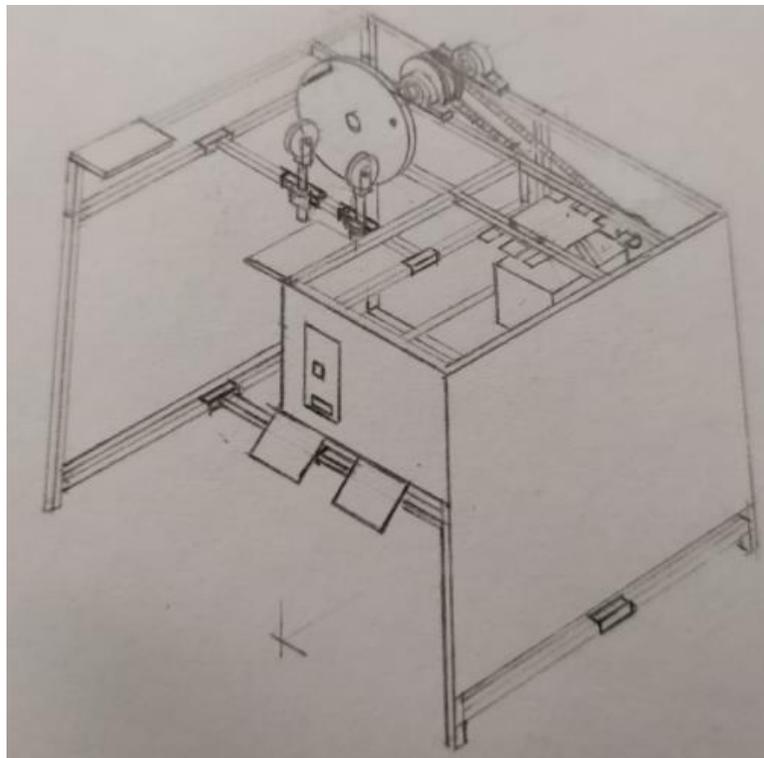
Pasó 4: Puesta en marcha del motor el cual es accionado únicamente por el pulsador de pedal que se encuentra en la base de la estructura.

9. FASE 3: DISEÑO

Durante esta fase se definirá la arquitectura de la máquina es decir se determinarán los materiales a utilizar en la elaboración de la máquina y se realizarán los bocetos y el diseño de la misma con la asistencia de un software CAD.

De acuerdo a la información recolectada en las fases 1 y 2 de todas las especificaciones técnicas tanto del proceso de enrollado de neumático como de los estándares ergonómicos para un puesto de trabajo en posición sentado, se realizaron los planos de cada una de las piezas que integran la máquina (ver anexos 1-11) obteniendo como resultado final el modelado del prototipo digital en el software INVENTOR.

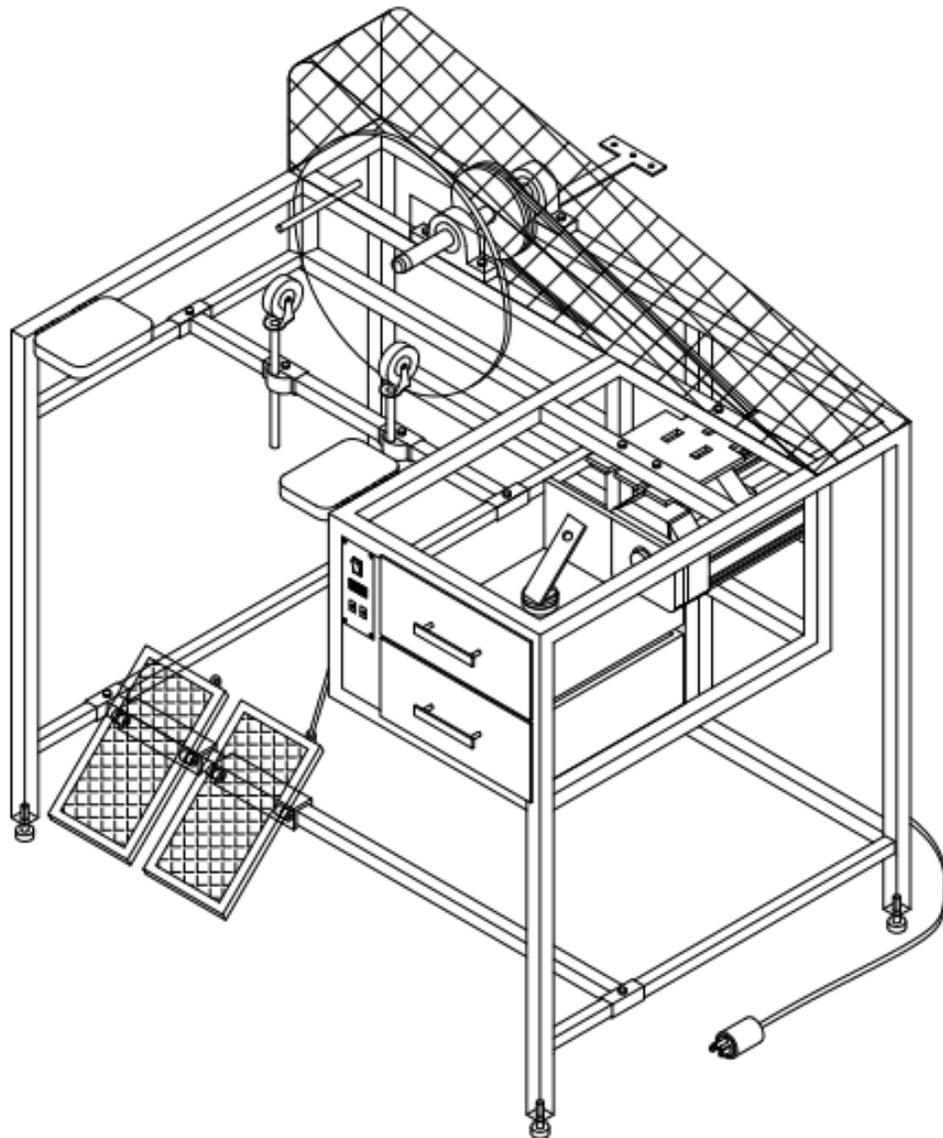
Ilustración 30. Boceto máquina enrolladora de neumático.



Fuente: Elaboración autores.

El boceto anterior representa la concepción inicial de la máquina, generada a partir de ideas preliminares, como un primer acercamiento al objetivo buscado. Este boceto surge del análisis de la tarea y de la visualización y análisis de videos asociados a este proceso.

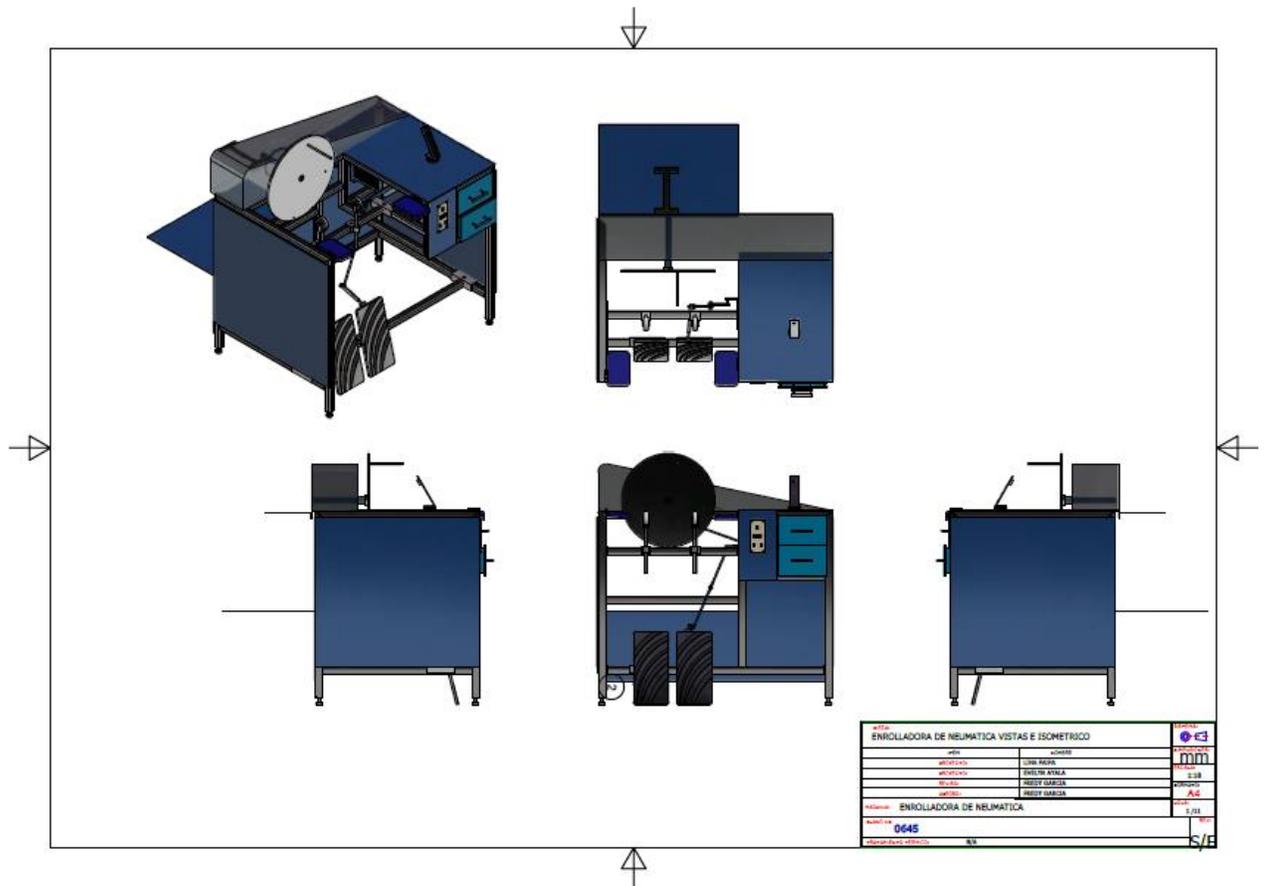
Ilustración 31. Plano isométrico máquina enrolladora de neumático.



Fuente: Elaboración autores.

El plano anterior plasma la materialización de la idea dando cumplimiento a los criterios ergonómicos, antropométricos, y de confort, además de los requisitos del proceso de enrollado de neumático.

Ilustración 32. Modelado en 3D máquina enrolladora de neumático.

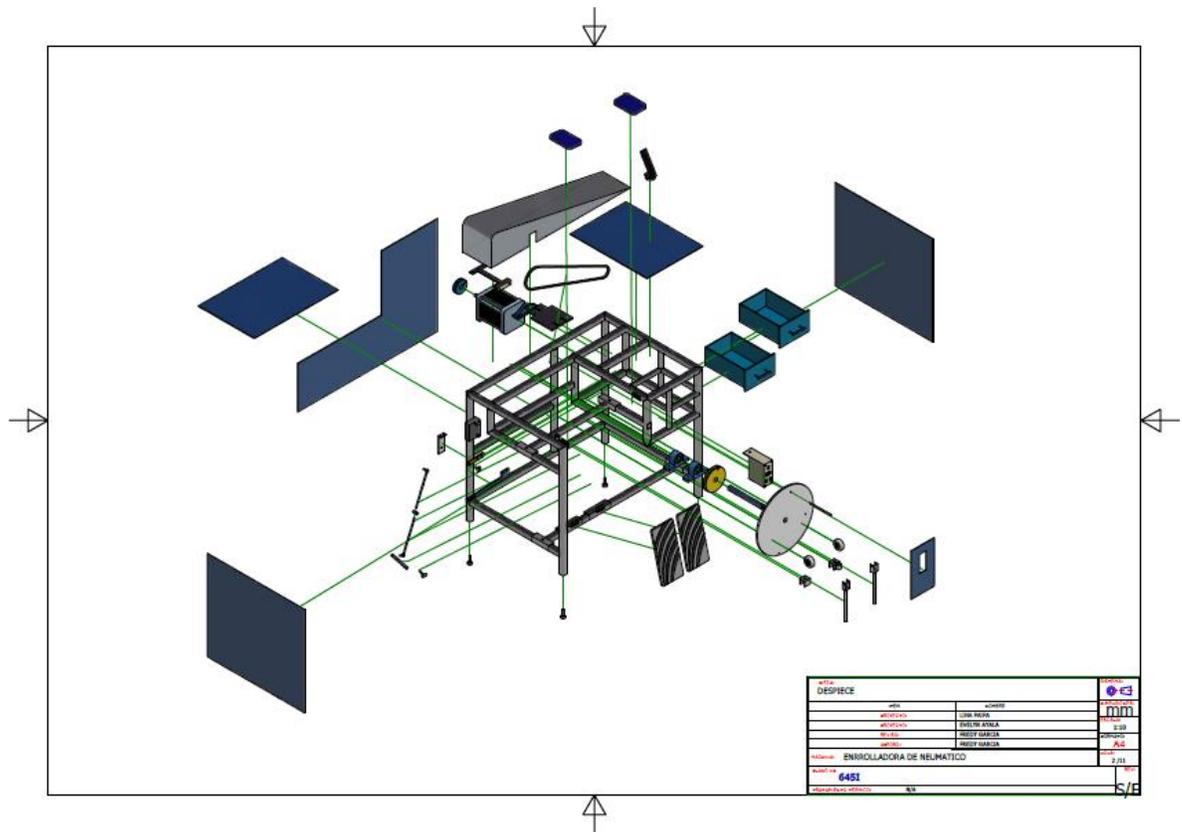


Fuente: Elaboración autores.

En la ilustración anterior se observa la arquitectura del modelado en 3D del prototipo digital obtenido en la etapa de diseño de la máquina enrolladora de neumático.

La siguiente ilustración muestra la representación gráfica de cada una de las piezas que forman parte de la máquina enrolladora de neumático.

Ilustración 33. Despiece máquina enrolladora de neumático.



Fuente: Elaboración autores.

A continuación, se desglosa la lista de los materiales proyectados para la realización de la máquina, añadiéndose también su costo.

Tabla 25. Lista de materiales

Parte	Materiales / Elementos constitutivos	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Estructura	Tubo estructural cuadrado en acero SAE 1010 de 1"	13,64	m	\$ 2.350	\$ 32.054
	Tubo estructural cuadrado en acero SAE 1010 de 3/4"	2,1	m	\$ 2.000	\$ 4.200
	Soldadura 7018 de 1/8 de diámetro	5	Kg	\$ 13.500	\$ 67.500
	Pintura en aceite	1	gal	\$ 42.000	\$ 42.000
Motor	Servomotor marca Jack	1	und	\$ 360.000	\$ 360.000
Apoyabrazos	Lamina en acero A36 de 1/8"	30*30	cm	\$ 50.000	\$ 50.000
	Bisagras de 5cm para metal	4	und	\$ 1.100	\$ 4.400
	Tornillo goloso para metal en acero 1045 de 3/16"	8	und	\$ 100	\$ 800
	Espuma de visco elástica de 2cm de espesor	30*30	cm	\$ 31.900	\$ 31.900
	Tela de poliéster para muebles	40*40	cm	\$ 24.100	\$ 24.100
	Hilo terlenka	10	m	\$ 6.500	\$ 6.500
	Aguja para talonar	1	und	\$ 5.000	\$ 5.000
Apoyapiés	Lamina en acero A36 de 1/8"	32*30	cm	\$ 60.000	\$ 60.000
	Pegante bóxer	1	Frasco	\$ 3.800	\$ 3.800
	Hoja de caucho antideslizante	32*30	cm	\$ 25.000	\$ 25.000
	Platina en acero SAE 1010 de 1-1/4"* 1/4"	0,9	m	\$ 3.850	\$ 3.850
	Tornillos métricos de 12mm*12mm	4	und	\$ 800	\$ 3.200
	Bisagras de 12mm para metal de 3 secciones longitud 150 mm	2	und	\$ 4.000	\$ 8.000
	Buje barra perforada en acero 1045 de 5/8" (diámetro exterior), (1/4" diámetro interior), longitud 10mm	1	und	\$ 2.000	\$ 2.000
Ruedas de apoyo	Rodachinas en goma de 6cm de diámetro exterior	2	und	\$ 5.800	\$ 11.600
	Platina en acero 1010 de 1"*1/8"	2,4	m	\$ 2.350	\$ 5.650
	Buje barra perforada en acero 1045 de 1" (diámetro exterior), (3/8" diámetro interior), longitud 1"	2	und	\$ 3.000	\$ 6.000

Parte	Materiales / Elementos constitutivos	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
	Varilla roscada en acero 1045 de 1/2" UNC (Rosca Ordinaria)	40	cm	\$ 100	\$ 4.000
	Platina en acero SAE 1010 de 1-1/4"* 1/4"	2,4	m	\$ 3.850	\$ 9.250
	Tornillo en acero 1045 de 1/2"*1/2" UNC (Rosca ordinaria)	2	und	\$ 500	\$ 1.000
Guarda de seguridad	Malla electro soldada en acero SAE 1010	100*50	cm	\$ 50.000	\$ 50.000
	Pintura en aceite	1/8	gal	\$ 5.250	\$ 5.250
Soporte hilos	Angulo en acero SAE 1011 de 1" *1/8"	10	cm	\$ 50	\$ 500
	Platina en acero 1010 de 1"*1/8"	25	cm	\$ 50	\$ 1.250
	Tornillos en acero 1045 de 1/4"espesor*1/2"largoUNC (Rosca ordinaria)	2	und	\$ 250	\$ 500
Plato enrollador	Lamina en acero A36 de 3/4"(espesor)	40*40	cm	\$ 54	\$ 86.150
Polea	Lamina en acero A36 de 1"(espesor)	14*14	cm	\$ 100	\$ 19.600
Tubo enrollador	Tubo en acero inoxidable de 1/4"(Diámetro exterior)	15	cm	\$ 2.250	\$ 2.250
Eje	Barra perforada en acero 1045 de 1" (Diámetro exterior) 5/16" (Diámetro interior)	24	cm	\$ 450	\$ 10.800
Mecanismo	Chumacera UCP 205-16	2	und	\$ 19.000	\$ 38.000
	Tornillos en acero 1045 de 3/8"*2" UNC (Rosca ordinaria)	4	und	\$ 600	\$ 2.400
Elemento de transmisión	Correa en caucho trapezoidal	1	und	\$ 75.100	\$ 75.100
Cubiertas o Tapas	Lamina en acero A36 calibre 18 mm	100*200	cm	\$ 65.000	\$ 65.000
Compartimientos o cajones	Lamina en acero A36 calibre 18 mm	100*100	cm	\$ 32.500	\$ 32.500
	Tornillo de 1/4 *1/2 unc	4	und	\$ 500	\$ 2.000
	Manija plana	2	und	\$ 4.000	\$ 8.000
Pines circulares de nivelación de altura	Tornillo 10 mm	4	und	\$ 600	\$ 2.400
	platina 1 *1/8 roscada	10	cm	\$ 50	\$ 500
	Pata para mueble (caucho negro)	4	und	\$ 3.400	\$ 13.600

Parte	Materiales / Elementos constitutivos	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Palanca adaptador freno motor	Platina en acero 1010 de 2"* 1/4	30	cm	\$ 100	\$ 3.000
	Tornillo 1/4" unc	1	und	\$ 250	\$ 250
Soporte pistola de aire	Platina en acero 1010 de 1- 1/2" *1/8	20	cm	\$ 50	\$ 1.000
	Platina en acero 1010 de 2" *1/4	5	cm	\$ 100	\$ 500
	Imán de 50*10 mm	1	und	\$ 15.000	\$ 15.000
TOTAL					\$1.207.354

Fuente: elaboración autores

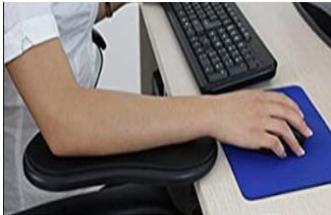
10. FASE 4: ANÁLISIS DE MEJORAS

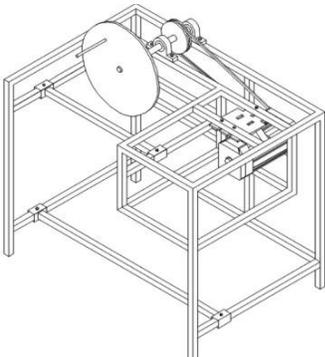
Para dar cumplimiento al objetivo 3: Establecer las mejoras obtenidas con el prototipo propuesto. En esta fase se realiza un análisis de las mejoras esperadas con la implementación del prototipo digital propuesto. Este análisis contempla el estudio de aspectos como reducción de tiempos de proceso (para la operación puntual de enrollado), incremento de los niveles de producción y en consecuencia incremento de los ingresos por ventas.

10.1 MEJORAS IMPLEMENTADAS EN EL DISEÑO DEL PROTOTIPO

Tabla 26. Mejoras a implementar basadas en las soluciones existentes

Mejora a implementar	Descripción de la mejora
	<p>Instalación de guarda en malla metálica. El beneficio que se obtiene es garantizar la seguridad y protección del personal encargado de la tarea eliminando el riesgo de atrapamiento y permitiendo la continua inspección del mecanismo de transmisión.</p>
	<p>Cambiar los brazos enrolladores por un plato enrollador el cual posee diferentes orificios para la instalación de los tubos enrolladores.</p> <p>El beneficio que aporta es una mayor seguridad al operario mitigando el riesgo de atrapamiento, ya que en este prototipo se contempla solo un tubo enrollador y su ubicación es favorable para la operación.</p>

Mejora a implementar	Descripción de la mejora
	<p>Instalación de apoyabrazos los cuales reducen tensión en la espalda y los hombros garantizando al colaborador la estabilidad de la mano y el descanso del brazo adoptando una postura ergonómica para el desarrollo de su trabajo.</p>
	<p>Instalación de apoyapiés facilitando la correcta posición del cuerpo y reduciendo la tensión de las piernas y el cuerpo. El beneficio que se obtiene es de tipo ergonómico reduciendo el dolor espalda y los problemas de circulación (varices).</p>
	<p>Cambio de motor por un servo motor ahorrador de energía que permite la variación de la potencia y velocidad (500 a 3000 rpm) accediendo a que el trabajador ajuste el funcionamiento de la máquina según su destreza motriz (manos). Con este cambio se obtienen beneficios ergonómicos como el confort ambiental (Ruido y vibración).</p>
	<p>Instalación de pines circulares de nivelación de altura de la máquina.</p>
	<p>El servo motor a implementar posee una unidad de control la cual brinda la posibilidad de visualizar y regular la velocidad y la potencia del motor. La activación o desactivación del mismo y un sistema de seguridad el cual garantiza su correcto funcionamiento.</p>

Mejora a implementar	Descripción de la mejora
	<p>Diseño de estructura según estándares antropométricos para trabajo en postura sentada.</p> <p>Eliminación de travesaños que impiden adoptar una adecuada postura para la elaboración de la tarea.</p> <p>Traslado ubicación motor de posición vertical a lateral para mayor aprovechamiento del espacio.</p>

Fuente: Elaboración autores

10.2 MEJORAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO

Con la implementación de este prototipo se proyecta obtener el siguiente rendimiento en el proceso productivo.

Teniendo en cuenta el estudio de tiempos realizado al proceso de enrollado manual y según la evidencia digital para el enrollado en máquina del siguiente video (<https://www.youtube.com/watch?v=5JZ-s27Mcel>) en el cual se desarrolla esta tarea, aclarando que se le suma 30 segundos de tolerancia ya que el operario que ejecutara esta tarea requiere de un entrenamiento para desarrollar la destreza necesaria comparada a la que muestra el video de referencia.

Tabla 27. Análisis de mejoras proyectadas en el proceso de enrollado de neumático

Tipo de enrollado	Tiempo en (min)	Neumáticos enrollados				Incremento de la producción	utilidad (\$700/Balón fabricado)
		Por hora	Por día/turno de 8 horas	semanal (lunes-viernes)	Unidades mensuales		
Manual	5,63	10,65	85,2	426	1704	100%	\$ 1.192.800
Máquina	2,00	30	240	1200	4800	281.7%	\$ 3.360.000

Fuente: Elaboración autores

- **Eficiencia operativa:** actualmente con el enrollado manual se obtienen 11 neumáticos en una hora, es decir 85 por turno, al semi automatizar este proceso con la puesta en marcha de la máquina se tiene proyectado enrollar 30 unidades en una hora obteniendo un aumento diario en las unidades producidas de 155 neumáticos llegando a una capacidad máxima de 240 por turno. Lo que le permitirá a Balones Record mejorar su capacidad de producción en un 281,7%, reducir el tiempo y los costos asociados a la misma (mano de obra, hilo, entre otros).

Actualmente el gobierno municipal junto con el programa compra lo nuestro del gobierno nacional buscan el fortalecimiento de las fábricas de balones del municipio, para que ingresen a la plataforma y a la red social de Compra lo Nuestro, logrando así que los fabricantes de balones con sus mipymes puedan recibir de manera gratuita códigos de barra para comercializar en línea sus productos en los Marketplace más importantes, como son Mercado Libre, Linio, Amazon, Alkosto, Falabella, Jumbo, Éxito, Olímpica y de esta manera potencializar este mercado y al mismo tiempo sensibilizar a los colombianos de estos productos que se hacen con manos colombianas. (Periodico Boyacá siete días , 2020)

Con base en lo anterior la fábrica Balones Record percibirá un incremento en la demanda de sus productos y esta máquina jugaría un papel muy importante puesto que le permitiría aumentar la capacidad de producción.

- **Reducción de tiempo de producción del proceso de enrollado de neumático:** Con base en el estudio de tiempos realizado al proceso de enrollado manual se obtuvo un tiempo de 5,63 minutos por neumático y con el enrollado en maquina se proyecta una duración de 2 minutos, es decir, disminuiría en un 64,5% el tiempo de este proceso.

- **Aumento de los beneficios económicos:** Balones Record aumentaría sus utilidades de acuerdo a la producción proyectada, puesto que con la puesta en marcha de la maquina enrolladora de neumático a su proceso productivo, podrá fabricar más unidades en un menor tiempo con una excelente calidad lo que hará esta fábrica competitiva.

Actualmente la fábrica Balones Record maneja un margen de utilidad de \$700 por balón, al fabricar 1704 unidades mensuales con el enrollado manual se obtiene un beneficio económico de \$1.192.800. Con la implementación de esta máquina aumentaría su capacidad productiva a 4800 unidades lo cual incrementaría el valor percibido a \$3.360.000 lo cual significa un incremento porcentual del 181,69%.

Nota 1: de acuerdo a los beneficios económicos (\$3.360.000) proyectados para una capacidad productiva de 4800 unidades, se deja una provisión de \$200.000 para los costos asociados al funcionamiento (energía eléctrica) y mantenimiento (cambio de correas, tiempo del operario, entre otros) de la máquina. Percibiendo un beneficio económico de \$3.160.000 mensual.

- **Propiciar la Mano de obra multifuncional y desarrollo laboral de los empleados:** al operario le llevará la mitad del tiempo enrollando un neumático por tal motivo en las denominadas temporadas bajas cuya producción actual es de 1100 balones a este operario le tomaría solo tres días para cumplir con esta producción según los cálculos realizados en la tabla 7.

Lo cual significa que este operario se podría capacitar o entrenar en otra tarea haciendo de este un operario multifuncional para mejorar el servicio que provee.

- **Reducción de costos:** al ser una tarea manual implica que el colaborador invierta más tiempo en este proceso, además de ser susceptible al error humano generando desperdicios (hilo) y un mayor costo para la fábrica. Con la semi automatización de este proceso Balones Record podrá cumplir con las especificaciones requeridas en peso, forma (redondez) y cantidad de hilo con menos recursos, realineando la tarea y eliminando los desperdicios asociados a esta.

Balones Record podría renegociar el precio que se paga por el enrollado de neumático, puesto que la carga física y mental que tenía este colaborador en el enrollado manual se reduciría notoriamente por tratarse de un proceso semiautomatizado y con estándares ergonómicos. Es decir, si actualmente se paga \$450 por neumático, se podría reducir a \$250 obteniendo los siguientes beneficios económicos como se evidencia en las tablas 27 y 28.

Tabla 28. Comparativo costos mano de obra proceso enrollado de neumático

Tipo de enrollado	Unidades por hora	Costo mano de obra			Unidades enrolladas diarias	Utilidad obtenida
		Por neumático	Por hora	Diario (8 horas)		
Manual	11	\$ 450	\$ 4.950	\$ 39.600	88	\$ 22.000
Máquina	30	\$ 250	\$ 7.500	\$ 60.000	240	\$ 108.000

Fuente: Elaboración autores

Con base en los datos anteriores aun cuando con el incremento de producción, se pague más en mano de obra con el enrollado en máquina, se obtendrá una eficiencia operativa mayor que se verá reflejada en los niveles de producción y los beneficios económicos percibidos con este tipo de enrollado.

En la siguiente tabla se realiza el comparativo de la duración y el costo asociado al enrollado de 240 neumáticos, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 29. Comparativo de tiempos y costos proceso enrollado de neumático

Tipo de enrollado	Unidades (neumáticos)	Costo mano de obra		Duración (días)
		Por neumático	Total	
Manual	240	\$ 450	\$108.000	2,7
Máquina	240	\$ 250	\$60.000	1

Fuente: Elaboración autores

Con los nuevos volúmenes de producción que generaría la adquisición de la máquina las utilidades se ven incrementadas a \$3.160.000 como se aprecia en la tabla 26, se espera recuperar la inversión proyectada para la construcción de la máquina (\$1.207.354), fijando cuotas mensuales de \$100.612. Con este cálculo no se castigan las utilidades mensuales lo cual hace que sea mucho más fácil el pago y sean menos sensibles las finanzas de la compañía.

11. CONCLUSIONES

- ✓ Con un diagnóstico y aplicación de evaluaciones ergonómicas adecuadas y pertinentes se pueden identificar de manera precisa las condiciones disergonómicas del puesto de trabajo y los requerimientos a tener en cuenta para la realización del prototipo digital de la máquina.
- ✓ El diseño representa en la ingeniería una parte fundamental ya que gracias a este se pueden materializar ideas que se convierten en solución a las necesidades de la industria. Para el objeto de estudio de este proyecto se logra llevar de la imaginación al papel y del papel al modelado 3D, la concepción del prototipo digital de una máquina enrolladora de neumático capaz de aportar mayor seguridad y bienestar al colaborador permitiéndole desarrollar su tarea de forma eficiente y en un ambiente óptimo, incrementando sus niveles de productividad.
- ✓ El aporte de la ergonomía, el diseño y la tecnología representan mejoras significativas en los procesos productivos y brindan un mayor confort al colaborador logrando transformar procesos artesanales que son desarrollados normalmente de manera manual en procesos semi automatizados que aportan a la competitividad de las pequeñas y medianas empresas (pymes).
- ✓ Con una inversión relativamente pequeña en tecnología y en mejoramiento de procesos se pueden lograr resultados significativos representados en el aumento de la capacidad de producción y la reducción de tiempos, costos y esfuerzos, los cuales pueden verse reflejados en el incremento de las utilidades.

- ✓ Aunque la técnica de enrollado de neumático para balón en máquina ya es conocida en muchos lugares, el diseño que se genera a través de este proyecto tiene un alto grado de diferenciación en cuanto a la concepción de adaptaciones ergonómicas, variación de velocidad del motor con base en la destreza del colaborador y la adaptación de un plato enrollador poli dimensional el cual permite enrollar diferentes tipos de balones de acuerdo al tamaño dependiendo de la necesidad del momento.

- ✓ Si bien en la mayoría de las empresas mipymes de tipo artesanal hay resistencia al cambio, algunas de ellas consideran la adopción de la tecnología como una alternativa importante para la mejora de sus procesos productivos y el incremento de sus niveles de eficiencia en productividad. Lo anterior nos permite concluir que la tecnología siempre va de la mano con el desarrollo de las organizaciones.

12.RECOMENDACIONES

- Las autoras recomiendan la implementación de esta máquina enrolladora de neumático para el proceso de fabricación de balones, ya que de acuerdo al análisis de mejoras la fábrica de balones Record obtendría un aumento considerable de la productividad, eficiencia en el proceso, impulso al talento humano multifuncional y optimización en el uso de materias primas (hilo).
- La adopción de tecnología además de la capacitación permanente requiere de compromisos de seguridad inherentes a cada colaborador dentro del proceso productivo. Es por ello que para la posterior implementación de esta máquina enrolladora se deben observar todas las normas de seguridad asociadas al mismo.
- Es muy importante enfocar esfuerzos que se encaminen hacia la implementación de ayudas tecnológicas en los procesos de elaboración de balones en la fábrica balones Record los cuales les generarían mejoras operacionales, ergonómicas y económicas haciéndola más competitiva en el mercado local, regional y nacional.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía Municipio de Monguí. (22 de Mayo de 2018). *Alcaldía municipal de Monguí*. Obtenido de División política: <http://www.mongui-boyaca.gov.co/municipio/division-politica>
- Amazon. (2020). *Amazon*. Obtenido de Apoyabrazos: <https://www.amazon.es/Allcaca-Apoyabrazos-Ordenador-Ajustable-Oficina/dp/B06ZZ7K4JN>
- AutoDesk. (2020). *AutoDesk*. Obtenido de Inventor: <https://latinoamerica.autodesk.com/products/inventor/overview?plc=INVPR OSA&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
- Bejarano. (20 de Noviembre de 2014). *Youtube*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=5JZ-s27Mcel>
- Bejarano. (19 de Febrero de 2015). Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=g5pZQfpveTU>
- Chavarría, R. (1987). NTP 242 : Ergonomía : análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo*, 7.
- Cuestionario, R. D. E. L. (2020). *Informe de resultados del cuestionario de factores de riesgo ergonómico y daños*. 1–23.
- De conceptos. (s.f.). *De conceptos*. Obtenido de <https://deconceptos.com/general/actividad#:~:text=A-,Concepto%20de%20actividad,la%20voluntad%2C%20hacia%20un%20obj etivo>.
- De máquinas y herramientas. (9 de Septiembre de 2016). *De máquinas y herramientas*. Obtenido de Tipos de roscas: <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-manuales/cuales-son-los-distintos-tipos-de-roscas-y-como-se-clasifican-una-guia-para-distinguir-las-y-conocer-las>
- Deutschman, A. D., Michels, W. J., & Wilson, C. E. (1987). *Diseño de Máquinas Teoría y Práctica* (Continental, Ed.).
- Dreamstime. (s.f.). *Dreamstime*. Obtenido de Guardas para motor: <https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-ce%C3%B1a-la-protecci%C3%B3n-de-la-seguridad-del-guardia-para-el-motor-del-ventilador-image98067630>
- Energía, M. de M. y. (2010). *RESOLUCIÓN 180540*. Retrieved from <http://www.ghbook.ir/index.php?name=مجموعه مقالات دومین هم اندیشی سراسری رسانه و تلویزیون>
&option=com_dbook&task=readonline&book_id=13629&page=108&chashk=03C706812F&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component

- Espinilleras personalizadas. (29 de Junio de 2017). *Espinilleras personalizadas*. Obtenido de Historia y evolución de los balones de fútbol: <https://espinilleraspersonalizadas.es/historia-evolucion-los-balones-futbol/>
- Eureka Parts. (2020). *Eureka Parts*. Obtenido de Correa Trapezoidal: <https://www.eurekaparts.com/correas-v-de-12-o-13-mm/3228-correa-trapezoidal-ariens-07211400-ts265914-3582321310893.html>
- García, c. (26 de Octubre de 2012). *García, cesareo*. Obtenido de Percentil: <http://www.cesareox.com/opinion/articulos/75844/el-concepto-de-percentil>
- Gobernación de Boyacá. (2016). *Sistemas De Información Territorial Gobernación De Boyacá Año 2015 Año 2016*. 522.
- Gonzales, J. (2014). *Mecanismos de Trasmisión de Movimiento*. Obtenido de Mecanismo Multiplicador y Reductor de Velocidad: <http://almez.pntic.mec.es/jgonza86/Sistemas%20de%20poleas%20y%20correas.htm>
- González Viñas, J. L. (2 de Diciembre de 2014). *Blog de tecnología*. Obtenido de Mecanismos de transmisión de movimiento.
- Grupo Premium Colombia. (2018). Conozca la cuna del balón en Colombia. *Índice mi Colombia construyendo país*, 24-25. Obtenido de <http://testcolombia.torii.com.co/colombia/revistas/>
- Guadalupe, S. (2011). *PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN, DE UN PUESTO DE TRABAJO PARA COSER BALONES EN LA COMUNIDAD DE SANTIAGO AYUQUILILLA (UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA)*. Retrieved from http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/11505.pdf
- Gutierrez, E., & Abril, E. (2008). ELABORACION DE LA DOCUMENTACION DEL SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD BASADO EN LA NORMA INTERNACIONAL ISO 9001:2008 PARA LA EMPRESA BALONES ARCUEROS. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Higtex Discover. (2006). *Higtex Discover*. Obtenido de Mesas para máquinas de coser: <https://www.cowboysew.com/es-Producto912.htm>
- Higtex Discover. (2006). *Higtex Discover*. Obtenido de Motor servo (ahorrador de energía): <https://www.cowboysew.com/es-Producto909.htm>
- Instituto De Biomecanica De Valencia. (2016). *Manual de Ergonomía para Máquinas del Metal*. Retrieved from <https://www.uniondemutuas.es/wp-content/uploads/2016/08/Manual-ergometal.pdf>
- Iplacex. (2020). Obtenido de Química Orgánica: http://cursos.iplacex.cl/CED/QOC4202/S1/ME_1.pdf
- JACK. (s.f.). *JACK*. Obtenido de JK-T563A-1 JACK SERVO MOTOR DE AHORRO DE: https://3b982c9e-57af-410e-bb9d-2653ebae2df0.filesusr.com/ugd/767b38_1ee9adf28021494c9549ad3329ed00be.pdf

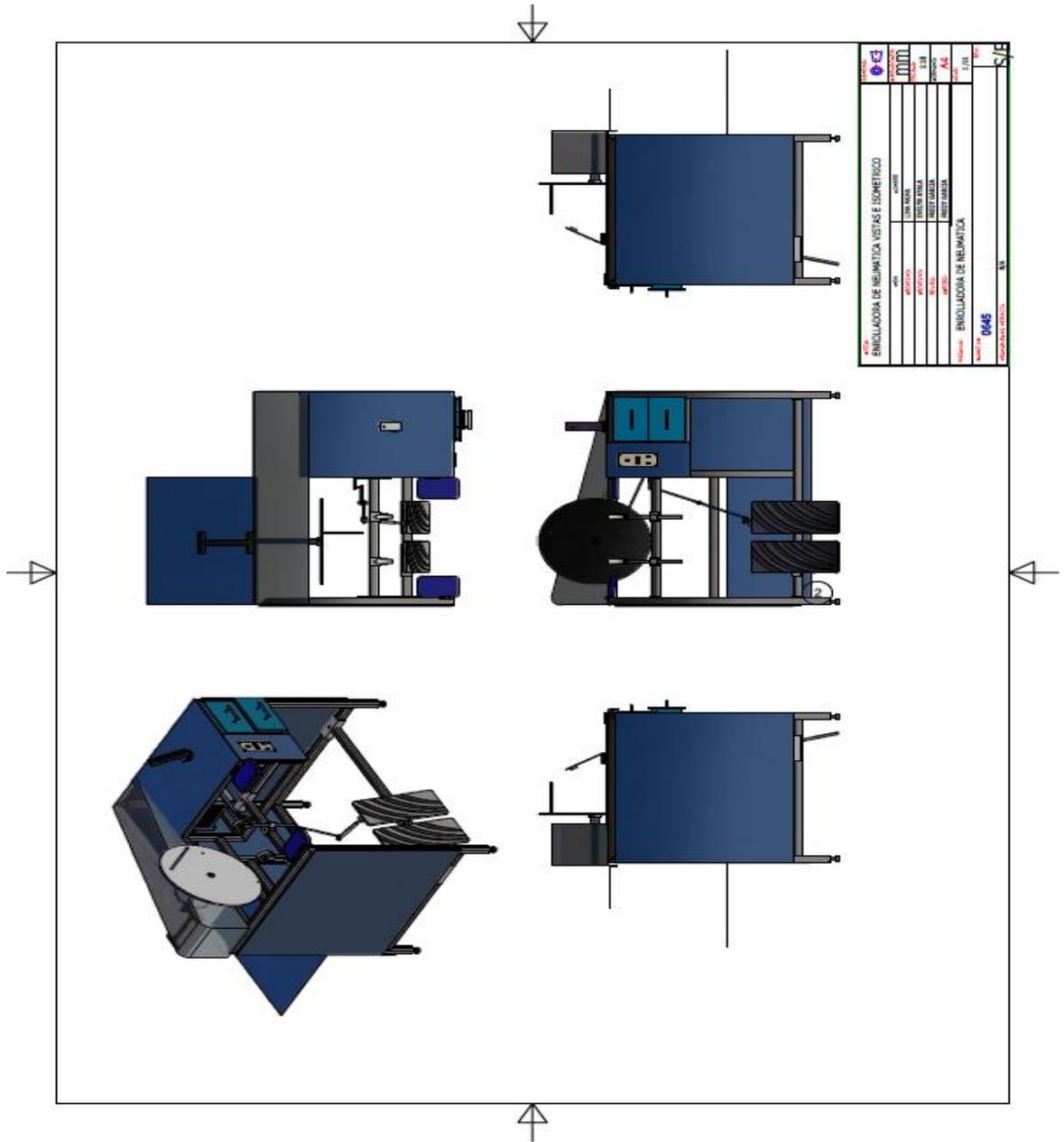
- Loropampa. (s.f.). *Mercado Libre*. Obtenido de Correas de Goma en V: https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-605343307-correas-de-goma-en-v-puso-industrial-marca-strong-o-19-_JM
- Martínez, A. (23 de Febrero de 2020). *Concepto Definición*. Obtenido de Definición de riesgo: <https://conceptodefinicion.de/riesgo/>
- Mercado libre Colombia. (s.f.). *Mercado Libre*. Obtenido de Motor ahorrador de 550w Marca Milenio: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-555528717-motor-ahorrador-de-550w-maquinaria-de-confeccion-_JM?quantity=1#position=6&type=item&tracking_id=4ba6a933-2be5-404d-9a6f-c1106228abd6
- Mibicy. (s.f.). *Mercado Libre Colombia*. Obtenido de Descansos de Brazo Sabio: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-463549720-wise-descansos-de-brazo-sabio-_JM?quantity=1#position=1&type=item&tracking_id=8e3aeac6-ef6d-405a-bff6-07944f677aad
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (Enero de 2020). *Comercio Industria Y turismo*. Obtenido de <https://www.datos.gov.co/Comercio-Industria-y-Turismo/Establecimientos-Comerciales-Del-Municipio-De-Mong/cbnk-fcck/data>
- Mondelo, P. G. E. B. J. B. P. (2014). Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo. In *Ergonomía*.
- Morgenstern, K. (2011). *Señalética*. Obtenido de Aspectos físicos y ergonómicos: <https://senialeticaiset.blogspot.com/2012/08/3dg-senaletica-unidad-3-aspectos-fisico.html>
- Nacional, C., & Trabajo, D. E. C. D. E. (2000). NTP 552. Protección de máquinas frente a peligros mecánicos : resguardos. *Ntp 552.*, 8.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (Duodécima; M. G. Hill, Ed.). MÉxico D.F.
- Pérez, M. (8 de Junio de 2006). *El pueblo que vive de los balones*. Obtenido de EL UNIVERSAL: <https://archivo.eluniversal.com.mx/internacional/50539.html>
- Periodico Boyacá siete días . (3 de Octubre de 2020). *Periodico Boyacá siete días* . Obtenido de Con el programa Compra lo Nuestro, el Gobierno nacional busca apoyar las fábricas de balones de Monguí : https://boyaca7dias.com.co/2020/10/03/con-el-programa-compra-lo-nuestro-el-gobierno-nacional-busca-apoyar-las-fabricas-de-balones-de-mongui-laentrevista-lodijoen7dias/?fbclid=IwAR3dBmGNBXINqbekj0bx_RU7oSNxZJqnkIU5s1CN68WyEK7JqN2RF4nJ9aM
- Pinterest. (s.f.). *Pinterest*. Obtenido de Tubo Redondo de Aluminio: <https://www.pinterest.com.mx/pin/397653842091164831/>
- Prado, L., & Gonzalez, E. (2015). Dimensiones antropométricas de población latinoamericana. *ResearchGate*, (May 2015), 283.
- Prevalia, S. (2013). Riesgos ergonómicos y medidas preventivas en las empresas lideradas por jóvenes empresarios. *Madrid Jóvenes Empresarios Aje*, 1, 1–24.

<https://doi.org/IT-0069/2013>

- QUE ES DEFINICION, CONCEPTO Y APLICACION. (20 de Junio de 2019). *QUE ES DEFINICION, CONCEPTO Y APLICACION*. Obtenido de Chumacera: <https://quees.jmactualidades.com/que-es-la-chumacera/>
- Que es Definición, Concepto y Aplicación. (20 de Junio de 2019). *Que es Definición, Concepto y Aplicación*. Obtenido de Chumacera de pedestal: <https://quees.jmactualidades.com/que-es-la-chumacera/>
- Quintana, J. (2017). *Doc Player*. Obtenido de Proceso: <https://docplayer.es/32831093-Procesos-proceso-es-el-conjunto-de-actividades-relacionadas-y-ordenadas-con-las-que-se-consigue-un-objetivo-determinado.html>
- Rastromáquinas,S.A. (2006). *Rastro máquinas,S.A*. Obtenido de Protección homologada de seguridad para torno: <https://www.rastromaquinas.com/proteccion-homologada-de-seguridad-para-torno-tf/>
- Real Academia Española. (2020). *Real Academia Española*. Obtenido de buje: <https://dle.rae.es/buje>
- Render, B., & Heizer, J. (2014). Render heizer. In *Principios de administración de operaciones* (Novena, p. 406). México: PEARSON EDUCATION.
- Reparo Máquinas. (2014). *Reparo Máquinas*. Obtenido de Poleas: <https://reparomaquinas-repuestos.com/poleas-motores/1114-poleas-motor-compresor-ext-140-mm-eje-19-mm.html>
- Salpér, V. (2020). *El trazo de Viridiana Salpér*. Obtenido de ¿Que es el boceto?: <https://viridianasalper.com/que-es-el-boceto/>
- Suministro Industrial. (2020). *Suministro Industrial*. Obtenido de Mordazas: <https://www.belsaibelsa.com/137-mordazas-herramientas-de-sujecion>
- Timken. (s.f.). *Timken*. Obtenido de Catálogo de soportes para rodamientos de bolas de serie u timken: <https://www.timken.com/resources/timken-u-series-ball-bearing-housed-unit-catalog-spanish/>
- Todo sobre Circuitos. (s.f.). *Todo sobre Circuitos*. Obtenido de Rodamientos para Motores Eléctricos: <https://www.circuitos-electricos.com/rodamientos-para-motores-electricos-proposito-tipos-y-aplicacion/>
- Ucha, F. (Julio de 2010). *Definición ABC*. Obtenido de Definición de tarea: <https://www.definicionabc.com/general/tarea.php>
- Valero, E. (2011). Antropometría instituto nacional de higiene y seguridad en el trabajo. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo*, 1(2), 1–21. Retrieved from [http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Diseno del puesto/DTEAntropometriaDP.pdf](http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Diseno%20del%20puesto/DTEAntropometriaDP.pdf)
- Wikipedia. (5 de Abril de 2020). *Wikipedia*. Obtenido de Monguí: <https://es.wikipedia.org/wiki/Mongu%C3%AD>

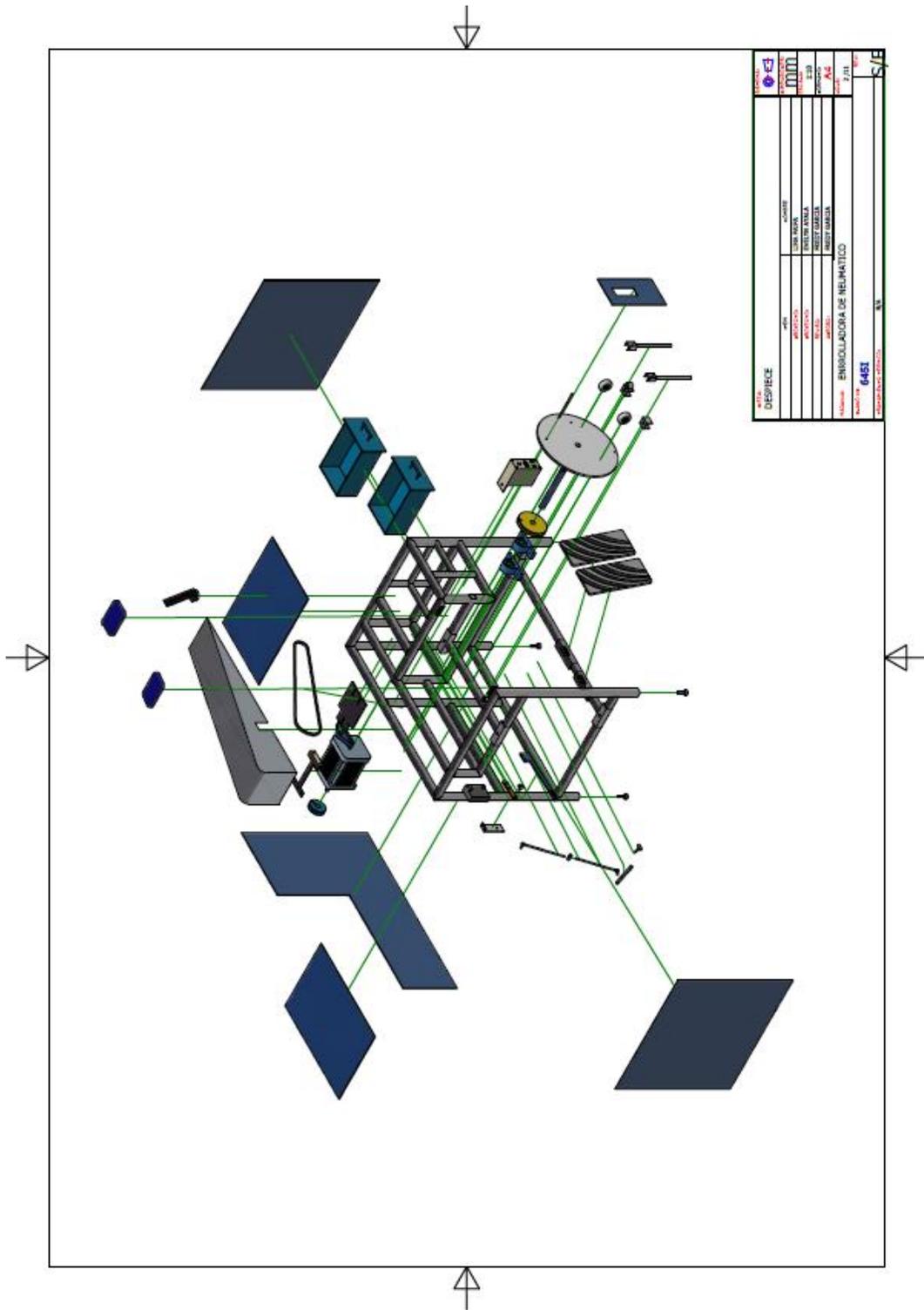
14. ANEXOS

Anexo 1. Isométrico máquina enrolladora de neumático



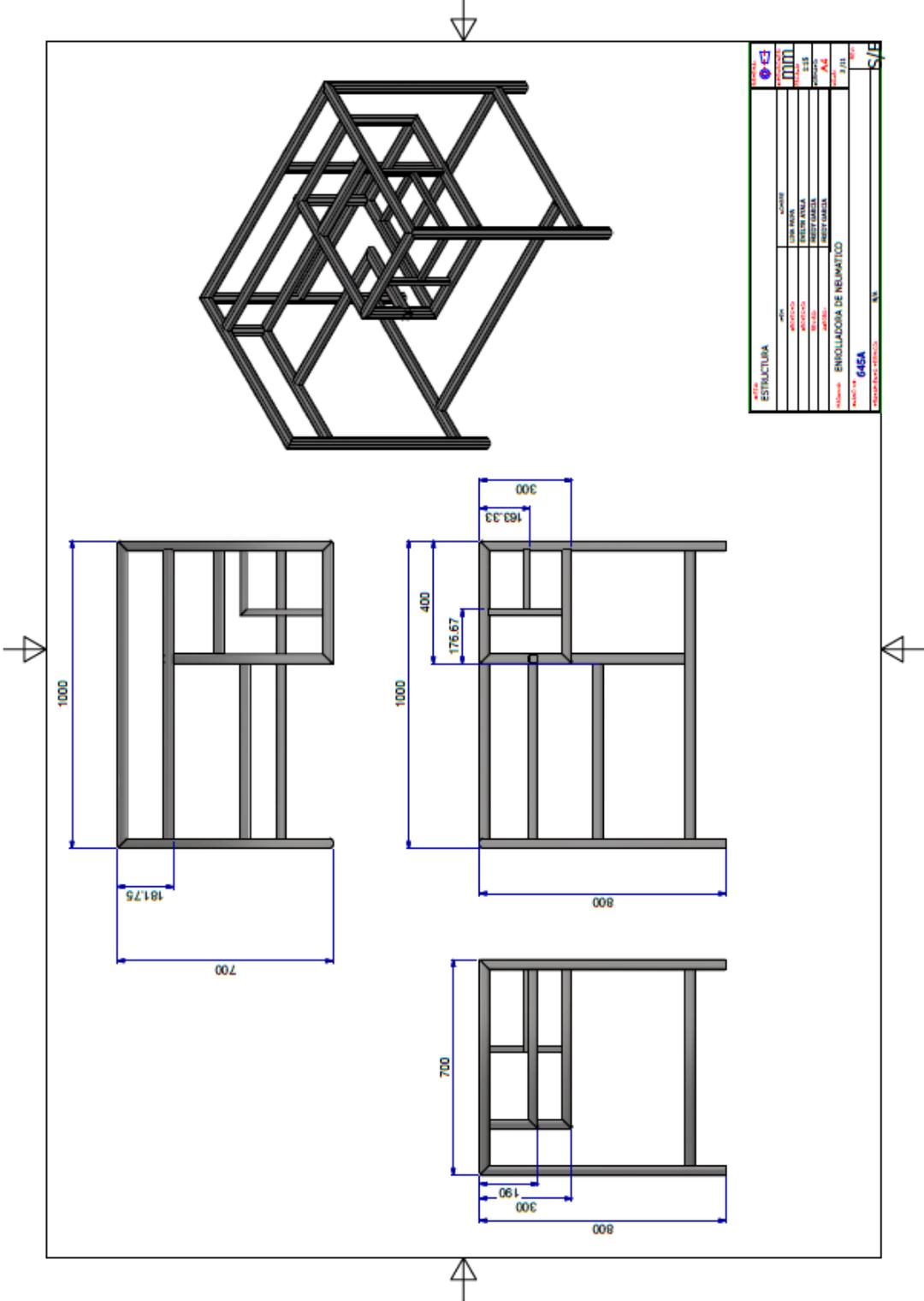
Fuente: Elaboración autores

Anexo 2. Despiece máquina enrolladora de neumático



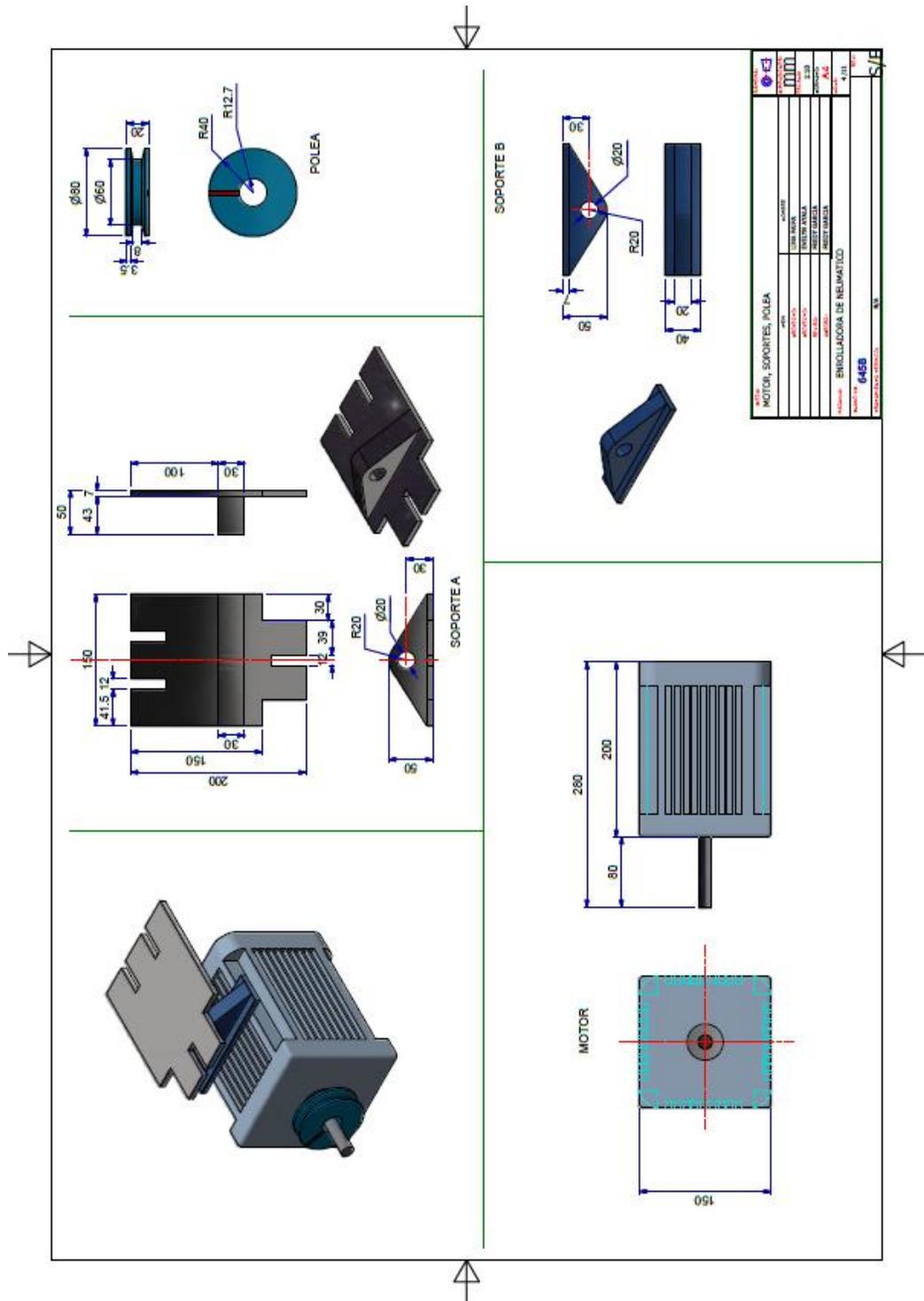
Fuente: Elaboración autores

Anexo 3. Estructura máquina enrolladora de neumático



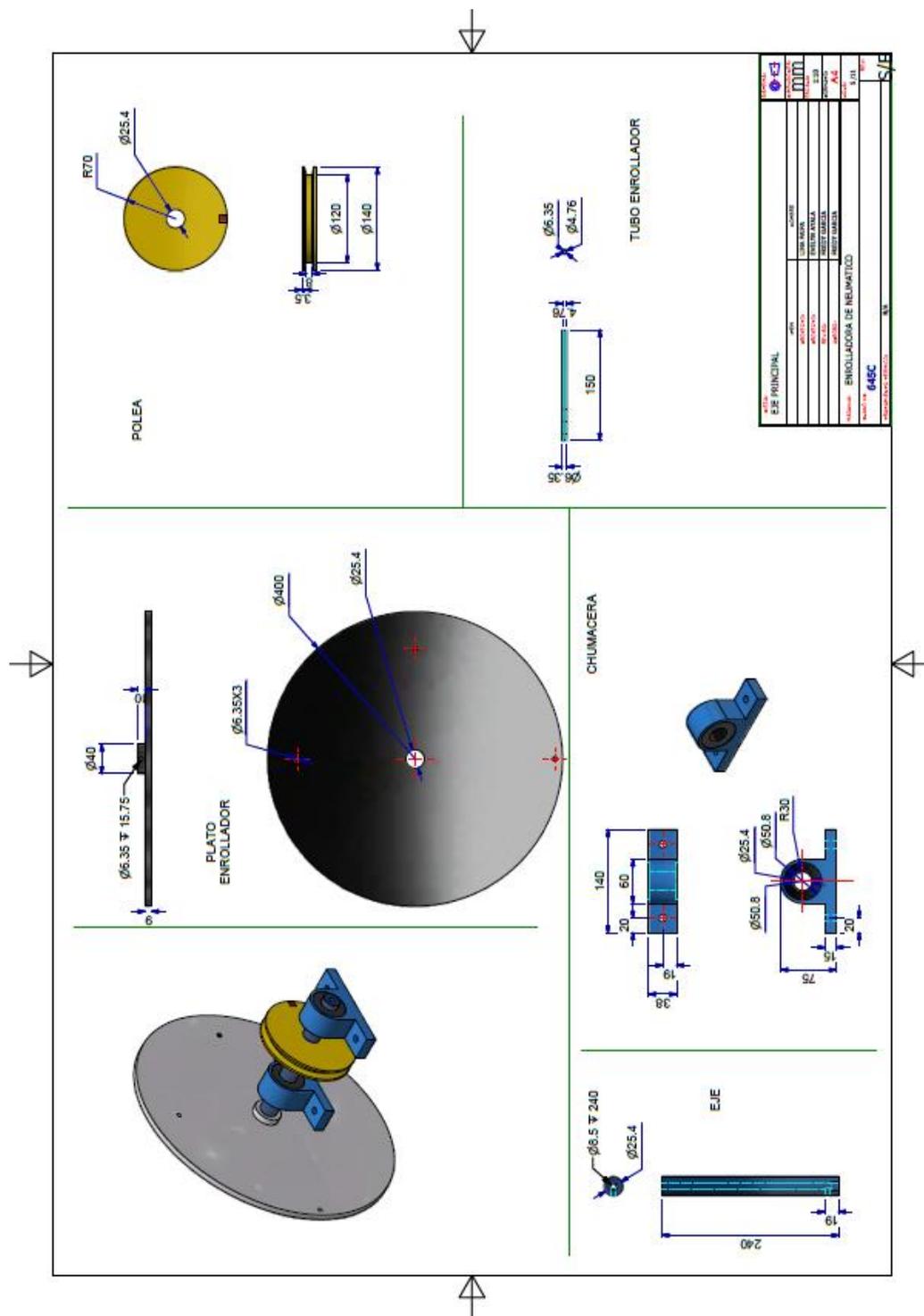
Fuente: Elaboración autores

Anexo 4. Conjunto servo motor



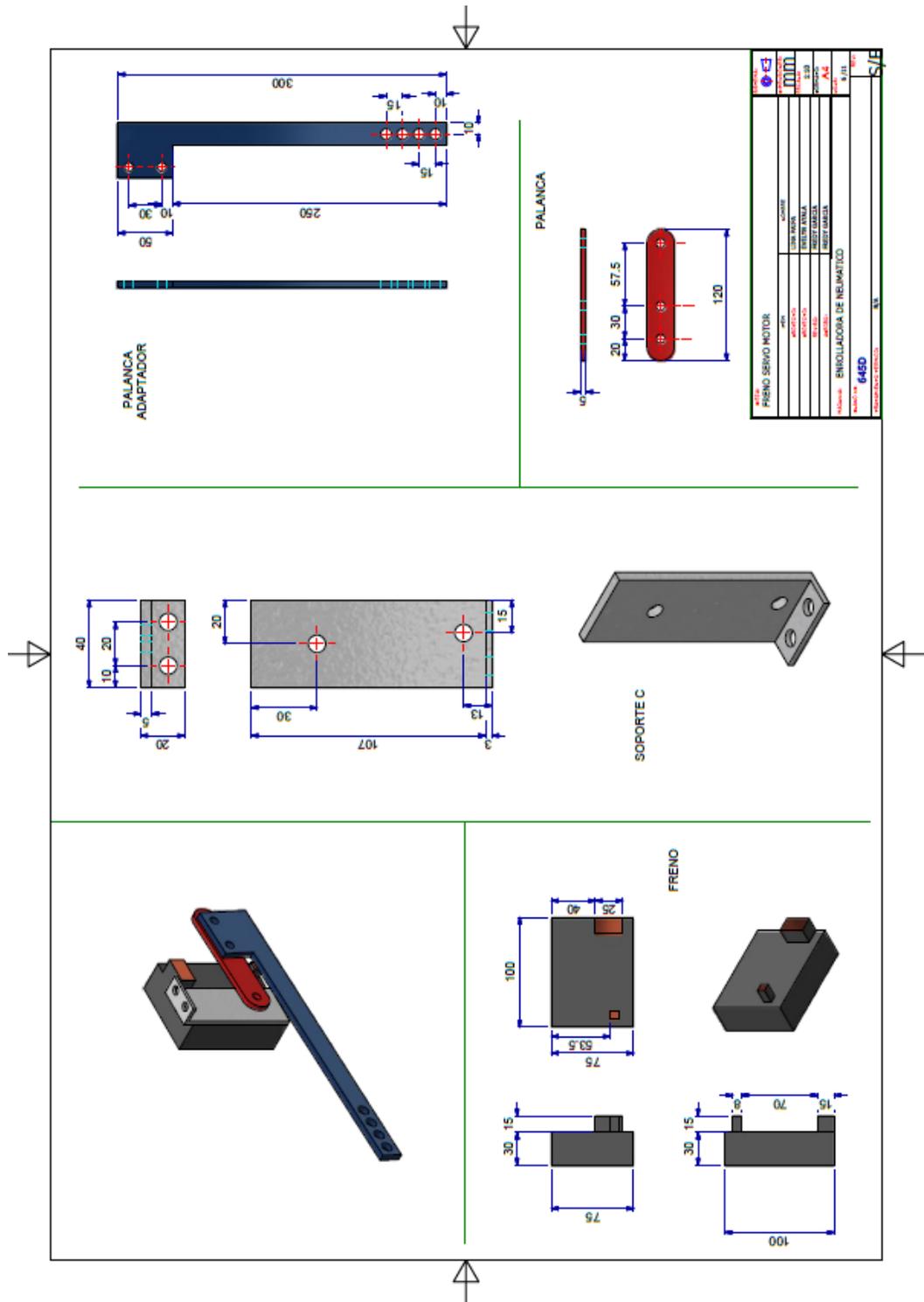
Fuente: Elaboración autores

Anexo 5. Mecanismo de transmisión



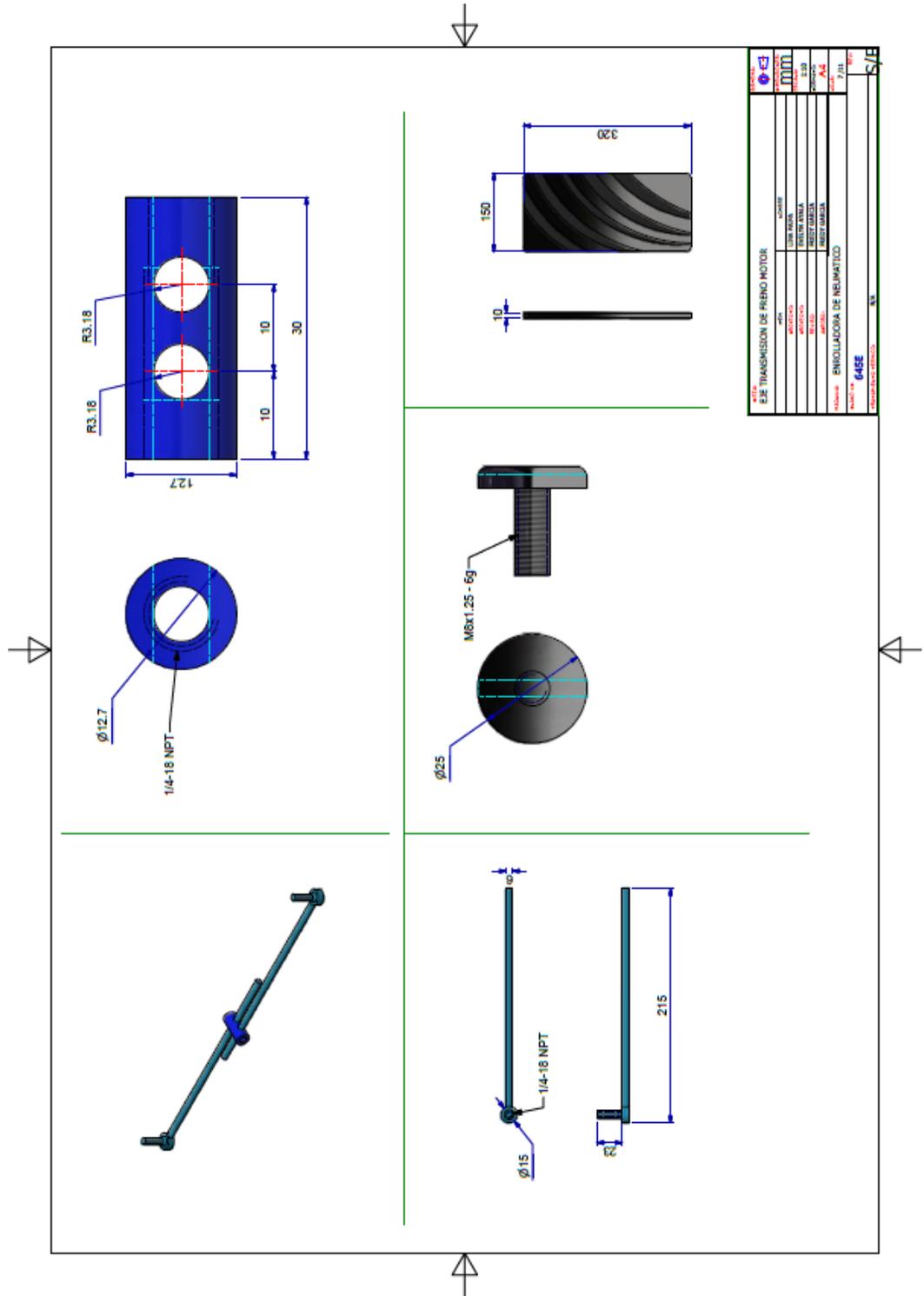
Fuente: Elaboración autores

Anexo 6. Freno servo motor



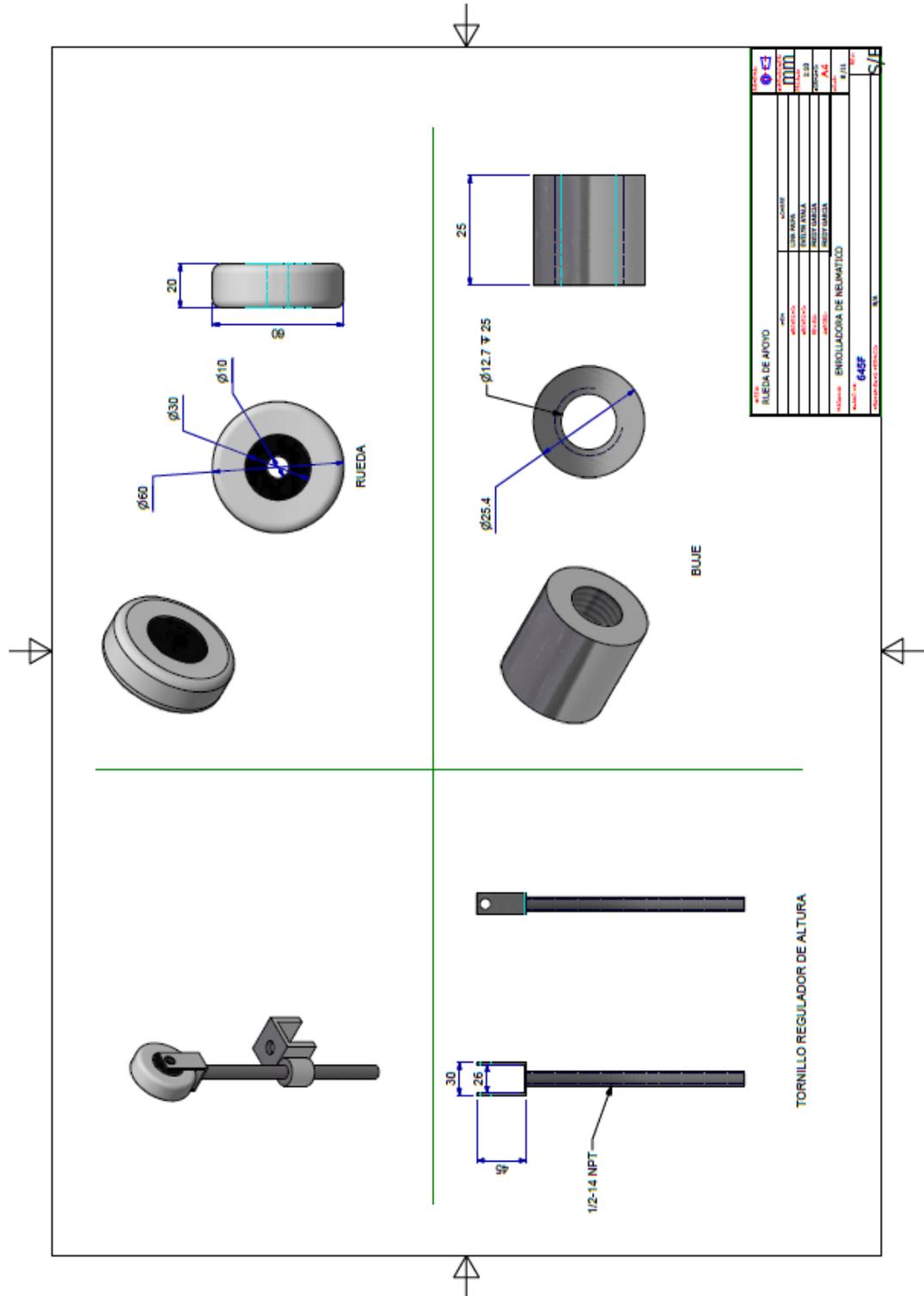
Fuente: Elaboración autores

Anexo 7. Varilla apoyapiés



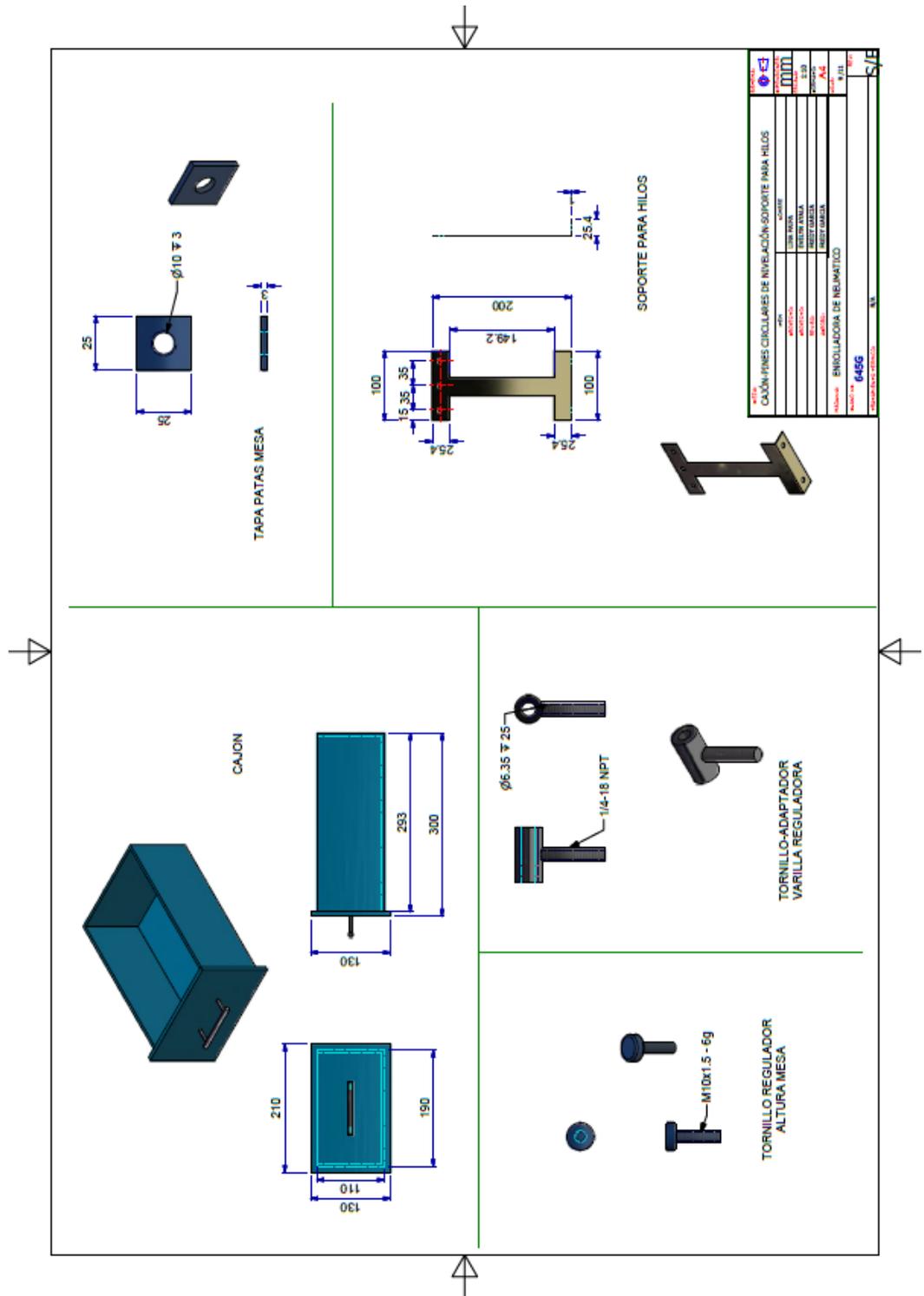
Fuente: Elaboración autores

Anexo 8. Ruedas de apoyo



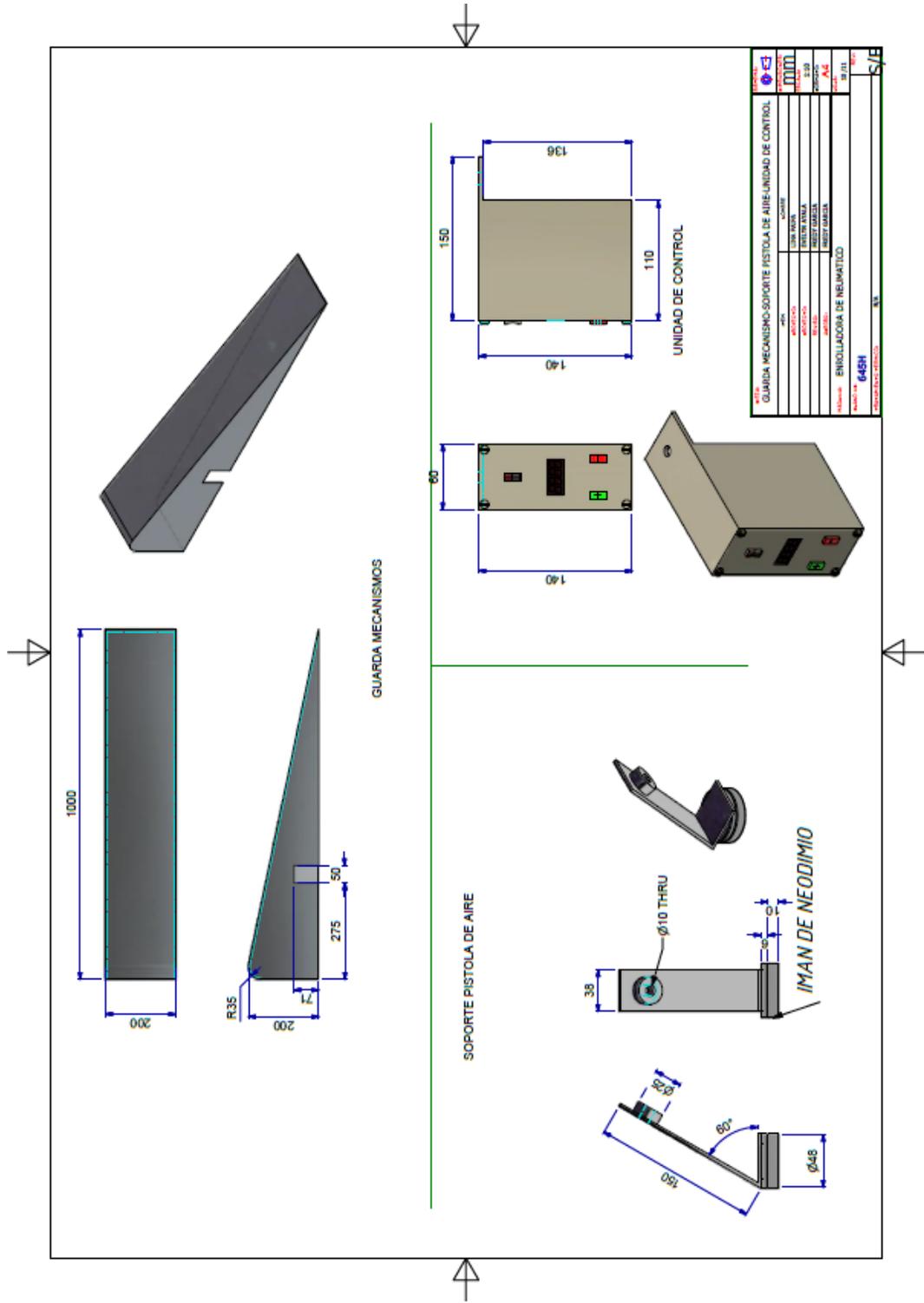
Fuente: Elaboración autores

Anexo 9. Cajón, soporte para hilo y pines de nivelación



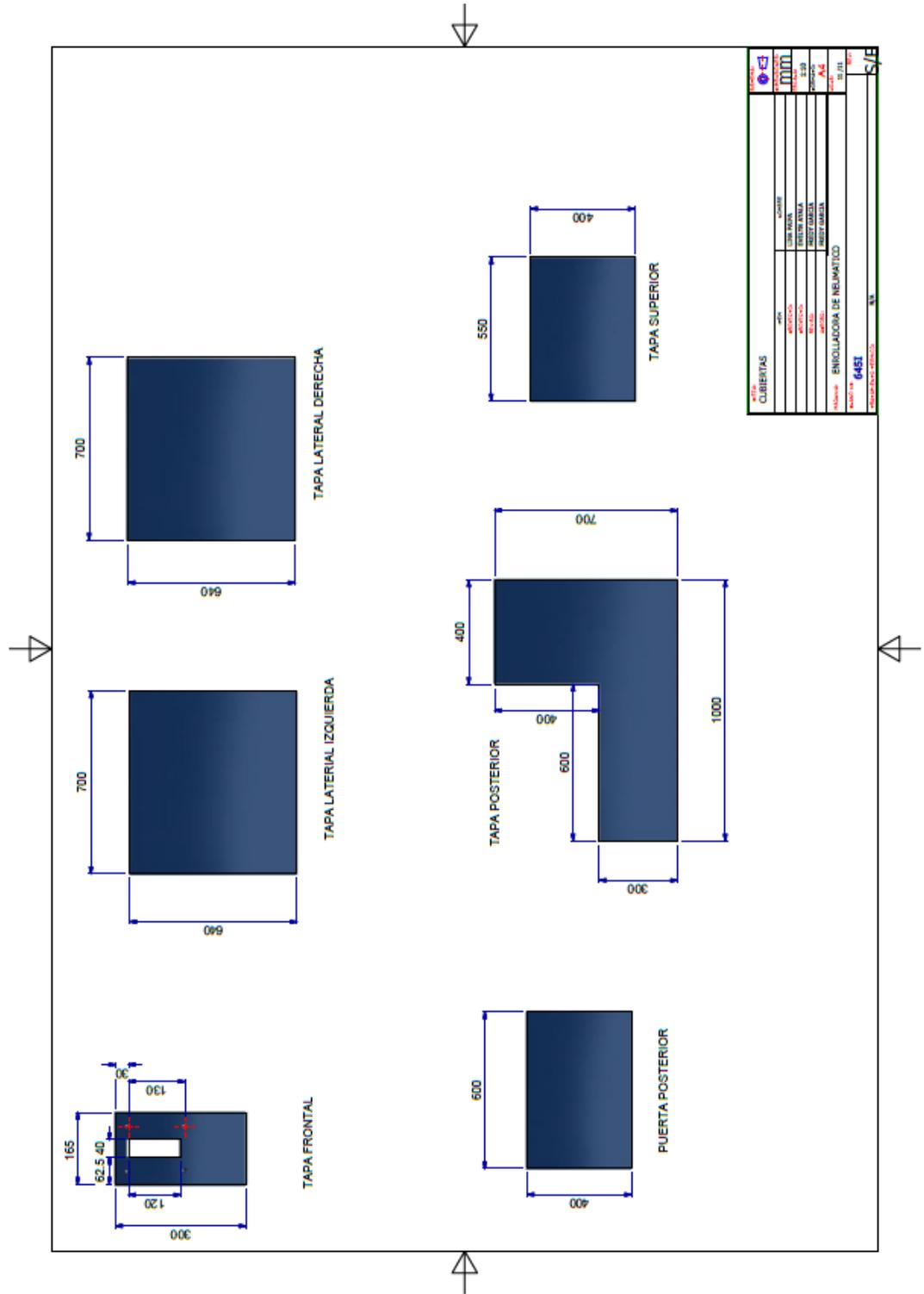
Fuente: Elaboración autores

Anexo 10. Guarda, soporte para pistola y unidad de control



Fuente: Elaboración autores

Anexo 11. Tapas



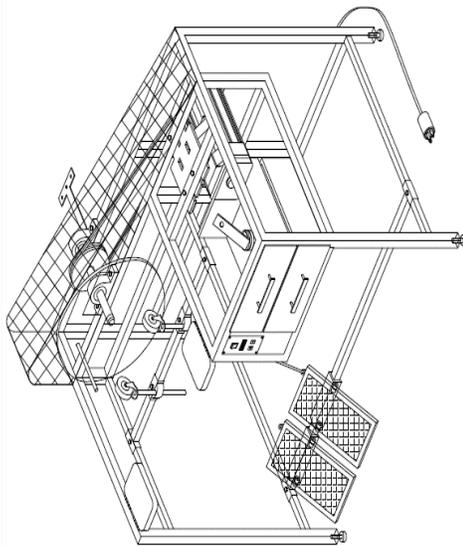
Fuente: Elaboración autores

Anexo 12. Formato lista de chequeo

 FÁBRICA BALONES RECORD FORMATO DE INSPECCIÓN PREOPERACIONAL MÁQUINA ENROLLADORA 				
Inspección realizada por:	Operario proceso de enrollado de neumatico	Área:	Producción	
Equipo:	Máquina enrolladora de neumatico	Fecha:		
ITEM	CRITERIO	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	¿La máquina se encuentra nivelada?			
2	¿El cable de alimentación de energía de la máquina presenta alguna afectación física?, (pelado, partido, clavija rota o suelta, clavija sin polo a tierra).			
3	¿El interruptor de encendido y apagado esta en buenas condiciones? (sin grietas o fisuras)			
4	¿La unidad de control esta fija a la estructura y sin cables sueltos?			
5	¿La correa esta en optimas condiciones? (ajustada, sin daños importantes ni deformaciones)			
6	¿La guarda de seguridad del mecanismo de transmisión de movimiento se encuentra en buen estado y ajustada a la estructura?			
7	¿El plato enrollador esta ajustado de manera firme al eje conducido?			
8	¿El tubo enrollador se encuentra ajustado, firme y en la posición adecuada de acuerdo al tipo de balón a enrollar?			
9	Verificar que la varilla del pedal no este suelta			
10	¿El motor genera ruidos o vibraciones extrañas?			
11	¿las mordazas de sujeción de las ruedas de apoyo se encuentran debidamente ajustadas a la estructura?			
12	¿las mordazas de sujeción de los travesaños que permiten el desplazamiento longitudinal de las ruedas de apoyo estan ajustados a la estructura?			
13	¿las mordazas de sujeción de los travesaños que permiten el desplazamiento longitudinal de los apoyapiés esta ajustado a la estructura?			
14	¿La máquina se encuentra en condiciones optimas de operación para ser utilizada?			
<hr/> Firma operador				

Fuente: Elaboración autores

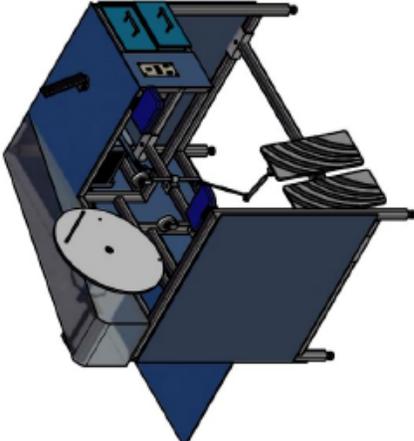
Anexo 13. Formato hoja de vida

 FÁBRICA BALONES RECORD FORMATO HOJA DE VIDA				Fecha: 05-10-2020		
				Codigo: BRM - 001		
		Versión: 01				
		ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
		- Nombre del equipo: Máquina enrolladora de neumático - Voltaje de alimentación (V): 110 - Potencia (W): 550 - Rango de velocidad (rpm): 500 - 4500 - Ubicación del equipo: área de producción				Observaciones/Próxima intervención
		Repuestos materiales utilizados	Responsable/ ejecutor	Insumos	Mano de obra	
		Mantenimiento	Fecha final d/m/a	Trabajo realizado	Fecha Inicial d/m/a	

Fuente: Elaboración autores

MANUAL DE USUARIO

MÁQUINA ENROLLADORA DE NEUMÁTICO PARA BALÓN FÁBRICA BALONES RECORD



"IMPORTANTE"

Lea antes de operar

IDENTIFICACIÓN DE FALLAS

Si la máquina no funciona correctamente, por favor consulte con el personal especializado.

1. **Fallo:** No hay reacción cuando la unidad de control se enciende. El piloto está apagado.
Solución: comprobar que el enchufe está conectado correctamente a la toma de corriente.
2. **Fallo:** El piloto de la unidad de control se enciende pero el motor no funciona cuando se presiona el pedal.
Solución: comprobar la conexión del motor a la unidad de control. Así mismo comprobar el interruptor del pedal.
3. **Fallo:** la velocidad del plato enrollador no es regular.
Solución: comprobar que la correa no esté demasiado suelta, que la correa no patine sobre la polea del motor y que la varilla del pedal no esté suelta. Al mismo tiempo, comprobar que el estabilizador de voltaje esta conectado y funciona correctamente.

RECOMENDACIONES GENERALES DE USO

- Mantenga una buena ventilación para el motor y la unidad de control asegurando una buena refrigeración y así evitar la acumulación de calor.
- La maquina debe estar situada en un suelo estable.
- Asuma una posición adecuada para evitar lesiones osteomusculares
- No opere la maquina sino está parado para ello
- No realice ajustes o actividades de mantenimiento con la máquina en movimiento.
- Después de toda labor de mantenimiento asegúrese que la guarda quede ubicada en su lugar
- Si detecta condiciones anormales (ruidos o vibraciones extrañas) en la máquina suspenda el uso y llame a su jefe inmediato.
- Utilice la máquina para la labor para la que fue diseñada.
- No opere la máquina sino está parado ni capacitado para ello.

Fuente: Elaboración autores

RECOMENDACIONES GENERALES DE USO

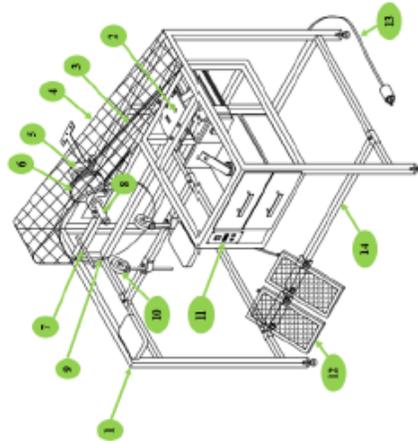
- Verifique la correcta posición de la guarda de seguridad del sistema de transmisión de movimiento.
- Verifique el funcionamiento del accionamiento por pedal.
- Revise el estado del cable y enchufe de alimentación de energía.
- No permita que esta máquina sea expuesta a la lluvia o a la humedad.
- No conecte la máquina a un suministro de energía diferente a (110 V). Esto puede dañar el sistema eléctrico de la máquina.
- Desconecte el cable de alimentación cuando no esté usando la máquina.
- Evite consumir o colocar bebidas sobre la máquina.
- Evite usar accesorios y ropa holgada durante su funcionamiento.

FUNCIONAMIENTO

- **Paso 1:** Conectar el cable de alimentación del motor a la fuente de energía eléctrica para obtener los 110 voltios necesarios para su correcto funcionamiento.
- **Paso 2:** Presionar el interruptor de encendido y apagado en la unidad de control.
- **Paso 3:** Seleccionar la velocidad adecuada de acuerdo a la necesidad.
- **Paso 4:** Poner en marcha el motor pulsando el pedal (apoyapiés) ubicado en la base de la estructura.



DIAGRAMA



1. Estructura
2. Motor
3. Correa
4. Guarda
5. Chumacera
6. Polea
7. Tubo enrollador
8. Eje conducido
9. Plato enrollador
10. Ruedas de apoyo
11. Unidad de control
12. Apoyapiés
13. Cable de alimentación de energía
14. Travesaño

Fuente: Elaboración autores