

**UNIVERSIDAD MAYOR REAL Y PONTIFICIA DE SAN
FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
MECA-ELECTRÓNICAS**

INGENIERÍA ELÉCTRICA



MONOGRAFÍA

**INVESTIGACIÓN PARA EL DISEÑO DE UNA MÁQUINA
SEMIAUTOMÁTICA TEJEDORA DE
MALLA OLÍMPICA DE SIMPLE TORSIÓN**

POSTULANTE: Demetrio Fabio Mamani Mamani

“Trabajo presentado para obtener el título de licenciado en Ingeniería Eléctrica, otorgado, por la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca”

SUCRE – BOLIVIA

2024

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo, como uno de los requisitos previos para la obtención del título de licenciado en Ingeniería eléctrica y habiendo aprobado el diplomado de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca en "Diseño mecánico CAM CAD CAE CNC", autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad para que se haga de este Trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca los derechos de publicación de este Trabajo o parte de él, conservando mis derechos de autor por un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Demetrio Fabio Mamani Mamani

Sucre, junio 2024

DEDICATORIA

A mis padres:

A mi querido Papá Sergio que incansablemente luchó en apoyarme y ahora desde el cielo me ilumina para seguir adelante en mis proyectos.

A mi querida Mamá Máxima que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ayudó y me dio fortaleza a seguir adelante en los momentos más difíciles.

A mi hermano:

Por ser un gran ejemplo a seguir y estar siempre presente apoyándome incondicionalmente en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por haber conducido mi camino a lo largo de mi formación académica, por ser mi resistencia en los momentos que me sentí desfallecer y darme una vida llena de Sabiduría, Esperanza y sobre todo Fé de nunca rendirme y darme esta oportunidad de poder lograr un sueño anhelado y cumplido.

A mis Tíos y Primos que fueron los inculcadores de poderme formar en el ámbito profesional que con el apoyo de siempre que me brindaron me permitieron salir adelante en mis estudios.

A los docentes del DIPLOMADO EN DISEÑO MECANICO INDUSTRIAL V-1 DE LA UMRPSFXCH por ser comprensivos y pacientes en la enseñanza que me brindó.

A mis compañeros y amigos que en todo el trayecto de formación académica estuvieron apoyándome incondicionalmente les agradezco de todo corazón.

RESUMEN

El trabajo de monografía está basado en la investigación para el diseño de una máquina semiautomática tejedora de malla olímpica de simple torsión, con un eslabón de 70 mm, la capacidad instalada para la fabricación de mallas olímpicas no cubre la demanda actual ocasionando sobretiempos de trabajo en personal para cubrir la demanda.

El desarrollo del diseño de una máquina tejedora de malla, cuyo propósito es mejorar las condiciones de calidad de producción aumentando su rendimiento en los pequeños y medianos productores. Para esto se realizó el diseño de los principales elementos mecánicos que conforman la máquina tejedora de malla, los cuales fueron modelados y ensamblados usando un software avanzado CAD Diseño Asistido por Computadora (inventor).

La máquina diseñada posee elementos importantes con el cual se puede alcanzar la producción máxima de malla olímpica de 200 m²/día lo que equivale a 400kg de alambre galvanizado y una producción de 5000 m²/mes con un equivalente de 10000 kg de alambre galvanizado y una potencia de 3 hp, con un alambre de acero galvanizado #10 con diámetro de 3.25 mm, lo que conlleva a un costo de 45 Bs el m² de malla olímpica. Este calibre de alambre es el más utilizado para las mallas olímpicas puesto que presenta resistencia y durabilidad lo cual son utilizados en campos deportivos cerramientos de terrenos agrícolas, etc. Para obtener diferentes tamaños y sección de malla, la máquina permite cambiar la matriz que compone de la platina y caracol. Para el buen rendimiento de la máquina se utilizará un motor monofásico de 3 hp.

Por último; para el diseño de la máquina eslabonadora de alambre, se presenta un diseño detallado, en el cual se dejan las tareas que se han de desarrollar para el proyecto, cumpliendo con todos los requisitos y pasos para satisfacer las necesidades planteadas.

INDICE TEMÁTICO

1	CAPITULO.....	1
1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	ANTECEDENTES.....	2
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1	Formulación del Problema	4
1.3	JUSTIFICACION.....	4
1.3.1	Justificación Técnica	4
1.3.2	Justificación Económica	5
1.3.3	Justificación Social	5
1.4	METODOLOGIA	6
1.4.1	Métodos	6
1.4.2	Técnicas e Instrumentos	6
1.5	OBJETIVOS.....	7
1.5.1	Objetivo General.....	7
1.5.2	Objetivos Específicos	7
2	DESARROLLO	8
2.1	MARCO CONTEXTUAL.....	8
2.1.1	Alambre de acero galvanizado.....	8
2.2	MARCO TEÓRICO.....	9
2.2.1	Malla de Alambre.....	9
2.2.1.1	Usos de malla de Alambre	9
2.2.1.2	Tipos de malla de alambre.....	10
2.2.2	Malla de simple torsión.....	10
2.2.2.1	Tipos de mallas de simple torsión	11
1.1.1.1	Clasificación de alambre galvanizado	12
1.1.1.2	Propiedades del alambre de acero galvanizado	12
1.1.1.3	Ventajas del alambre de acero galvanizado.....	13
2.2.3	Métodos para la elaboración de malla olímpica	13
2.2.3.1	Alternativa 1. Tejedora manual	17
2.2.3.2	Alternativa 2. Tejedora semiautomática	18
2.2.3.3	Alternativa 3. Tejedora automática	19
2.2.3.4	Elección de la alternativa de diseño	21
2.2.4	componentes de la maquina tejedora de malla olímpica	21
2.2.5	Principios Físicos.....	22
2.2.5.1	Propiedades mecánicas de los materiales	22

2.2.5.2	Esfuerzo y deformación	23
2.3	INFORMACION Y DATOS OBTENIDOS.....	24
2.3.1	Propiedades físicas del alambre de acero galvanizado	25
2.3.2	Características técnicas de la maquina tejedora de malla olímpica	25
2.3.3	Proceso de mecanizado para el rizado del alambre	26
2.4	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	27
2.4.1	Comparación de rendimientos artesanal y mecánico.....	27
2.4.2	Detección de áreas de mejora y ventajas.....	28
2.5	CONSIDERACIONES DE DISEÑO	28
2.5.1	Elementos más representativos que compone la maquina.....	29
2.5.1.1	Motor eléctrico.....	29
2.5.1.2	Bomba eléctrica.....	29
2.5.1.3	Platina de arrastre	30
2.5.1.4	eje principal	30
2.5.1.5	Estructura de la maquina	31
2.5.2	Determinación de Parámetros de Diseño	31
2.5.2.1	Diseño de la platina de arrastre	31
2.5.2.2	Área de sección del alambre	32
2.5.2.3	Fuerza de deformación del alambre	33
2.5.2.4	Fuerza total ejercida sobre la platina.....	33
2.5.2.5	Altura de la platina	34
2.5.2.6	Deformación de la platina	35
2.5.2.7	Puntos críticos de la platina	35
2.5.2.8	Diseño del eje principal	36
2.5.2.9	Diseño de la matriz	37
2.5.3	Capacidad máxima de producción de malla olímpica y tiempo de elaboración de m ²	39
2.5.3.1	Características y propiedades físicas del alambre a ser tejido.....	39
2.5.3.2	Tamaño máximo del tejido de alambre a fabricar.	40
2.5.3.3	Análisis de viabilidad técnica y económica para la implementación de la maquina tejedora de malla.....	40
3	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
3.1	CONCLUSIONES	46
3.2	RECOMENDACIONES.....	47
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	48
	ANEXOS	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Especificaciones y Dimensiones maquina BCA-97 15-60/2m; **Error! Marcador no definido.**

Tabla 1-2: Especificaciones y Dimensiones maquina CLF-4 **Error! Marcador no definido.**

Tabla 1-3: Especificaciones y Dimensiones maquina WVR-600 **Error! Marcador no definido.**

Tabla 2-1: Numero de alambres. 12

Tabla 2-2: Diámetros del alambre. 13

Tabla 2-3: Selección de numero de alambre. 25

Tabla 2-4: Selección de diámetro de alambre. 25

Tabla 2-5: Proceso de tejido de malla olímpica de forma manual o artesanal. 27

Tabla 2-6: Proceso de tejido de malla olímpica de forma mecánico..... 27

Tabla 2-7: Proceso de tejido de malla olímpica. 39

Tabla 2-8: Selección de numero de alambre. 39

Tabla A-1: Características técnicas de la maquina 54

Tabla A-2: Características de los componentes de la máquina. 54

Tabla C-1: Descripción de los costos de materia prima 56

Tabla C-2: Costos de procesos de construcción y maquinaria 56

Tabla C-3: Costo total de fabricación del equipo 57

Tabla D-1: Comparación de costos de máquinas. 59

Tabla E-1: Tipos de aceros según normativa AISI-304 60

Tabla E-2: Calculo del eje motriz para el mecanismo 61

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Ilustración de maquina BCA-97 15-60/2m..... **Error! Marcador no definido.**

Figura 1-2: Ilustración de maquina CLF-4..... **Error! Marcador no definido.**

Figura 1-3: Ilustración de maquina WVR-600 **Error! Marcador no definido.**

Figura 2-1: Plano esquemático e ilustración de la malla eslabonada 11

Figura 2-2: Plano esquemático e ilustración de la malla eslabonada 18

Figura 2-3: Maquina dobladora semiautomática	19
Figura 2-4: Maquina dobladora automática.....	21
Figura 2-5: Diagrama de esfuerzos vs deformación típico.....	24
Figura 2-6: Diagrama del mecanismo para el rizado del alambre	26
Figura 2-7: Diagrama del producto terminado	26
Figura 2-8: Diagrama de sistema de refrigeración.	30
Figura 2-9: Área de sección de alambre	32
Figura 2-10: Ángulos de la malla de alambre a partir de rombo 70x70 mm.....	34
Figura 2-11: Dimensionamiento de la platina de arrastre.....	34
Figura 2-12: Fuerza ejercida en la platina de arrastre	36
Figura 2-13: Medidas de la matriz para realizar malla de alambre.	38
Figura 2-14: Paso de la matriz con rombo de 70x70 mm.....	38
Figura 2-14: dimensiones de tejido de malla olímpica.....	40
Figura D-1: maquina tejedora de malla construida en el exterior	58
Figura D-1: maquina tejedora de malla diseñada	59
Figura F-1: Características técnicas del motor.	62
Figura F-2: Características técnicas del motor.	62
Figura F-3: Características técnicas del motor.	63
Figura F-4: Características técnicas de la bomba de agua.....	64
Figura F-5: Características técnicas de estructura de hierro.....	65
Figura F-6: Características técnicas de estructura de hierro.....	66
Figura F-7: Características técnicas de correa trapezoidal	67
Figura F-8: Características técnicas chumaceras.....	67
Figura F-9: diagrama de fuerza y control de arranque de motor y bomba	68

1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de monografía es el desarrollo de una investigación para el diseño de una máquina semiautomática tejedora de malla olímpica de simple torsión, lo cual con la selección de la materia prima que es el alambre galvanizado se llega a formar en forma de rombo un tipo de tejido de malla por el proceso que realiza la máquina.

Los avances en la tecnología, han permitido la modernización y automatización de las industrias con mayor frecuencia a la tecnología no solo en las grandes industrias, sino también en medianas y pequeñas empresas (RAMOS, ANDRÉS ANÍBAL VELÁSQUEZ; GONZÁLEZ, GERMAN LEANDRO GONZÁLEZ, 2008); los sistemas de automatización para procesos industriales, son utilizados con el objetivo de obtener productos terminados con las garantías de calidad exigidas y en la cantidad suficiente para obtener precios competitivos.

En el diseño de la máquina tejedora de malla olímpica con un rendimiento máximo de 200 m²/día, la capacidad de producción se ha determinado para satisfacer la demanda insatisfecha donde se busca optimizar el proceso de producción, también mejorar la eficiencia operativa, la calidad del producto final y la rentabilidad de la producción de malla olímpica. De este modo se diseñará una maquina tejedora de malla olímpica de forma romboidal de 70mm, con un alambre #10 con diámetro de 3.25 mm.

Para el desarrollo del presente proyecto se realizó con una investigación metódica, investigación aplicada, investigación y exposición descriptiva, permitiendo afianzar los conocimientos en las diferentes etapas del Diseño y construcción de equipos mecánicos. Para realizar un diseño exitoso del eslabonamiento de alambre, es importante la utilización de un proceso de desarrollo estructurado y concurrente para el diseño de productos mecánicos.

1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad existen en el mercado tanto procesos manuales como automáticos para la elaboración de mallas eslabonadas. La maquinaria para la fabricación de este producto en Bolivia es netamente artesanal, por lo que las empresas que se encargan en producir mallas, fabrican la maquinaria según sus necesidades ya que no son muy complejas. Por ello, es complicado acceder a la información detallada de estos sistemas debido a que las empresas son muy reservadas en cuanto a la tecnología aplicada a la maquinaria y no poseen ningún tipo de referencia o característica estándares.

Es usual, que cuando se piense en estar a la vanguardia en cuanto a la innovación tecnológica, automáticamente se asocie a grandes inversiones en equipos y en procesos sofisticados; a medida en que se requiere satisfacer las necesidades de los consumidores y para defender su participación en el mercado.

Por otra parte, en países como Rusia, Alemania, Estados Unidos, Existen empresas encargadas en la producción de máquinas semiautomáticas las cuales son accesibles para cualquier empresa o individuo que se encargue en la fabricación de mallas eslabonadas, Pero presentan mantenimiento y costos elevados.

- **SESTA.** - Desde 1989 la empresa SESTA ubicada en Rusia se dedica al desarrollo y fabricación de equipos para la manufactura de tejidos de alambrado metálicos o mallas. Contando con la experiencia alrededor de más de 500 máquinas tipo malla de alambre de acero y más de 100 prensas de malla. En la actualidad las máquinas de SESTA operan en todo el territorio de la antigua URSS y en los demás países. Fueron los primeros en Rusia (URSS), que iniciaron la fabricación de estos equipos.
- **MANEKLAL AND SONS.** - Empresa india establecida en 1930 que se dedica a la exportación de maquinaria durante 40 años, especializada en el suministro de máquinas herramientas, maquinaria para rectificadora de motores, etc. Ha acaparado mercados por todo el mundo incluso Asia, África y América Latina.

- **BERGANDI.** - Empresa con más de 80 años de servicio industrial, se ha establecida como pionera y líder mundial en diseño, comercialización, fabricación y reparación de 27 maquinaria para alambre y procesos metalmecánicos. Enfatizando el desarrollo del producto mediante la innovación.

Concluyendo así, que en otros lugares del mundo cuentan con tecnología y sacan sus problemas adelante, con buena automatización de procesos. La fabricación de mallas, cuenta con una amplia gama de grandes, medianas y pequeñas industrias que se encargan de su elaboración.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La capacidad instalada para la fabricación de mallas olímpicas no cubre la demanda actual, ocasionando sobretiempos de trabajo en el personal para cubrir la demanda, la producción de Malla Olímpica en forma artesanal presenta baja productividad, tiempos perdidos, elevado costo en mano de obra, desperdicio de material a factores humanos y una baja confiabilidad, lo cual se ve reflejado en la calidad del producto que no va acorde al requerimiento de la fabricación eficiente de mallas olímpicas.

La elaboración de malla olímpica constituye un alto grado de demanda en nuestro país, porque tiene un buen mercado. Los pequeños y medianos productores que se dedican al campo de producción de malla eslabonadas, tratan de mejorar sus sistemas de procesos de producción acorde a las tecnologías que dispone nuestro país.

El gran costo que puede significar adquirir maquina importada, hace que los pequeños y medianos productos busquen otras alternativas como: la adquisición de maquinaria local.

Por todo lo expresado anteriormente, es necesario diseñar una maquina tejedora de malla que contribuya a satisfacer las características y requerimientos técnicos específicos de las mismas por profesionales del área.

1.2.1 Formulación del Problema

¿Cómo desarrollar el diseño de una máquina semiautomática tejedora de malla olímpica, acorde a las características de producción que además sea técnica y económicamente factible para ser implementado?

1.3 JUSTIFICACION

El propósito de diseñar una maquina tejedora de malla olímpica semiautomática es el de reducir los costos y tiempo en la elaboración del producto que ofrece, por tal motivo es necesario estudiar la implementación de un sistema que mejore la productividad teniendo en cuenta que disminuya el costo de producción, utilizando el material necesario para la elaboración de mallas eslabonadas.

1.3.1 Justificación Técnica

El diseño de una maquina tejedora de malla semiautomática representa un avance significativo en la aplicación de tecnologías para su fabricación, así mejorando su economía y expansión hacia la competitividad con las grandes industrias.

- **Innovación tecnológica:** Este sistema minimiza el tiempo de producción ya que es un elemento mecánico el cual no descansa, desarrollando más rápido su tarea y con más precisión, teniendo así más productividad a menos costo.
- **Fomento de la investigación y desarrollo:** Este proyecto puede impulsar la investigación y desarrollo en el campo de la ingeniería y la automatización, abriendo caminos para futuras innovaciones en la industria.
- **Adaptación a las tendencias del mercado:** El diseño de una máquina tejedora de malla olímpica debe estar adecuado a la demanda del mercado, donde existe una creciente demanda de producción de mallas eslabonadas de alta calidad y tecnología avanzada.

1.3.2 Justificación Económica

El desarrollo de una maquina tejedora de malla olímpica ofrece beneficios económicos significativos para los pequeños y medianos productores de malla olímpica. Estos beneficios se manifiestan en varias áreas:

- **Aumento de la eficiencia y productividad:** El proceso de producción puede aumentar significativamente la velocidad y precisión, lo cual resulta en un mayor rendimiento y una optimización de recursos. Esto se traduce en una reducción de costos operarios y un incremento en la rentabilidad.
- **Reducción de desperdicio:** Al mejorar el proceso de producción se minimiza el desperdicio, contribuyendo así a una utilización más eficiente de los recursos y una reducción de costos de materia prima.
- **Mejora en la competitividad del mercado:** La implementación de un sistema mecanizado en la producción de malla olímpica ayuda a que el productor que realizaba de forma artesanal ya pueda competir en el mercado nacional ofreciendo un producto más consistente y de mayor calidad.

1.3.3 Justificación Social

La implementación de una maquina tejedora de malla olímpica tiene implicaciones sociales importantes:

- **Salud y seguridad laboral:** El mecanizado de los procesos de producción reduce la carga física sobre el trabajador disminuyendo el riesgo de lesiones laborales y mejorando las condiciones de trabajo.
- **Creación de empleo:** Al realizar el mecanizado de dicho proceso de producción se crean oportunidades de empleo ya que se va aumentando el proceso de producción y esto conlleva a la contratación de personal calificado para la producción y mantenimiento del equipo.

1.4 METODOLOGIA

Este estudio empleará una metodología sistemática, comenzando con el análisis de los elementos más importante de la maquina tejedora de malla olímpica, se identificarán los factores que influyen en el rendimiento y se determinaran los requisitos funcionales y técnicos de la maquina tejedora de malla olímpica. También, se realizará un análisis de los factores que incluyen en la optimización del diseño y se desarrollaran prototipos utilizando software CAD y se realizará el modelado. Además, se realizará un análisis de costos y viabilidad para la implementación.

1.4.1 Métodos de investigación

- **Metódica:** Se realizará una evaluación detallada de los requisitos funcionales y técnicos necesarios para la tejedora de malla olímpica
- **Aplicada:** Se llevará acabo un análisis para identificar los factores que influyen en la optimización del rendimiento de producción de malla olímpica.
- **Descriptiva:** Se diseñará y modelará un prototipo de maquina tejedora de malla olímpica, utilizando software CAD (Diseño Asistido por Computadora).

1.4.2 Técnicas e Instrumentos

- **Software CAD (Diseño Asistido por Computadora):** Para el diseño y desarrollo del prototipo de maquina tejedora de malla olímpica, se utilizará software CAD avanzado (Inventor), lo que permitirá un modelado preciso y la posibilidad de realizar modificaciones antes de su fabricación física.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Es la investigación para el diseño de una máquina semiautomática tejedora de malla olímpica de simple torsión que permite desarrollar el diseño de una maquina tejedora de malla olímpica semiautomática con el objetivo de cumplir con los requerimientos de mejorar la productividad de malla olímpica además sea técnica y económicamente factible implementar.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar los métodos y tecnologías que existen actualmente para la elaboración de malla olímpica para que nos permita seleccionar la tecnología más adecuada.
- Determinar las características y especificaciones técnicas que debe cumplir la máquina tejedora de malla olímpica.
- Diseñar una máquina tejedora de malla olímpica utilizando software de diseño avanzado CAD (Inventor), adaptado a las características de producción.
- Determinar los costos construcción de la maquina tejedora de malla olímpica semiautomática.
- Determinar los costos de inversión y sustentación para la planta.
- Determinar un plan de mantenimiento para la máquina.

2 DESARROLLO

2.1 MARCO CONTEXTUAL.

El presente estudio pretende contribuir a satisfacer la demanda insatisfecha del mercado en el departamento de Chuquisaca de esa manera contribuir con el abastecimiento del producto a la sociedad en general.

El alambre de acero galvanizado en la actualidad es el material más utilizado de diversas formas para obtener un modelo de tejido en específico para su mayor aprovechamiento y rendimiento en su aplicación, los beneficios mediante la elaboración de diferentes procesos entre las cuales se encuentra el tejido de forma romboidal. Este proceso en el cual se elabora de una forma artesanal e industrial, tomando en consideración las variables involucradas en el proceso de elaboración de malla de alambre. Dicha elaboración en su mayoría es elaborada con alambre de acero galvanizado para adaptarse a diversos factores y usos, la elaboración de la misma es una metodología beneficiosa para la sociedad, debido a que las mismas se encuentran en nuestro entorno ya sea para la protección de propiedades, ganadería, etc.

2.1.1 Alambre de acero galvanizado

La elaboración de dicho producto es fabricado trefilando alambrón de bajo contenido de carbono hasta obtener el diámetro deseado. Posteriormente el alambre pasa por un proceso de galvanizado empleado para proteger el acero contra la corrosión. La capa de zinc que se forma sobre el acero proporciona una superficie lisa y brillante. (IDEAL ALAMBREC BEKAERT). Con este proceso se busca mejorar la resistencia a la corrosión del acero. Presenta gran maleabilidad y muy fácil de trabajar. (RGM)

Tradicionalmente el aislamiento de galvanizado se ha venido considerando como un sistema de protección del acero eficaz y duradero que no necesita tratamiento adicional alguno. La galvanización por inmersión en caliente es el recubrimiento industrial de protección comúnmente utilizado en la fabricación de piezas y componentes expuestos en ambientes, incluso de alta agresividad atmosférica, debido a su alto índice de fiabilidad. Al ser un recubrimiento obtenido por inmersión en zinc fundido, cubre la totalidad de la superficie de las piezas exteriores e interiores de las partes huecas y otras áreas superficiales que no son accesibles por otros métodos de protección. (Suárez-Corrales y otros, 2.14).

2.2 MARCO TEÓRICO.

2.2.1 Malla de Alambre

La malla de alambre es utilizada en varias aplicaciones, desde la filtración hasta el cercado. La elaboración de mallas de alambre implica el uso de una variedad de mecanismos, cada uno con sus características y funcionalidades únicas en su aplicación (Lee, 2023).

La malla de alambre o también llamado tejido romboidal es un proceso de tejido de forma manual o mediante el proceso de elaboración por medio de máquinas mecánicas o automáticas (Lee, 2023), con alambre de diferentes clases comerciales doblándose y entrelazándose entre sí, estos alambres son entrelazados entre sí para ofrecer una mayor resistencia, dando como resultado diferentes formas del tejido ya sea romboidal, hexagonal, eslabón o celda.

Los materiales más utilizados en la elaboración de malla de alambre son materiales flexibles y se puede fabricar con una variedad de materiales, incluidos acero, acero inoxidable, aluminio, acero galvanizado y bronce. (Lee, 2023).

2.2.1.1 Usos de malla de Alambre

En función de las necesidades y aplicaciones de malla de alambre se tiene diferentes usos, entre los más frecuentes se encuentran para:

- Cerramientos de campos deportivos
- Cercos domésticos
- Campos agrícolas
- Cercos industriales
- Campos mineros
- Cercos de granjas y otros modos de uso.

2.2.1.2 Tipos de malla de alambre

En la actualidad con el crecimiento y actualizaciones de la tecnología la demanda y exigencia de los consumidores van aumentando, de esta manera presentaremos los productos más comerciales para el mercado (TURRÓ E. B., 2020)

- Malla de simple torsión
- Malla de triple torsión
- Malla electrosoldada
- Mallas ganaderas
- Malla ondulada
- Malla ondulada cuadrada

2.2.2 Malla de simple torsión

En la actualidad las empresas productoras de mallas elaboran una gran variedad de productos relacionados con mallas, cada uno de ellos es desarrollado y diseñado para diferentes entornos y necesidades del cliente, dependiendo del tipo de material y características de la malla. Pero nos enfocaremos en las mallas eslabonadas o también llamadas de torsión simple.

Consiste en una malla romboidal tejida con alambre de una sola torsión, de distintos diámetros, galvanizada. La malla de Simple Torsión es la más tradicional de todos los enrejados. Permite una respuesta eficaz para todo tipo de cerramientos provisionales o permanentes en todo tipo de ambientes. En general cerramientos urbanos, industriales y agropecuarios. (GRUPO HIERROS ALONSO).

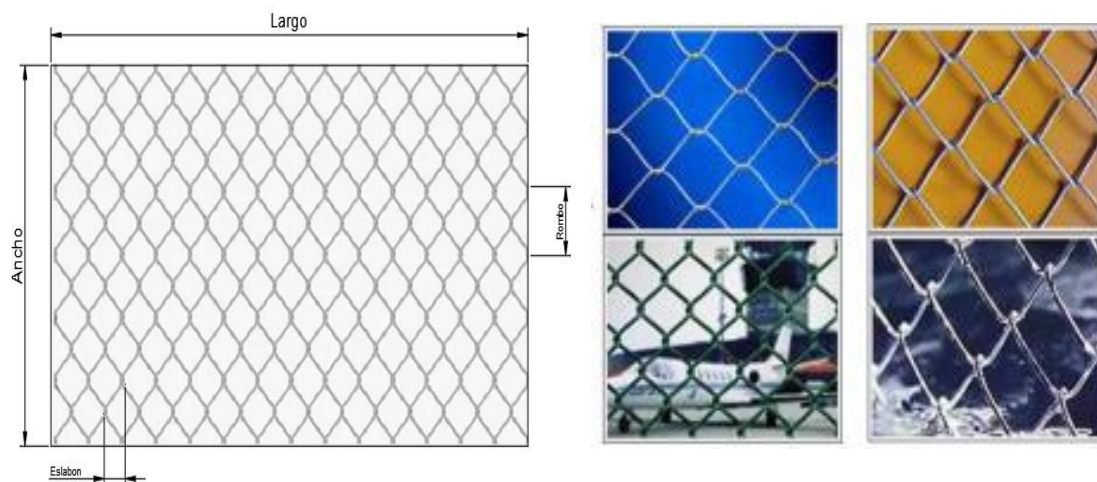


Figura 2-1: Plano esquemático e ilustración de la malla eslabonada
Fuente: (COMPRASIERRO).

Como se muestra en el plano esquemático de la Figura 2-1, consta de dos aperturas o separación, una transversal y otra longitudinal, pero por lo general son de la misma dimensión. El ancho máximo de la malla es de 2 metros mientras que el largo se puede extender a la medida deseada por el cliente.

Estas mallas de acero se pueden plastificar y añadirle un recubrimiento de policloruro de vinilo para evitar que sufran de corrosión ya sea por la lluvia, la suciedad, el paso del tiempo y las condiciones climáticas. Debido a sus características, las mallas de acero galvanizado de simple torsión son la solución para todo tipo de cerramientos. (INSTRUMENTAL TORRES, S.L.).

2.2.2.1 Tipos de mallas de simple torsión

al ser una malla frecuente existen diversos tipos, debido a su facilidad de proceso, colocación, resistencia a los factores climáticos entre los cuales destacan:

- Malla de simple torsión galvanizada
- Malla de simple torsión galvanizada en caliente
- Malla de simple torsión galvanizada y plastificada

Para la elaboración de tejido de malla de acero galvanizado tomaremos en cuenta al tipo de malla de tejido de simple torsión ya que es el más práctico y económico.

1.1.1.1 Clasificación de alambre galvanizado

En Bolivia está regida bajo la norma IBNORCA (ASTM A641) Estos alambres de sección circular, fueron desarrollados para satisfacer las más altas exigencias. Pueden ser utilizados en el medio rural, industrial y artesanal. (LAS LOMAS).

Existen 3 factores importantes para diferenciar los alambres:

- Capa de galvanizado
- Carga de rotura
- Maleabilidad

1.1.1.2 Propiedades del alambre de acero galvanizado

Su sección oval es la base de un buen alambrado. Permite realizar terminaciones prolijas y conseguir alambrados fuertes gracias a su alta resistencia, su diámetro y materia prima otorgan a este producto alta resistencia y durabilidad. (INDUSTRIAS FERROTODOS).

Tabla 2-1: Numero de alambres.

Descripción	Calibre	Peso		Diámetro	Carga mínima rotura	Carga máxima rotura	Capa de zinc
		m/kg	kg/rollo	mm	kgf	kgf/mm2	Estándar
Alambre Galv. # 8	8	9.84	40	4.06	-	47	Estándar
Alambre Galv. # 10	10	15.36	40	3.25	-	47	Estándar
Alambre Galv. # 12	12	23.27	40	2.64	-	47	Estándar
Alambre Galv. # 14	14	39.36	40	2.03	39	47	Estándar
Alambre Galv. # 16	16	61.05	40	1.63	39	47	Estándar

Fuente: (INDUSTRIAS FERROTODOS).

Tabla 2-2: Diámetros del alambre.

Diámetro de alambre		Suave	Normal	Duro
Desde (mm)	Hasta (mm)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
0.20	< 2.00	450	690	825
2.00	< 2.50	515	655	795
2.50	< 4.70	485	620	760
4.70	O mayor	485	585	725

Fuente: (INDUSTRIAS FERROTODOS).

Como bien se muestran en la tabla 2-1 y 2-2, se determinará tanto el calibre del alambre y la sección para cálculos de diseño de elementos de la máquina.

1.1.1.3 Ventajas del alambre de acero galvanizado

- El recubrimiento de zinc le confiere al alambre una mayor durabilidad, lo que lo hace resistente al desgaste y a la oxidación a largo plazo, lo que no requiere mantenimiento y esto mejora la relación costo - beneficio.
- El alambre galvanizado tiene una vida útil más larga en comparación con otros tipos de alambre.
- El alambre galvanizado es respetuoso con el medio ambiente sin ningún cambio en sus propiedades, ya que es 100% reciclable. (FAJOBE S.A.S.).

En conclusión, el material de alambre de acero galvanizado que será utilizado para los cálculos para el proceso de elaboración de tejido de malla olímpica de torsión simple será el calibre # 10 de un diámetro de 3.25 mm y de forma romboidal de 70 mm (INDUSTRIAS FERROTODOS).

2.2.3 Selección de la máquina

A continuación, se muestran modelos de máquinas con los elementos que caracterizan una máquina semiautomática producida a nivel internacional.

BCA-97 15-60/2m Esta máquina automática es muy versátil, ya que permite la fabricación de las mallas en el rango de 15 a 60 mm de apertura o separación longitudinal. Una de las ventajas de la máquina es la capacidad de mantenimiento, teniendo en cuenta el hecho de que las piezas de diseñan a medida estándar, que pueden ser comprados en cualquier localidad. (SESTA, s.f.)

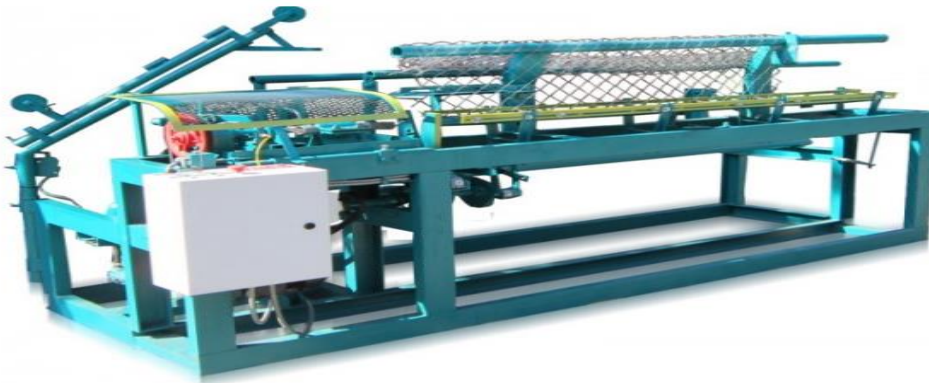


Figura 1-1: Ilustración de maquina BCA-97 15-60/2m
Fuente: (SESTA, s.f.)

Tabla 1-1: Especificaciones y Dimensiones maquina BCA-97 15-60/2m

Especificaciones	Dimensiones
Modo de funcionamiento automático y continuo.	Dimensiones exteriores (en mm) Longitud 4200; Ancho 2200
Máximo ancho de la malla: 2 m.	Altura 1700.
Mínimo ancho de malla: 0.5 m.	Peso 700 kg.
Consume 2,2 kW de potencia -Voltaje 380 V (3 fases).	Alambre de diámetro de 1 a 3mm.

Fuente: (SESTA, s.f.)

CLF-4 Máquina semiautomática que se encarga de zigzaguear el alambre automáticamente, pero el corte y tejido del alambre está limitado debido a que esta tarea tiene que ser suplida por intervención humana. Cuenta con un motor eléctrico de tres caballos de fuerza (3hp) y juego de herramientas para los distintos tamaños de mallas. El la Figura 8 se muestra la ilustración de la maquina CLF-4. (MANEKLAL, s.f.).



Figura 1-2: Ilustración de maquina CLF-4

Fuente: (MANEKLAL, s.f.)

Tabla 1-2: Especificaciones y Dimensiones maquina CLF-4

Especificaciones	
Capacidad de malla (mm).	25-150.
Espesor (mm).	2-4.
Ancho.	A conveniencia.
Capacidad de producción.	8 rollos por hora (Rollo de 50mm de malla de Ancho 5' x largo 50').
Peso neto (kg).	400/700
Dimensiones (m).	1.7 x 1.4 x 1.4

Fuente: (MANEKLAL, s.f.)

WVR-600 La maquinaria tiene un acondicionamiento de velocidad variable, en única en técnica de diseño y tecnología, proporcionando máxima producción y minimizando el tiempo de inactividad. El diseño de control para operar este sistema hace que el tejido de cada eslabón sea más versátil en el mercado actual. (BERGANDI, s.f.)

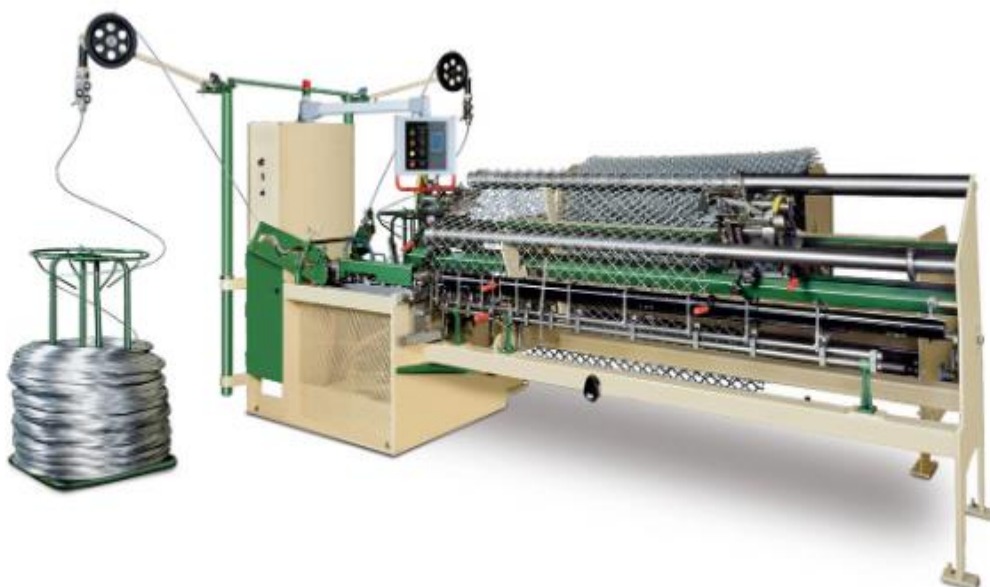


Figura 1-3: Ilustración de maquina WVR-600

Fuente: (BERGANDI, s.f.)

Tabla 1-3: Especificaciones y Dimensiones maquina WVR-600

Especificaciones	
Tamaño de las mallas.	10 mm - 100mm.
Altura de la cerca (Pies).	2ft - 20 ft.
Calibre del alambre (mm).	2-5 (Para menor y mayor calibre está disponible herramientas especiales).
Velocidad de tejido.	200 rpm - 1175 rpm.
Nudillos creados de manera independiente en ambos extremos	

Fuente: (BERGANDI, s.f.)

Para llevar a cabo el diseño de una nueva máquina semiautomática para una gama más reducida se tiene como base algunas de las maquinas empleadas por otras empresas presentadas anteriormente.

2.2.4 Métodos para la elaboración de malla olímpica

La maquinaria utilizada para el tejido formado en mallas de acero galvanizado viene dada a través de la evolución de la tecnología y los medios de fabricación para la elaboración del producto en sí, además de la demanda que presenta el mercado en este caso, que exige una mayor producción en el menor tiempo posible, reducir costos y obtener un producto que sea de calidad y que cumpla con las expectativas técnicas de fabricación (MENDOZA, 2023).

A partir de este requerimiento, se presentan alternativas de maquinaria que pueden utilizarse para la elaboración de figurado, las mismas que presentan características propias de acuerdo al método que se crea conveniente.

2.2.4.1 Alternativa 1. Tejedora manual

Se denomina doblado manual al proceso de elaboración de forma romboidal de acero galvanizado realizadas bajo esfuerzo humano sin la ayuda de ninguna máquina, herramienta o instrumento tecnológico, en base al conocimiento y experiencia de la persona que lo ejecuta.

El doblado mediante este método es común en nuestro medio, ya que resulta una forma fácil, rápida y poco costosa de obtener productos de estas características, sin embargo, puede ocasionarse fallas, variación de medidas, desperdicio de materia prima en el desarrollo del elaborado de la malla.

Este proceso de tejido de malla se la realiza a través de bancos de trabajo diseñados, o en la mayoría de los casos, en puestos de trabajo improvisados, en los que se emplea una base para la sujeción del caracol y la paleta de arrastre para el tejido por medio manual del alambre acero galvanizado y obtener la forma deseada. Una vez que se ha establecido las adecuaciones necesarias para la forma a realizarse en el banco de trabajo, la persona encargada de realizar el doblado emplea su fuerza a través de la palanca para poder doblar y dar forma al producto requerido como se muestra en la figura 2-2.



Figura 2-2: Plano esquemático e ilustración de la malla eslabonada
Fuente: (MAQUINA PARA FABRICAR MALLA, s.f.).

2.2.4.2 Alternativa 2. Tejedora semiautomática

El tejido de malla de alambre galvanizado por medio de una maquina semiautomática es un método intermedio entre el tejido manual y el tejido por una maquina automática en la que interviene la mano humana con la ayuda de una máquina. La máquina tejedora semiautomática es una máquina que está compuesta por un sistema eléctrico que controla a un motor que es el encargado de dar la fuerza necesaria para realizar el doblado del alambre de acero galvanizado, a través de una caja reductora de velocidades. En algunos casos, además del sistema eléctrico, la máquina puede presentar un sistema alterno hidráulico o electrohidráulico como complemento, dependiendo de los requerimientos de trabajo. Esta máquina consta de un brazo metálico que acciona un motor eléctrico que permite la realización del doblado. Además, presenta una banqueta que en ella se sujeta el eslabón de alambre guía para el enhebrado de todo el material doblado por la platina, también cuenta con un alimentador del alambre para que por medio de este sea alimentado hacia la máquina para su posterior elaboración de malla y unos topes de medida y topes de sujeción para tener la medida que se va a doblar.

La persona encargada de realizar el tejido de la malla, coloca el alambre en la base guía posterior a eso pasa por las poleas de tensión y sujeción a la platina de arrastre, el operador pulsa el botón de marcha y al accionar el brazo metálico, platino empieza a girar, en ese momento el alambre se empieza a deformar consiguiendo el doblez. Este procedimiento es seguro, confiable y técnico. Además, se puede realizar el doblado del alambre, de diferentes secciones y diámetro, lográndose ahorrar tiempo e incrementando la capacidad de producción. Asimismo, se puede elaborar cualquier tipo de formas y tamaños en cualquier momento sin necesidad de tener que realizar un cambio considerable de accesorios para cada tipo de trabajo. La dobladora semiautomática se puede emplear para realizar los diferentes tamaños y secciones de alambre con tan solo realizar el cambio de la matriz guía del caracol y la platina de arrastre, esto hace que este equipo sea muy convencional y practico al momento de realizar el trabajo de tejido de malla.

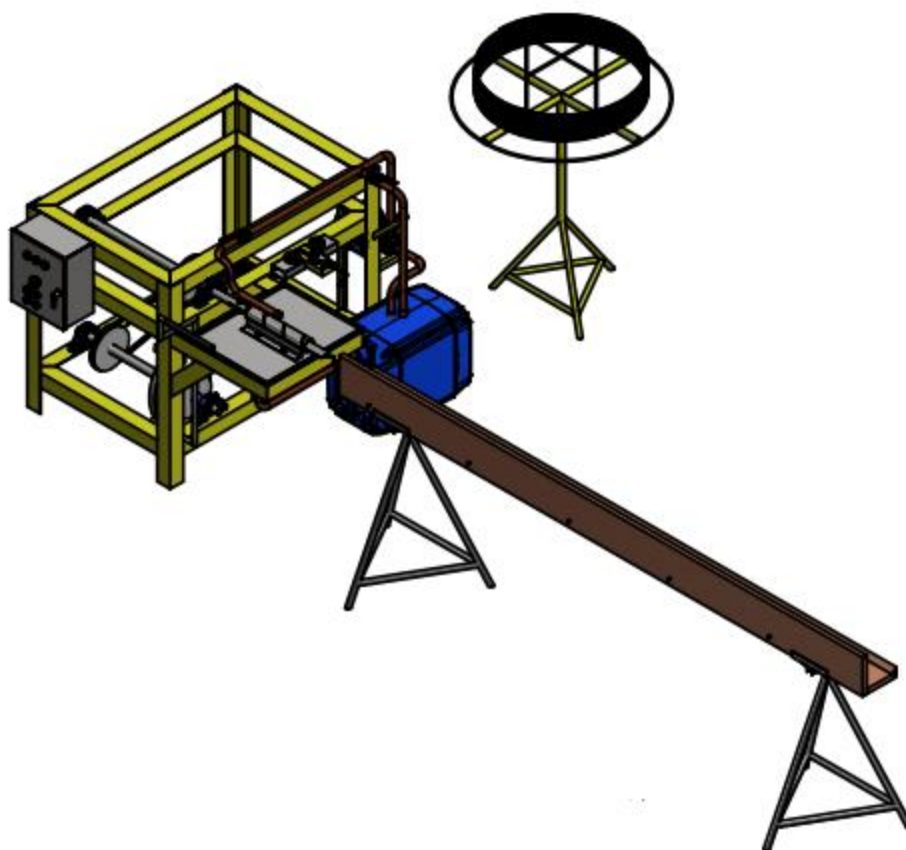


Figura 2-3: Máquina dobladora semiautomática
Fuente: Elaboración propia

2.2.4.3 Alternativa 3. Tejedora automática

El tejido de malla d acero galvanizado por máquina automática es un método más complejo y avanzado de fabricación. Este procedimiento es totalmente automático y no se necesita la mano humana, más que para realizar la programación.

La máquina automática, como se muestra en la figura, es una máquina tipo CNC (Control Numérico Computarizado), que funciona a través de un lenguaje de programación propia del fabricante para cada tipo, modelo y serie de máquina. Constan de una central de cómputo en el que se realiza las diferentes configuraciones y accesos a los menús de trabajo, además de permitir la programación del tipo de figura y medidas que se desea realizar. Cuenta con una capacidad de memoria que permite almacenar todos los tipos de trabajo que se han realizado a través del registro que posee, permitiendo en algunos casos sólo

modificar las medidas para proceder a trabajar (EDGAR HUGO MAMANI MENDOZA, 2023).

La tejedora automática está compuesta de tres partes importantes: la parte eléctrica, hidráulica e informática, y que se complementan entre sí, porque cada una depende de la otra, sin embargo, la parte más importante de esta máquina es la informática, debido a que en su interior, en el panel de control, se encuentra la denominada “tarjeta madre” o tarjeta de control que es la que recibe la información desde el ordenador, interpreta el lenguaje de programación y distribuye las órdenes a los diferentes elementos (MENDOZA, EDGAR HUGO MAMANI, 2023).

El interior de la máquina además está compuesto por un motor eléctrico, la bomba electrohidráulica, válvulas solenoides, pistones, termostatos, mangueras de transmisión de fluidos, sistemas de enfriamiento, tanque de aceite, otros actuadores, instrumentos de control.

La parte externa la conforma el sistema de tejido principal, sistema de doblado secundario, sistema de corte de alambre, clizadoras, dobladoras entre otros. Algunas máquinas presentan también un panel analógico por medio del cual se puede regular los sistemas de enderezado a medida que se está trabajando, además del respectivo control para detener el trabajo de la máquina en caso de emergencia (MENDOZA, EDGAR HUGO MAMANI, 2023).

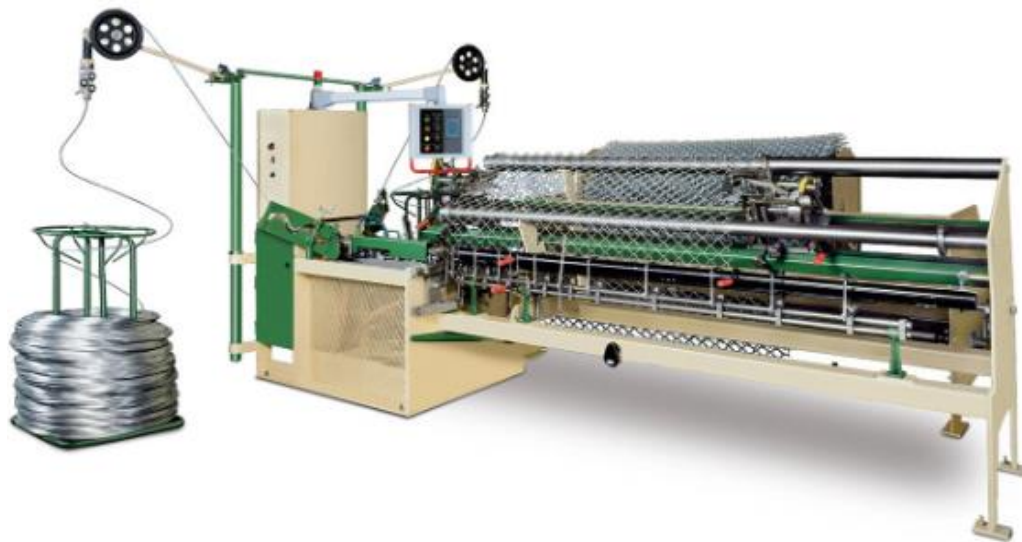


Figura 2-4: Máquina dobladora automática
Fuente: (BERGANDI, s.f.).

2.2.4.4 Elección de la alternativa de diseño

La alternativa que mejor se adapta a las necesidades de trabajo es la alternativa 2 (tejedora semiautomática), ya que esta máquina es adaptable y de fácil manipulación que ayudará al rendimiento y eficacia de los pequeños y medianos productores de mallas de alambre ver figura 2-3.

2.2.5 componentes de la maquina tejedora de malla olímpica

Teniendo la mejor alternativa para el mejoramiento de producción de tejido de malla olímpica se desarrollará el análisis de diseño de la máquina, el mismo que reducirá tiempos en la producción con su forma romboidal de 70 mm. Partiendo por el análisis de la producción de la máquina, las diferentes partes y elementos que conforman el mecanismo serán puntos de gran importancia a considerar, además de las diversas fuerzas de trabajo que ejercerá el mecanismo.

Los componentes requeridos para el diseño de la maquina semiautomática tejedora de malla olímpica de torsión simple de forma romboidal serán:

- Motor eléctrico
- Bomba periférica de lubricación
- Eje principal

- Platina de arrastre
- Matriz (para rombo 70 mm)
- Poleas de tensión
- Poleas de transmisión de fuerza
- Banda o correas
- Chumaceras
- Estructura para el desplazamiento de tejido de malla
- Estructura para el desplazamiento del rollo de alambre
- Estructura base
- Palanca o brazo de trabajo para marcha del tejido de malla
- Recipiente para el almacenamiento de agua refrigerante
- Sistema de control eléctrico

2.2.6 Principios Físicos

Para el diseño de la máquina, es de vital importancia comprender las propiedades mecánicas de los materiales, de su tratamiento y proceso de manufactura tales como ensayos destructivos y pruebas de carga de servicio reales, en caso de la ausencia de este tipo de datos, se debe adaptar a situaciones particulares de datos publicados provenientes de pruebas estándares internacionales, conocer sobre lo esfuerzos a los que serán sometidos para poder seleccionar el material más apropiado y garantizar la seguridad de su diseño.

2.2.6.1 Propiedades mecánicas de los materiales

Existen varias propiedades mecánicas en los materiales, pero a continuación se nombran las más resaltadas para este proyecto:

Generando los valores establecidos a

- **Elasticidad.** - Capacidad de un material para volver a su forma inicial cuando se somete una carga.
- **Tenacidad.** - Capacidad que tiene los materiales para resistir choques o absorber la energía ante la ruptura.

- **Ductilidad.** - Es la capacidad de deformarse sosteniblemente sin romperse, los materiales no dúctiles se denominan como frágiles, aunque los materiales dúctiles pueden llegar a romperse bajo el esfuerzo adecuado, esta ruptura aparece tras producirse grandes deformaciones.
- **Fragilidad.** - Capacidad de un material para romperse sin sufrir deformaciones, por lo general presentan una alta dureza (MARCANO).

2.2.6.2 Esfuerzo y deformación

El esfuerzo es definido como la intensidad de las fuerzas componentes internas distribuidas que resiste un cambio en la forma de un material, es la fuerza aplicada a cada unidad de área; existen tres clases básicas de esfuerzo el cual se debe a la tensión, compresión y corte. La deformación se define al cambio de forma de un cuerpo debido a un esfuerzo, cambio térmico, cambio de humedad u otras causantes.

Para realizar un análisis confiable de un material se debe hacer mediante los criterios anteriormente mencionados, los cuales son representados mediante la siguiente gráfica Figura 2-4.

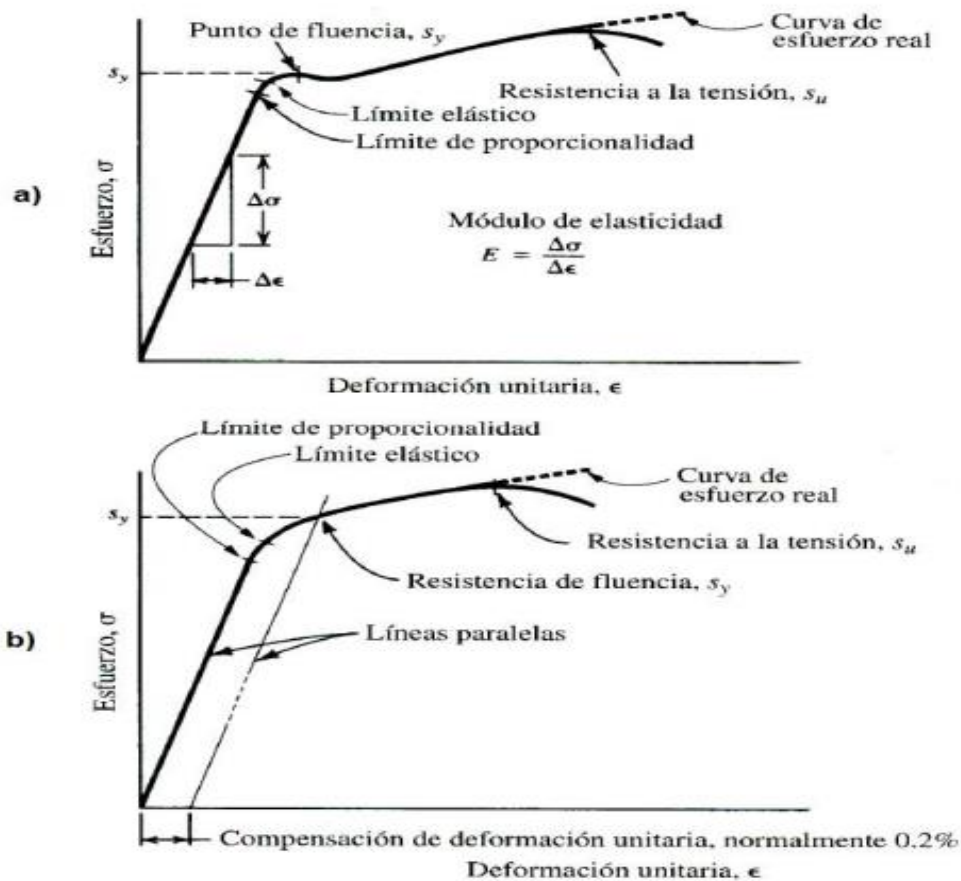


Figura 2-5: Diagrama de esfuerzos vs deformación típico.
Fuente: (MOTT, DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINA).

La Figura 2-5 a) muestran el comportamiento típico de un material con alta ductilidad cuando se lo somete a un ensayo de tensión, mientras que los materiales que poseen baja ductilidad o materiales frágiles presentan un comportamiento como la Figura 2-5 b).

2.3 INFORMACION Y DATOS OBTENIDOS.

Para el diseño de una maquina tejedora de malla olímpica de acuerdo a las investigaciones realizadas para el diseño de dicha maquina llegamos a la conclusión en que la cantidad producida del tejido de malla tendrá una capacidad de 600 kg/día. Dando a satisfacer el crecimiento de producción mejorando en tiempo, calidad y sobre todo el mejorado del método de producción por un método convencional y mecánico.

2.3.1 Propiedades físicas del alambre de acero galvanizado

Su sección oval es la base de un buen alambrado. Permite realizar terminaciones prolijas y conseguir alambrados fuertes gracias a su alta resistencia, su diámetro y materia prima otorgan a este producto alta resistencia y durabilidad. (INDUSTRIAS FERROTOD0).

Para la elaboración de la malla olímpica elegiremos un alambre calibre # 10 con diámetro de 3.25 mm. Este grosor de alambre es el más utilizado para todo tipo de cerramiento puesto que presenta resistencia y durabilidad,

Tabla 2-3: Selección de numero de alambre.

Descripción	Calibre	Peso		Diámetro	Carga mínima rotura	Carga máxima rotura	Capa zinc
		m/kg	kg/rollo	mm	kgf	kgf/mm2	estándar
Alambre Galv. #10	10	15.36	40	3.25	-	47	estándar

Fuente: (INDUSTRIAS FERROTOD0).

Tabla 2-4: Selección de diámetro de alambre.

Diámetro de alambre		Suave	Normal	Duro
Desde (mm)	Hasta (mm)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
2.50	>4.70	485	620	760

Fuente. (INDUSTRIAS FERROTOD0).

2.3.2 Características técnicas de la maquina tejedora de malla olímpica

El estudio planteado sobre el diseño de una máquina tejedora de malla olímpica con una capacidad máxima de producción 600 kg/día que tiene como objetivo satisfacer las necesidades y requerimientos de un pequeño y mediano productor.

Las características técnicas de la máquina se detallan en Anexo A, Tabla A-1.

2.3.3 Proceso de mecanizado para el rizado del alambre

En la manipulación o funcionamiento de este sistema depende de 2 operarios en tiempo completo. En el proceso un operario tiene como labor mantener presionado un brazo metálico para la activación del mecanismo, el cual se encarga de realizar el rizado del alambre o zigzaguarlo ver figura 2-6.

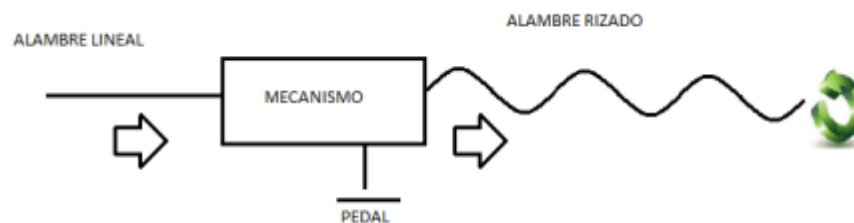


Figura 2-6: Diagrama del mecanismo para el rizado del alambre
Fuente: (COLLAGUAZO CRISTIAN DARIO, 2019).

El alambre lineal sale del mecanismo en forma de rizado, en dirección horizontal, a la vez dando giros alrededor de un eje para que se puedan entrelazar o empalmar los eslabones, como se muestra en la Figura 2-7.

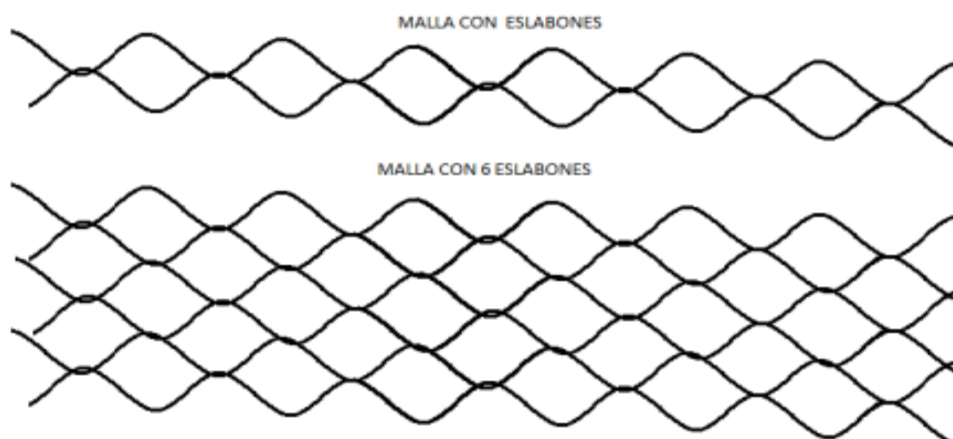


Figura 2-7: Diagrama del producto terminado
Fuente: (COLLAGUAZO CRISTIAN DARIO, 2019).

El otro operario se encarga de doblar los terminales laterales de la malla con el fin de asegurar el posicionamiento de cada estabón y garantizar que la malla permanezca unida.

2.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Los factores más importantes que involucran en el rendimiento de la maquina tejedora de malla olímpica son los siguientes:

2.4.1 Comparación de rendimientos artesanal y mecánico.

Tabla 2-5: Proceso de tejido de malla olímpica de forma manual o artesanal.

Ítem	Cantidad de malla (m ²)	Tiempo de proceso artesanal (minutos)
1	5	90
2	10	200
3	15	300
4	20	400
5	25	500

Fuente: (DARÍO & DAVID, 2019).

Tabla 2-6: Proceso de tejido de malla olímpica de forma mecánico.

Ítem	Cantidad de malla (m ²)	Tiempo de proceso mecánico (minutos)
1	10	30
2	20	60
3	30	80
4	40	90
5	50	100

Fuente: (DARÍO & DAVID, 2019).

Al analizar la tabla 2-5 y 2-6, se obtiene un mejoramiento considerable en favor al proceso mecánico, ya que el proceso mecanismo cuenta con un desarrollo más apropiado y seguro, que facilita al operario la fabricación de tejido de malla olímpica por medio de un motor que agiliza el proceso de rotación al momento del mallado, de igual forma, cuenta con una palanca metálica que determina el avance y frenado del mecanismo para de esta forma agilizar el proceso de la operación del tejido de la malla.

2.4.2 Detección de áreas de mejora y ventajas

- **Calidad de las interfases del usuario.** - El producto debe tener ciertas características para asegurar una calidad adecuada, lo cual un sistema mecánico sería útil, ya que este desarrolla la elaboración de mallas con las especificaciones establecidas en el diseño, y no requiere de la experiencia de los operarios para obtener un producto satisfactorio, este sistema le permite realizar los diseños respectivos y con ello contribuir al mejoramiento de la calidad.
Este sistema minimiza el tiempo de producción ya que es un elemento semiautomático el cual no descansa, desarrollando más rápido su tarea y con más precisión, teniendo así más productividad a menor costo.
- **Uso apropiado de recursos.** - En el diseño se utilizará como material el acero carbono ISO 10799-2 por ser económico y de fácil acceso en el mercado. la estructura es calculada por software (Inventor) y depende del material asignado.
- **Facilidades de mantenimiento y reparación.** - El prototipo es diseñado, pensando en que el mantenimiento debe realizarse en forma mínima, debido a que los componentes eléctricos y mecánicos que conforman a la tejedora, tienen larga duración y son de fácil ensamblaje.

2.5 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Para lograr uno de los objetivos propuestos, se realizará el estudio de diseño de una máquina tejedora de malla olímpica, bajo las siguientes consideraciones:

- La máquina tejedora de malla tiene una capacidad máxima de producción de malla olímpica de 200m²/día.
- Los materiales de diseño utilizados en su construcción están disponibles en el mercado
- Utiliza energía eléctrica como fuente de alimentación.

- La máquina ofrece comodidad y facilidad de uso para el operador, con baja probabilidad de causar daño a los operadores
- Los procedimientos de mantenimiento son rápidos y sencillos

2.5.1 Elementos más representativos que compone la maquina

2.5.1.1 Motor eléctrico

Un motor eléctrico es aquel que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas, son ampliamente utilizados en el sector industrial, comercial y particular. Existe una gran variedad de motores, pero se clasifican en dos grandes grupos, motores de corriente alterna y motores de corriente continua.

El motor de corriente alterna es un mecanismo que permite la transmisión de movimiento circular por medio de una correa hacia la polea que transmite el movimiento circular por rozamiento (MAQUINAS Y MECANISMOS, s.f.). las características del motor ver ANEXO A-2.

2.5.1.2 Bomba eléctrica

En el proceso de deformación del alambre se produce calor debido a la fricción que existe entre el alambre y tubo matriz, ocasionando ruptura en el material y deformaciones indeseadas, por lo tanto, es necesario enfriar.

El tipo de enfriamiento más común es de refrigeración líquida: para ello se usa agua o una emulsión refrigerante P-80 que está en contacto directo con la pieza realizando la misma función. Ver figura 2-8.

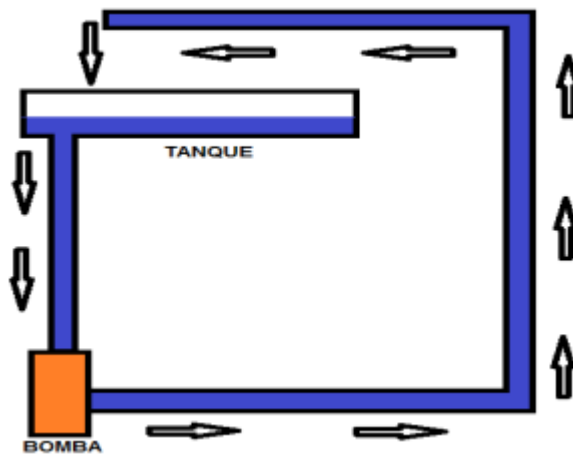


Figura 2-8: Diagrama de sistema de refrigeración.
Fuente: (NARVÁEZ, LUIS ANDRES, 2011).

El sistema consta de un tanque donde se almacena el refrigerante líquido o agua, este fluye por un conductor en forma de tubo PVC para que el calor no se estanque con la ayuda de una pequeña bomba centrífugadora (NARVÁEZ, LUIS ANDRES, 2011)

2.5.1.3 Platina de arrastre

La platina de arrastre es el elemento más importante del equipo que soportará cargas y fuerzas, dado que es el encargado de arrastrar y transportar la cantidad necesaria de alambre al casquillo, para de esta manera generar la formación de mallado de alambre, este elemento que se encuentra conectado al eje rota por medio de las fuerzas ejercidas del correas a las poleas para ser transmitidas por medio del motor principal (BUDYNAS, DISEÑO DE INGENIERIA MECANICA DE SHIGLEY, 2008).

2.5.1.4 Eje principal

El eje principal es el elemento encargado de transmitir el movimiento a la platina de arrastre, por consiguiente, la fuerza que genera el alambre en la platina de arrastre será el mismo del eje principal.

Se establece que la selección del material en diámetros menores de tres pulgadas, por lo general se utiliza acero estirado el frío, considerando lo expuesto, el material a utilizar será AISI 1018 datos obtenidos por el anexo E-2. (BUDYNAS, DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA DE SHIGLEY).

Esfuerzo máximo ($\sigma_{\max} = 440 \text{ GPa}$)

Módulo de elasticidad ($E = 205 \text{ GPa}$)

2.5.1.5 Estructura de la maquina

El diseño de la máquina granuladora se utilizará, el acero que contiene un porcentaje de carbono y le brinda propiedades mecánicas, por lo tanto, como material de diseño de tomará como referencia el acero al carbono ISO 10799-2. Por ser económico y de fácil acceso en el mercado. la estructura es calculada por software y depende del material asignado.

2.5.2 Determinación de Parámetros de Diseño

Para el diseño de la maquina es preciso contar con datos de partida, tales como:

- La máquina tejedora de malla tiene una capacidad máxima de producción de malla olímpica de $200\text{m}^2/\text{día}$.
- Características y propiedades del alambre
- Parámetros de diseño de la maquina

Por otro lado, en el diseño se manejan muchas variables desconocidas, es necesario realizar algunas consideraciones iniciales de diseño que nos permita determinar valores adecuados de estas variables para obtener un diseño adecuado y óptimo para la granulación.

2.5.2.1 Diseño de la platina de arrastre

El esfuerzo aplicado en el alambre de acero galvanizado se obtiene a partir de la tabla 2-1 y 2-2. Generando los valores establecidos a continuación:

D: Diámetro del alambre = 3.25 mm.

σ : 485 MPa

2.5.2.2 Área de sección del alambre

a partir del estudio de selección del alambre expuesta en la figura 2-9, se establecerá el área del alambre en la ecuación 1.

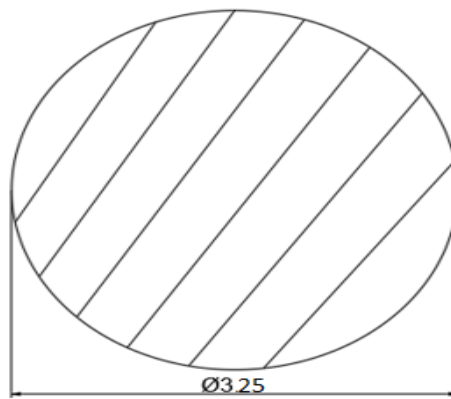


Figura 2-9: Área de sección de alambre
Fuente: (COLLAGUAZO CRISTIAN DARIO, 2019).

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \text{Ecuación (1)}$$

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot (3.25 \text{ mm})^2$$

$$A = 8.30 \text{ mm}^2$$

Calculando el área y el dato de esfuerzo, se procede a calcular la fuerza que ejercerá en la ecuación 2.

$$F = \sigma \cdot A \quad \text{Ecuación (2)}$$

$$F = 485 \text{ M/mm}^2 \cdot 8.30 \text{ mm}^2$$

$$F = 4025.5 \text{ N}$$

2.5.2.3 Fuerza de deformación del alambre

El análisis del mecanismo implica valorar la máxima resistencia a la tracción ya que se desea dar forma al alambre mas no fracturar el mismo. Por consiguiente, el valor para dicho análisis estipulado en la tabla 2-2, se considera a continuación:

Resistencia máxima a la tracción = 485 Mpa

En conclusión, para procesos de tracción de cálculo del mecanismo tejedor de alambre consideraremos 600 Pa.

De esta forma el mecanismo de tejido de alambre, no excederá dicho valor que se desea generar un doblado que no exceda la resistencia máxima a la tracción, la misma que provocará su ruptura.

2.5.2.4 Fuerza total ejercida sobre la platina

La fuerza total existente en el mecanismo se considera a la fuerza calculada mediante el esfuerzo de fluencia analizado posteriormente, la que establece la ecuación 9, por lo siguiente, se obtiene que donde:

$$F_T = F$$

Donde:

F_T : Fuerza total

F : Fuerza ejercida mediante el análisis del esfuerzo de fluencia

Remplazado los valores obtenidos anteriormente se obtendrá la fuerza total ejercida en el elemento más importante como es la platina de arrastre:

$$F_T = 4025.5 \text{ N}$$

2.5.2.5 Altura de la platina

Establecido los ángulos en la malla de alambre galvanizado a partir de eslabón de 70 x 70 mm. Se obtiene la figura 2-10 con los siguientes datos, los mismos que permiten el análisis de la altura de la platina.

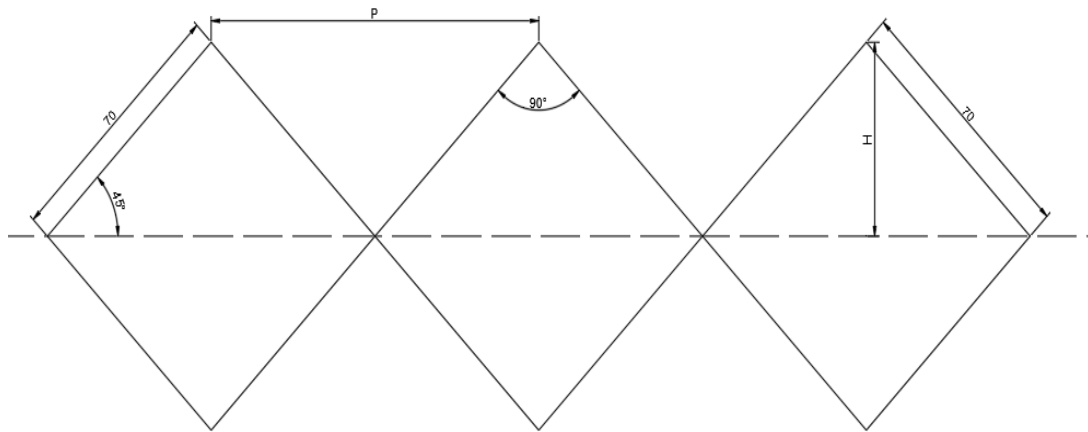


Figura 2-10: Ángulos de la malla de alambre a partir de rombo 70x70 mm.
Fuente: (COLLAGUAZO CRISTIAN DARIO, 2019).

La platina será fabricada de acero inoxidable AISI 304 con módulo de elasticidad (E) de 210000 Gpa, dato proporcionado por el anexo E (tabla E-1) (CARACTERISTICAS MECANICAS DEL ACERO, 2024) con una longitud de 300mm, datos que permiten calcular la deformación del elemento.

El área de la platina será calculada a partir de los datos diseñados de la misma expresados en la figura 2-11.

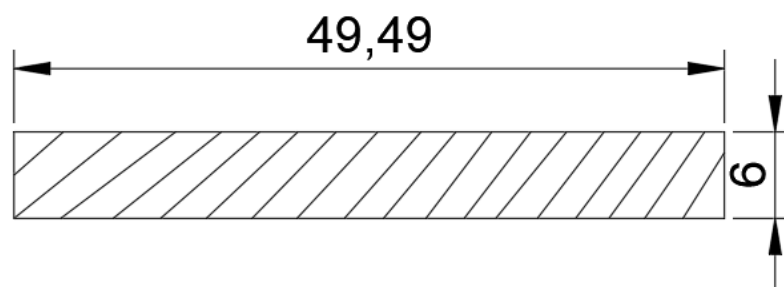


Figura 2-11: Dimensionamiento de la platina de arrastre
Fuente: (COLLAGUAZO CRISTIAN DARIO, 2019).

2.5.2.6 Deformación de la platina

La deformación generada en el mecanismo de tejido de malla olímpica de alambre galvanizado será sobre la platina de arrastre a través del paso del tiempo, la misma que implica el análisis correspondiente a partir de la ecuación 10, obteniendo como resultado al remplazar los valores en la siguiente:

$$\delta = \frac{4025.5 \text{ N} \cdot 300 \text{ mm}}{210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 296.94 \text{ mm}^2}$$
$$\delta = 0.019 \text{ mm}$$

al obtener los datos de deformación podemos considerar que la deformación que implica la platina en el mecanismo no existe ningún inconveniente al tomar las dimensiones dadas en la figura 2-4.

Puesto que nos da a conocer que el trabajo a realizar la platina de arrastre no tendrá mayor implicación en la deformación con el alambre de acero ya previamente elegido.

2.5.2.7 Puntos críticos de la platina

La fuerza que ejercerá el alambre sobre la platina se procede a establecer en los puntos críticos mostrados en la figura 2-12, los mismos que serán analizados y calculado a una distancia de 80 mm. Debido a la ubicación que tomara el alambre en la platina.

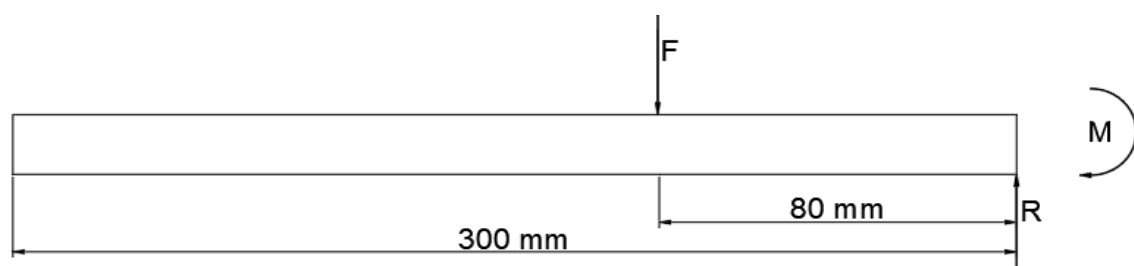


Figura 2-12: Fuerza ejercida en la platina de arrastre
Fuente: (COLLAGUAZO CRISTIAN DARIO, 2019).

Establecida la ecuación 3 y considerando que el diseño de la platina de arrastre será estudiado estáticamente, se establece que la aceleración es nula por lo siguiente se tienen los siguientes resultados.

$$\sum F = 0 \quad \text{Ecuación (3)}$$

$$F - R = 0$$

$$R = 4025.5 \text{ N}$$

Establecido la condición de equilibrio se obtendrá el momento mediante la ecuación 4.

$$\sum M = 0 \quad \text{Ecuación (4)}$$

$$M = F \cdot D$$

$$M = 4025.5 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}$$

$$M = 322040.0 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

2.5.2.8 Diseño del eje principal

El eje principal es el elemento encargado de transmitir el movimiento a la platina de arrastre, por consiguiente, la fuerza que genera el alambre en la platina de arrastre será el mismo del eje principal.

Se establece que la selección del material en diámetros menores de tres pulgadas, por lo general se utiliza acero estirado el frío, considerando lo expuesto, el material

a utilizar será AISI 1018 datos obtenidos por el anexo E-2. (BUDYNAS, DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA DE SHIGLEY).

Esfuerzo máximo ($\sigma_{\max} = 440 \text{ GPa}$)

Módulo de elasticidad ($E = 205 \text{ GPa}$)

Realizando el despeje en la ecuación 5, y sustituyendo los datos procedemos a establecer el diámetro del eje principal (D).

Ecuación (5)

$$S = \frac{M}{\sigma_{\max}}$$

$$\frac{\pi \cdot D^3}{32} = \frac{M}{\sigma_{\max}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 906950 \text{ N} \cdot \text{mm}}{\pi \cdot 440 \text{ N/mm}^2}}$$

$$D = 27.58 \text{ mm}$$

Considerando el factor de seguridad, que en este caso se establece 1.4, se obtiene el siguiente valor para el diámetro del eje principal:

$$D = 27 \cdot 1.4$$

$$D = 38 \text{ mm}$$

Se concluye que el diámetro a aplicar en el mecanismo será de 38 mm, debido al factor de seguridad y estética en el diseño.

2.5.2.9 Diseño de la matriz

Los datos expuestos sobre la matriz se consideran a medida de los aspectos de la platina de arrastre, como se detalla en anexos B. Obteniendo como resultado los siguientes datos indicados en la figura 2-13.

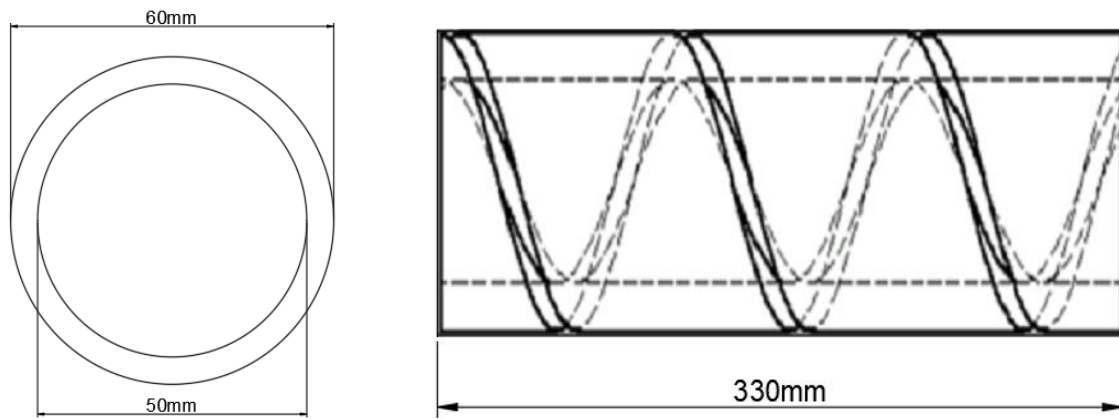


Figura 2-13: Medidas de la matriz para realizar malla de alambre.

Fuente: (COLLAGUAZO CRISTIAN DARIO, 2019).

Al obtener los datos del diámetro interior y exterior procedemos al cálculo del espesor de la matriz en la siguiente ecuación 6.

$$e = \frac{\phi_{mayor} - \phi_{menor}}{2} \quad \text{Ecuación (6)}$$

$$e = \frac{60 \text{ mm} - 50 \text{ mm}}{2}$$

$$e = 5 \text{ mm}$$

Considerando la comercialización en nuestro país y el proceso de doblado y soporte de refrigerante, en el proceso de doblado del alambre se considera el material AISI 304 (CARACTERISTICAS MECANICAS DEL ACERO, s.f.). Para la realización de la matriz, el mismo que será empleado en la platina de arrastre.

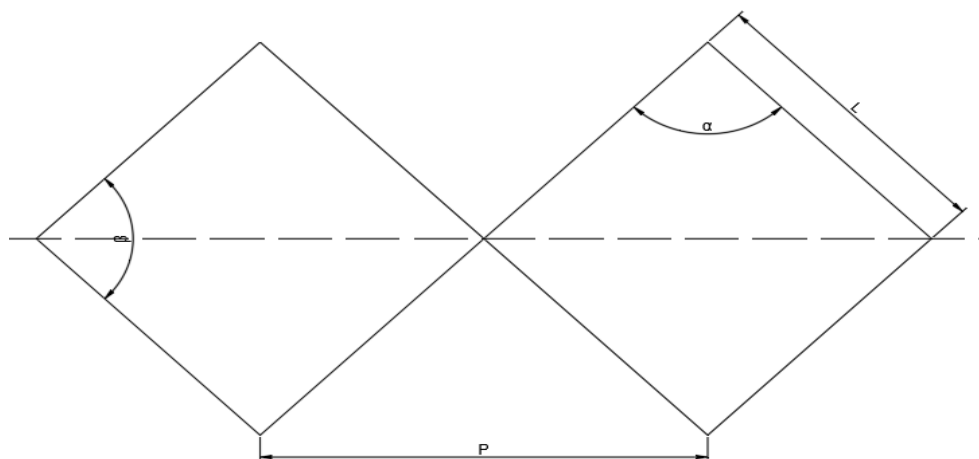


Figura 2-14: Paso de la matriz con rombo de 70x70 mm.

Fuente: (COLLAGUAZO CRISTIAN DARIO, 2019).

El tubo cilíndrico se encarga de darle la forma característica al alambre, pero este debe ser una herramienta modular del sistema ya que existen distintos tamaños y longitudes para la elaboración de malla.

El tubo se introduce sobre la platina metálica que gira alrededor de un eje con el propósito de envolver el alambre con la forma que le transmite el tubo, y desplazarlo horizontalmente mediante la rotación de sentido horario.

2.5.3 Capacidad máxima de producción de malla olímpica y tiempo de elaboración de m²

Tabla 2-7: Proceso de tejido de malla olímpica.

Ítem	Cantidad de malla (m ²)	Tiempo de proceso mecánico (hora)
1	40	1
2	80	2
3	120	3
4	160	4
5	200	5

Fuente: Elaboración propia

La capacidad máxima de tejido de malla olímpica será de 200 m², con un tiempo de operación de la máquina de 5 horas de trabajo.

El tiempo de trabajo por la maquina es óptimo considerando que al operar durante el tiempo establecido será sometido a elevar la temperatura del motor de este modo para extender el tiempo de utilización de la maquina es recomendable las 5 horas de trabajo de la máquina.

2.5.3.1 Características y propiedades físicas del alambre a ser tejido.

Para la elaboración de la malla olímpica elegiremos un alambre calibre # 10 con diámetro de 3.25 mm. Este grosor de alambre es el más utilizado para todo tipo de cerramiento puesto que presenta resistencia y durabilidad,

Tabla 2-8: Selección de numero de alambre.

Descripción	Calibre	Peso		Diámetro	Carga mínima rotura	Carga máxima rotura	Capa de zinc
		m/kg	kg/rollo	mm	kgf	kgf/mm ²	estándar
Alambre Galv. #10	10	15.36	40	3.25	-	47	estándar

Fuente. (INDUSTRIAS FERROTODOS).

2.5.3.2 Tamaño máximo del tejido de alambre a fabricar.

El tamaño máximo de tejido de malla olímpica a ser elabora será de 10 metro de largo y 2 metros de ancho como se muestra en la figura 2-15.

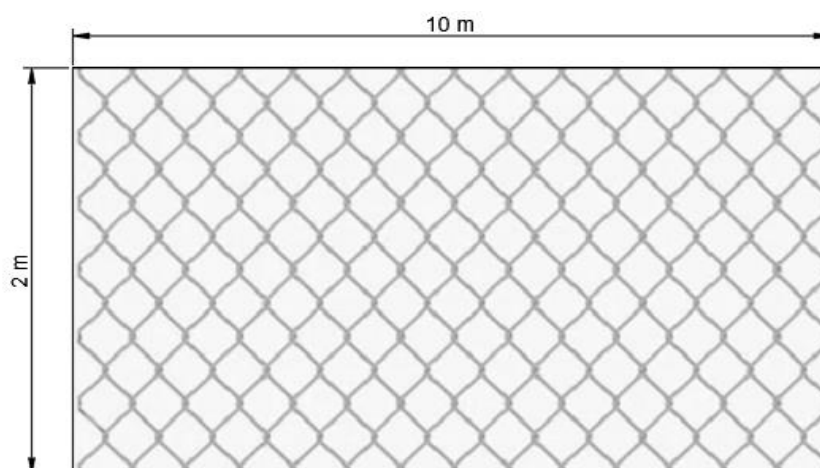


Figura 2-14: dimensiones de tejido de malla olímpica
Fuente: (COMPRASIERRO).

La capacidad de tejido de malla olímpica es una medida adecuada para la manipulación de la malla olímpica lo que conlleva a un peso de 40kg. Esta medida tomada para la producción de malla es recomendada para las empresas que cuentan con un personal mínimo de trabajadores, en cambio no es el límite de medidas de producción en la cantidad de m².

2.5.3.3 Análisis de viabilidad técnica y económica para la implementación de la maquina tejedora de malla

Especificar el presupuesto de la maquina semiautomática para la elaboración de malla olímpica de torsión simple y determinar los veneficios económicos que se

obtendrán para la mejora de empleo y crecimiento de producción. Para la elaboración de este presupuesto se basó en cotización escritas y telefónicas de proveedores nacionales. Anexo C (Tabla C-1).

Al tener un costo global del diseño de la máquina, Anexo C (Tabla C-3) la técnica propuesta para evaluar la viabilidad del proyecto es el análisis de los costos que incurre la realización del proyecto y comparación de dichos costos con los beneficios esperados, con el fin de determinar si el diseño propone soluciones a corto plazo para el conjunto de necesidades establecidas.

Con el estudio realizado se determina el costo de producción de la malla olímpica de simple torsión que se puede producir en la implementación de la máquina semiautomática remplazando al método artesanal, y se estima el costo de elaboración del producto que realice la máquina. Con el fin de analizar los beneficios económicos y determinar el tiempo para retornar la inversión.

Análisis económico

Se analiza la máquina para hacer mallas olímpicas que tiene un funcionamiento de 5 h/día y 125 h/mes con un motor de 3 hp o 2.2kw, y una bomba de ½ hp o 0.4 kw.

Para determinar el costo mensual de la máquina aplicamos la tarifa industrial.

a) Cargo por potencia

$$2.2 \text{ kw} * 100 \text{ Bs} = 220 \text{ Bs/mes (costo fijo)}$$

b) Cargo por energía

$$2.2 \text{ kw} * 125 \text{ h/mes} = 275 \text{ kw-h/mes (costo categoría industrial)}$$

Donde:

$$1\text{kw-h} = 1.00 \text{ Bs}$$

$$275 \text{ kw-h/mes} * 1.00 \text{ Bs} = 275 \text{ Bs/mes}$$

tarifa binómica es:

$$(275 + 220) \text{ Bs/mes} = 495 \text{ Bs/mes}$$

Costo por consumo de energía por hora será:

$$(495/125) = 3.96 \text{ Bs/kw-h}$$

Sabiendo que el valor de la energía eléctrica es de 1.00Bs/kw-h por categoría industrial en la ciudad de Sucre, esto genera un gasto mensual.

El motor

Consumo de energía = 3.96 kw-h

Valor de la energía = 1.00Bs/kw-h

Valor de la energía/día = (3.96 kw-h) * (1.00 Bs/kw-h) * (5 h/día) = 19.8 Bs/día

El valor total al mes es = (19.8 Bs/día) *(25 días/mes) = 495 Bs/mes

La bomba

Consumo de energía = 0.72 kw-h

Valor de la energía = 1.00 Bs/kw-h

Valor de la energía/día = (0.72 kw-h) * (1.00 Bs/kw-h) * (5 h/día) = 3.6 Bs/día

El valor total al mes es = (3.6 Bs/día) *(25 días/mes) = 93.6 Bs/mes

Costo de mano de obra del operario

Valor día laborado = 400 Bs/día

Valor mes = (400 Bs/día) *(25 días) = 10000 Bs/mes

Gasto por mantenimiento

Valor de mantenimiento = 500 Bs/mes

Costo de alquiler de ambiente

Valor del alquiler mes = 1700 Bs

Costo de la materia prima

1 kilo de alambre galvanizado #10 cuesta 11 Bs.

1 metro cuadrado de malla olímpica pesa 2 kilogramos

Al día se fabrican 200 m² de malla olímpica que consumen 400 kg de alambre lo que daría un costo por materia prima por día de 4400 Bs.

Al mes se fabrican 5000 m² de malla olímpica que consume 10000 kg/mes

Costo de materia prima por mes en 25 días 110000 Bs.

Los gastos totales en un mes:

Valor de la energía del motor	495
Valor de energía de la bomba	93.6
Valor por mano de obra	10000
Gastos por mantenimiento	500
Costo de alquiler de ambiente	1700
Costo de materia prima	110000
TOTAL GASTOS MENSUALES (Bs)	122788.6

Costo de tejido de malla olímpica del m²

1 m² de malla olímpica = 45 Bs.

Los ingresos promedian por fabricación de metros cuadrados de malla olímpica por día lo cual en un día se produce 200 m² con alambre galvanizado #10 de 3.25 mm de diámetro.

Lo cual tiene un valor por metro cuadrado de 45 Bs.

Para 200 m²/día se obtiene un ingreso de 9000 Bs/día

TOTAL INGRESO MENSUAL = (9000 Bs/día) *(25 días) = 225000 Bs/mes

Según los cálculos realizados la utilidad se da restando ingresos y egresos mensuales.

Total ingresos (Bs/mes)	225000
Total egresos (Bs/mes)	122788.6
Utilidad (Bs/mes)	102211.4

El presupuesto para el desarrollo del proyecto es de: **14662.7 Bs.** Esto quiere decir que la inversión tanto en materia prima de alambre galvanizado y la construcción de la máquina tejedora de malla se recupera aproximadamente en un mes.

Plan de mantenimiento

Tabla 2-9: Mantenimiento general de la máquina.

EQUIPO	ELEMENTO	PERIODO DE MANTENIMIENTO				OBSERVACIONES
		DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL	
MOTOR Y PANEL DE CONTROL	Control eléctrico		x			
	Contactores de tablero		x			
	Cable de conexión		x			
	Limpieza general		x			
TRANSMISIÓN	Bomba de lubricación		x			
	Limpieza de poleas			x		
	Chumaceras y Rodamientos		x			Revisión general
	Chequeo de bandas			x		
	Palanca mecánica			x		
	Limpieza general		x			
TEMPLADORES	Rodamientos		x			Revisión general
	Pernos de calibración		x			Estado
	Guías de alambre		x			Estado y lubricación
	Limpieza general	x				
MATRIZ	Eje matriz		x			Revisión general
	Platina de arrastre		x			Revisión general
	Lubricación		x			
	Limpieza general	x				

ESTRUCTURA	Estructura general			x		Revisión general
	Pernos de sujeción			x		Revisión general
	Pintura del conjunto			X		Estado
	Limpieza general	x				

Fuente. Elaboración propia.

En general la máquina fabricada necesita un mantenimiento preventivo como mínimo cada 3 meses y tomando 6 meses como máximo para dicho mantenimiento, de esta manera se va a contar con una máquina sumamente buena, que cumpla con todas las características y parámetros para la construcción de la malla de alambre.

3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 CONCLUSIONES

- Tras la investigación realizada de tecnologías de máquinas tejedoras de malla olímpica, se concluyó que el diseño de la máquina tejedora de malla de simple torsión es la opción más factible de implementar debido a su facilidad de operación y bajo costo de construcción, ofreciendo cumplir la demanda insatisfecha en la producción.
- Se determinó las características técnicas de la máquina para su diseño y posterior construcción de acuerdo a los requerimientos técnicos, el proceso de eficiencia del mecanismo es de un 90% en el doblado de alambre galvanizado de un diámetro de 3.25mm, con un motor de 3 hp.
- Se ha diseñado una máquina tejedora de malla olímpica utilizando software de diseño avanzado CAD (inventor), adaptada a las características de producción de los pequeños y medianos productores. Este diseño ayudará a reducir la dependencia tecnológica de otros países. Como se detalla en el ANEXO B.
- Se determinó los costos de construcción de acuerdo al diseño de la maquina tejedora de malla olímpica lo cual se considera viable para su construcción localmente, esta máquina tendrá un costo de **14662.7 Bs.** menor en comparación de los disponibles a nivel internacional presentando una alternativa viable. Como se detalla en el ANEXO C.
- Mediante el análisis financiero se considera que el proyecto es factible con una producción de 200 m² por día y una producción de 5000 m² al mes, con una utilidad de **102211.4 Bs/mes.** obteniendo su recuperación de inversión en un mes de producción.

3.2 RECOMENDACIONES

- Aun teniendo el diseño de la máquina tejedora de malla olímpica para una sección determinada, se recomienda implementar el diseño de la matriz para el proceso de elaboración del tejido de la malla para otros medidas y secciones del alambre. De esta manera pueda ser mejor aprovechado la máquina.
- Se recomienda automatizar el diseño de la máquina para que el funcionamiento de la máquina sea autónomo y no sea dependiente de la intervención de una persona, lo cual mejorará la eficiencia y la constancia en la operación.
- Realizar un mantenimiento preventivo a todo el sistema mecánico y eléctrico de la máquina como indica en la tabla 2-9.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BERGANDI*. (s.f.). *BERGANDI*: <https://bergandi.com/chain-link-weaver/>
- BERGANDI*. (s.f.). *BERGANDI*: <https://bergandi.com/chain-link-weaver/>
- BERGANDI*. (s.f.). *BERGANDI*: <https://bergandi.com/chain-link-weaver/>
- BERGANDI*. (s.f.). Retrieved 19 de mayo de 2024, from *BERGANDI*:
<https://bergandi.com/chain-link-weaver/>
- BUDYNAS, R. G. (2008). *DEISEÑO DE INGENIERIA MECANICA DE SHIGLEY*.
En R. G. BUDYNAS, *DEISEÑO DE INGENIERIA MECANICA DE SHIGLEY*
(pág. 863). McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- BUDYNAS, R. G. (2008). *DISEÑO DE INGENIERIA MECANICA DE SHIGLEY*.
En R. G. BUDYNAS, *DISEÑO DE INGENIERIA MECANICA DE SHIGLEY*
(pág. 84). McGRAW-HILL.
- BUDYNAS, R. G. (2008). *DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA DE SHIGLEY*.
En R. G. BUDYNAS, *DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA DE SHIGLEY*
(pág. 86). McGRAW-HILL.
- BUDYNAS, R. G. (s.f.). *DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA DE SHIGLEY*. En
R. G. BUDYNAS, *DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA DE SHIGLEY*
(pág. 828). MC GRAW HILL.
- CARACTERISTICA TECNICA DE RODAMIENTO DE BOLAS*. (s.f.).
CARACTERISTICA TECNICA DE RODAMIENTO DE BOLAS:
<https://www.skf.com/uy/products/mounted-bearings/ball-bearing-units/pillow-block-ball-bearing-units/productid-UCP%20207>
- CARACTERISTICAS DE ANGULARES Y PLATINAS*. (s.f.). *CARACTERISTICAS DE ANGULARES Y PLATINAS*:
<https://pt.scribd.com/document/381900944/Lista-Precios-CAMPERO>
- CARACTERISTICAS MECANICAS DEL ACERO*. (s.f.). *CARACTERISTICAS MECANICAS DEL ACERO*:
<https://www.ingemecanica.com/tutoriales/objetos/figutut100/fig3tut100.jpg>
- CARACTERISTICAS MECANICAS DEL ACERO*. (2024). *CARACTERISTICAS MECANICAS DEL ACERO*:
<https://ingemecanica.com/tutoriales/caracteristicas-mecanicas-del-acero.html>
- CARACTERISTICAS TECNICAS DE BOMBA DE AGUA*. (s.f.).
CARACTERISTICAS TECNICAS DE BOMBA DE AGUA:
<https://es.scribd.com/document/340237991/Bomba-Centrifuga-EVANS-3HME100>

CARACTERISTICAS TECNICAS DE MOTOR DE 3 HP WEG. (s.f.).
 CARACTERISTICAS TECNICAS DE MOTOR DE 3 HP WEG:
<https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Motores-El%C3%A9ctricos/Monof%C3%A1sico/Uso-General/Motor-de-Chapa-de-Acero-Abierto-%28IP21%29/Motor-3-HP-2P-G56H-1F-220-240-V-50-Hz-IC01---ODP---Con-pies/p/14831904>

CARACTERISTICAS TECNICAS DE MOTOR DE 3HP. (s.f.).
 CARACTERISTICAS TECNICAS DE MOTOR DE 3HP:
<https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Motores-El%C3%A9ctricos/Monof%C3%A1sico/Uso-General/Motor-de-Chapa-de-Acero-Abierto-%28IP21%29/Motor-3-HP-2P-G56H-1F-220-240-V-50-Hz-IC01---ODP---Con-pies/p/14831904>

CARACTERISTICAS TECNICAS DE MOTOR WEG DE 3 HP. (s.f.).
 CARACTERISTICAS TECNICAS DE MOTOR DE 3 HP:
<https://fabriles.com.co/producto/motor-monofasico-weg-3-hp-3500-rpm-ip21-110-220v/>

CARACTERISTICAS TECNICAS DE MOTORES WEG. (s.f.).
 CARACTERISTICAS TECNICAS DE MOTORES WEG:
<https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Motores-El%C3%A9ctricos/Monof%C3%A1sico/Uso-General/W22-%28IP55%29/W22-2-HP-4P-90L-1F-220-440-V-50-Hz-IC411---TEFC---B3R%28E%29/p/14178453>

CARACTERISTICAS TECNICAS DE PERFIL ANGULAR. (s.f.).
 CARACTERISTICAS TECNICAS DE PERFIL ANGULAR:
<https://www.apsa.com.gt/perfil>

CARACTERISTICAS TECNICAS DE PERFIL ANGULAR. (s.f.).
 CARACTERISTICAS TECNICAS DE PERFIL ANGULAR:
 CARACTERISTICAS TECNICAS DE PERFIL ANGULAR

COLLAGUAZO CRISTIAN DARIO, L. C. (MARZO de 2019). *ELABORACION DE MALLA OLIMPICA*. ELABORACION DE MALLA OLIMPICA:
<file:///D:/ELAB.%20DE%20MALLA%20OLIMPICA-ST004066.pdf>

COMPRAHIERRO. (s.f.). COMPRAHIERRO: <https://comprahierro.com/malla-metalica/malla-simple-torsion/>

CORREA TRAPEZOIDAL . (s.f.). CORREA TRAPEZOIDAL :
<https://www.disumtec.com/es/correas-y-poleas/3800000375-correa-trapezoidal-b.html>

CORREA TRAPEZOIDAL . (s.f.). CORREA TRAPEZOIDAL :
<https://www.disumtec.com/es/correas-y-poleas/3800000375-correa-trapezoidal-b.html>

CURVA DE DESEMPEÑO DE CARGA DEL MOTOR. (s.f.). CURVA DE DESEMPEÑO DE CARGA DEL MOTOR:

<https://equipmaster.com.co/product/motor-electrico-weg-monofasico-2hp-1800rpm/>

DARÍO, C. P., & DAVID, L. C. (marzo de 2019). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA FABRICAR MALLA DE ALAMBRE DE FORMA ROMBOIDAL DE 2M DE ALTO Y 10M DE ANCHO CON UN ESLABÓN DE 50MM*. Retrieved 24 de mayo de 2024, from DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA FABRICAR MALLA DE ALAMBRE DE FORMA ROMBOIDAL DE 2M DE ALTO Y 10M DE ANCHO CON UN ESLABÓN DE 50MM: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17120>

DARÍO, COLLAGUAZO PUJOTA CHRISTIAN; DAVID, LÓPEZ CHULCA EDWIN. (marzo de 2019). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA FABRICAR MALLA DE ALAMBRE DE FORMA ROMBOIDAL DE 2M DE ALTO Y 10M DE ANCHO CON UN ESLABÓN DE 50MM*. Retrieved 24 de mayo de 2024, from DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA FABRICAR MALLA DE ALAMBRE DE FORMA ROMBOIDAL DE 2M DE ALTO Y 10M DE ANCHO CON UN ESLABÓN DE 50MM: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17120>

DIAGARMA DE ARRANQUE DE MOTOR. (s.f.). DIAGARMA DE ARRANQUE DE MOTOR: <https://jhonatanlamina.com/arranque-directo-de-un-motor-ac/>

EDGAR HUGO MAMANI MENDOZA. (mayo de 2023). *DISEÑO DE UNA MÁQUINA DOBLADORA DE ESTRIBOS RECTANGULARES*. Retrieved 21 de mayo de 2024, from DISEÑO DE UNA MÁQUINA DOBLADORA DE ESTRIBOS RECTANGULARES: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/32748/PG-8449.pdf?sequence=1>

FAJOBE S.A.S. (s.f.). FAJOBE S.A.S.: <https://fajobe.com.co/descubra-los-beneficios-del-alambre-galvanizado-para-sus-proyectos/>

GRUPO HIERROS ALONSO. (s.f.). Retrieved 18 de mayo de 2024, from GRUPO HIERROS ALONSO: <https://www.grupohierrosalfonso.com/atencion-al-cliente.html>

IDEAL ALAMBREC BEKAERT. (s.f.). Retrieved 17 de mayo de 2024, from IDEAL ALAMBREC BEKAERT: <https://idealalambrec.bekaert.com/soluciones-para-la-construccion/armex/alambre-galvanizado#:~:text=Se%20fabrica%20trefilando%20alambres%20de,una%20superficie%20lisa%20y%20brillante.>

INDUSTRIAS FERROTODOS. (s.f.). INDUSTRIAS FERROTODOS: <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-mayor-real-y-pontificia-san-francisco-xavier-de-chuquisaca/hormigon-armado-maestria-ingenieria-estructural/catalogo-ferrotodos/38410896>

INDUSTRIAS FERROTODOS. (s.f.). INDUSTRIAS FERROTODOS: <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-mayor-real-y-pontificia->

san-francisco-xavier-de-chuquisaca/hormigon-armado-maestria-ingenieria-estructural/catalogo-ferrotodo/38410896

INDUSTRIAS FERROTODOS. (s.f.). *INDUSTRIAS FERROTODOS*:

<https://www.studocu.com/bo/document/universidad-mayor-real-y-pontificia-san-francisco-xavier-de-chuquisaca/hormigon-armado-maestria-ingenieria-estructural/catalogo-ferrotodo/38410896>

INSTRUMENTAL TORRES, S.L. (s.f.). *INSTRUMENTAL TORRES, S.L.*:

<https://indusmetaltorres.es/producto/malla-simple-torsion-galvanizada/>

LAS LOMAS. (s.f.). *LAS LOMAS*: <https://www.studocu.com/bo/document/escuela-militar-de-ingenieria/hormigon-armado/catalogo-de-ficha-tecnica-las-lomas/84671719>

Lee, S. (22 de marzo de 2023). *SUNJ GRATING LIMITED*.

<https://chinagratings.com/es/metales-comunes-utilizados-en-la-fabricaci%C3%B3n-de-mallas-de-alambre/>

MANEKLAL. (s.f.). *MANEKLAL*:

<https://www.maneklalexports.com/Espanol/SmallScale/ChainLink.htm>

MANEKLAL. (s.f.). *MANEKLAL*:

<https://www.maneklalexports.com/Espanol/SmallScale/ChainLink.htm>

MANEKLAL. (s.f.). *MANEKLAL*:

<https://www.maneklalexports.com/Espanol/SmallScale/ChainLink.htm>

MAQUINA PARA FABRICAR MALLA. (s.f.). Retrieved 18 de mayo de 2024, from *MAQUINA PARA FABRICAR MALLA*:

https://www.youtube.com/watch?v=4ZVFDoaU_5Y&t=575s

MAQUINA PARA FABRICAR MALLA. (s.f.). Retrieved 18 de mayo de 2024, from *MAQUINA PARA FABRICAR MALLA*:

https://www.youtube.com/watch?v=4ZVFDoaU_5Y&t=575s

MAQUINA TEJEDORA DE MALLA. (s.f.). *MAQUINA TEJEDORA DE MALLA*:

<https://grupomorbeck.com/product/maquina-para-fabricar-mallas-olimpicas/>

MAQUINAS Y MECANISMOS. (s.f.). Retrieved 20 de mayo de 2024, from

MAQUINAS Y MECANISMOS: <https://es.slideshare.net/slideshow/tema4-mquinasymecanismos3eso110404061637phpapp02-233776372/233776372>

MARCANO, H. (s.f.). *ESFUERZO Y DEFORMACION*. Retrieved 19 de mayo de 2024, from *ESFUERZO Y DEFORMACION*:

<https://es.slideshare.net/slideshow/esfuerzo-y-deformacion-27938447/27938447>

MENDOZA, E. H. (mayo de 2023). *DISEÑO DE UNA MÁQUINA DOBLADORA DE ESTRIBOS RECTANGULARES*. Retrieved 18 de mayo de 2024, from *DISEÑO DE UNA MÁQUINA DOBLADORA DE ESTRIBOS RECTANGULARES*:

- MENDOZA, EDGAR HUGO MAMANI. (mayo de 2023). *DISEÑO DE UNA MAQUINA DOBLADORA DE ESTRIBOS RECTANGUALRES*. Retrieved 19 de mayo de 2024, from DISEÑO DE UNA MAQUINA DOBLADORA DE ESTRIBOS RECTANGUALRES:
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/32748/PG-8449.pdf?sequence=1>
- MENDOZA, EDGAR HUGO MAMANI. (mayo de 2023). *DISEÑO DE UNA MÁQUINA DOBLADORA DE ESTRIBOS RECTANGULARES*. Retrieved 21 de mayo de 2024, from DISEÑO DE UNA MÁQUINA DOBLADORA DE ESTRIBOS RECTANGULARES:
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/32748/PG-8449.pdf?sequence=1>
- MOTT, R. L. (2006). DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINA. En R. L. MOTT, *DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINA* (pág. 97). ESPAÑA: PEARSON EDUCACION.
https://www.academia.edu/34159733/Dise%C3%B1o_de_Elementos_de_M%C3%A1quinas_4ta_Edici%C3%B3n_Robert_L_Mott
- MOTT, R. L. (s.f.). *DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINA*. Retrieved 19 de mayo de 2024, from DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINA:
https://www.academia.edu/34159733/Dise%C3%B1o_de_Elementos_de_M%C3%A1quinas_4ta_Edici%C3%B3n_Robert_L_Mott
- NARVÁEZ, L. A. (2011). *DISEÑO DE MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA LA ELABORACIÓN DE MALLAS ESLABONADORAS EN LA EMPRESA METASA S.A.* Retrieved 20 de mayo de 2024, from DISEÑO DE MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA LA ELABORACIÓN DE MALLAS ESLABONADORAS EN LA EMPRESA METASA S.A.:
<https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/fd1cbd5b-e2ad-468d-bdc1-17058982315f/content>
- NARVÁEZ, L. A. (2011). *ISEÑO DE MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA LA ELABORACIÓN DE MALLAS ESLABONADAS*. Retrieved 20 de mayo de 2024, from ISEÑO DE MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA LA ELABORACIÓN DE MALLAS ESLABONADAS:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17120/1/UPS-ST004066.pdf>
- RAMOS, A. A., & GONZÁLEZ, G. L. (2008). *AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA ESLABONADORA DE ALAMBRE DE LA EMPRESA MALLAS DEL CAUCA LTDA.* Retrieved 17 de mayo de 2024, from AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA ESLABONADORA DE ALAMBRE DE LA EMPRESA MALLAS DEL CAUCA LTDA.:
<https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/fd1cbd5b-e2ad-468d-bdc1-17058982315f/content>
- RAMOS, A. A., & GONZÁLEZ, G. L. (2008). *AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA ESLABONADORA DE ALAMBRE DE LA EMPRESA MALLAS*

DEL CAUCA LTDA. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA, SANTIAGO DE CALI . Retrieved 17 de mayo
de 2024, from [https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/fd1cbd5b-
e2ad-468d-bdc1-17058982315f/content](https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/fd1cbd5b-e2ad-468d-bdc1-17058982315f/content)

RAMOS, A. A., & GONZÁLEZ, G. L. (2008). *AUTOMATIZACIÓN DE UNA
PLANTA ESLABONADORA DE ALAMBRE DE LA EMPRESA MALLAS
DEL CAUCA LTDA.* Retrieved 17 de mayo de 2024, from
AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA ESLABONADORA DE ALAMBRE
DE LA EMPRESA MALLAS DEL CAUCA LTDA.:
[https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/fd1cbd5b-e2ad-468d-
bdc1-17058982315f/content](https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/fd1cbd5b-e2ad-468d-bdc1-17058982315f/content)

RAMOS, A. A., & GONZÁLEZ, G. L. (2008). *AUTOMATIZACIÓN DE UNA
PLANTA ESLABONADORA DE ALAMBRE DE LA EMPRESA MALLAS
DEL CAUCA LTDA.* . AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA
ESLABONADORA DE ALAMBRE DE LA EMPRESA MALLAS DEL CAUCA
LTDA. : [https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/fd1cbd5b-e2ad-
468d-bdc1-17058982315f/content](https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/fd1cbd5b-e2ad-468d-bdc1-17058982315f/content)

RGM. (s.f.). Retrieved 17 de mayo de 2024, from RGM:
[https://web.rgm.cl/alambre-
galvanizado/#:~:text=Alambre%20de%20Acero%20Galvanizado,y%20muy
%20f%C3%A1cil%20de%20trabajar.](https://web.rgm.cl/alambre-galvanizado/#:~:text=Alambre%20de%20Acero%20Galvanizado,y%20muy%20f%C3%A1cil%20de%20trabajar.)

SESTA. (s.f.). SESTA: [http://sesta.ru/avtomaty-dlja-proizvodstva-pletenoj-setki-
rabicy/](http://sesta.ru/avtomaty-dlja-proizvodstva-pletenoj-setki-rabicy/)

SESTA. (s.f.). SESTA: [http://sesta.ru/avtomaty-dlja-proizvodstva-pletenoj-setki-
rabicy/](http://sesta.ru/avtomaty-dlja-proizvodstva-pletenoj-setki-rabicy/)

SESTA. (s.f.). SESTA: [http://sesta.ru/avtomaty-dlja-proizvodstva-pletenoj-setki-
rabicy/](http://sesta.ru/avtomaty-dlja-proizvodstva-pletenoj-setki-rabicy/)

Suárez-Corrales, X. I., Villar-López, R. V., & Corvo-Pérez, F. E. (15 de ENERO de
2.14). *INGENIERIA INVESTIGACION Y TECNOLOGIA*. INGENIERIA
INVESTIGACION Y TECNOLOGIA:
<https://www.redalyc.org/pdf/404/40429649004.pdf>

TURRÓ, E. B. (27 de octubre de 2020). *EL BLOCK DE LA FERRETRIA TURRÓ.*
EL BLOCK DE LA FERRETRIA TURRÓ:
[https://www.comercturro.com/blog/jardin/tipos-mallas-cercados-metalicos-
mas-habituales.html](https://www.comercturro.com/blog/jardin/tipos-mallas-cercados-metalicos-mas-habituales.html)

TURRÓ, E. B. (27 de octubre de 2020). *TURRÓ, EL BLOCK DE LA
FERRETERIA.* Retrieved 17 de mayo de 2024, from TURRÓ, EL BLOCK
DE LA FERRETERIA: [https://www.comercturro.com/blog/jardin/tipos-
mallas-cercados-metalicos-mas-habituales.html](https://www.comercturro.com/blog/jardin/tipos-mallas-cercados-metalicos-mas-habituales.html)

ANEXOS

ANEXO A: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO

Anexo A-1: características técnicas de la maquina tejedora de malla

Tabla A-1: Características técnicas de la maquina

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Capacidad máxima de la maquina	600	kg/día
Potencia para el equipo	1.1	kW
Frecuencia de corriente	50	Hz
Potencia del motor eléctrico	3	hp
Diámetro de la platina	50	mm
Diámetro del cilindro	60	mm
Velocidad del motor eléctrico	2900	rpm
Velocidad crítica de operación de la platina	34	rpm
Frecuencia	50	Hz

Fuente: Elaboración propia basado en la investigación

Tabla A-2: Características de los componentes de la máquina.

CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES		
	Cantidad	Unidades
Motor principal	1	3 hp
Bomba	1	½ hp
Estructura base de la maquina	1	
Correa trapezoidal (Eje interior – Eje exterior)	2	
Platina de arrastre	1	
Tubo ranurado	1	
Chumaceras	4	SKF-UCP 207
Estructura para el desplazamiento de tejido de malla	1	
Estructura base para el soporte del tejido de malla	2	
Estructura de soporte para el desplazamiento del rollo de alambre	1	
Tubería de PVC	1	
Válvula de bola de latón	2	
Galón de 20 litros para almacenamiento del líquido refrigerante	1	
Caja de tablero de control	1	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO B: PLANOS DE DISEÑO DEL EQUIPO

ANEXO C: COSTOS DE FABRICACION

Anexo C-1: Costos de materia prima

Tabla C-1: Descripción de los costos de materia prima

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO(Bs)	PRECIO TOTAL (Bs)
1	Estructura metálica (angular) 75x75x6	1	1083	2166
2	Chumacera SKF_UCP 207	4	75	300
3	Motor eléctrico 3 hp (Monofásica)	1	1500	1500
4	Eje inferior	1	155	155
5	Polea conductora 50mm	1	210	210
6	Polea de aluminio 10x8x36	3	325	975
6	Eje superior	1	155	155
7	Correa trapezoidal (Eje inferior - Eje superior)	1	340	340
8	Base recolectora de agua	1	115	115
9	Platina dobladora	1	80	80
10	Tubo ranurado	1	40	40
11	Correa trapezoidal (Motor - Eje inferior)	1	340	340
12	Galón 20 lt.	1	50	50
13	Bomba de agua 1/2 hp (Monofásica)	1	680	680
14	Tubería de PVC	1	18	18
15	Válvula de bola de latón	2	35	70
16	Enderezador	1	150	150
17	Caballote	2	287	287
18	Porta malla (madera)	1	160	160
19	Palanca tensora	1	190	190
20	Tablero de control	1	760	760
21	Porta alambre	1	190	190
TOTAL (Bs)				8931
TOTAL (\$us)				1190.9

Fuente: Elaboración propia

Costos de procesos de construcción y maquinaria

Tabla C-2: Costos de procesos de construcción y maquinaria

ITEM	DESCRIPCION	MAQUINARIA	TIEMPO (horas)	COSTO POR HORA	TOTAL
1	Torno	Eje principal	2	150	300
		Matriz	2	150	300
2	Fresadora	Platina de arrastre	1	80	80
3	Soldadora	Estructura metálica	10	100	1000

4	Amoladora	Estructura metálica	10	50	500
5	Taladro	Porta matriz Porta malla	2	80	160
6	Compresor	Estructura metálica	1	80	80
TOTAL (Bs)					2420
TOTAL (\$us)					323

Fuente: Elaboración propia

Costo total de fabricación del equipo

Tabla C-3: Costo total de fabricación del equipo

DESCRIPCION	TOTAL (\$us)
Materiales	1190.9
Costos Indirectos de los Materiales 11%	130.9
Maquinaria y Mano de Obra	323
Costos Indirectos por Maquinaria y Mano de Obra 25 %	80.75
Imprevistos 3%	51.76
Costos de ingeniería 10%	177.73
Costo total de equipo en (\$us)	1955.03
Costo total de equipo en (Bs)	14662.7

Fuente: Elaboración propia

ANEXO D: EVALUACION ECONOMICA

Anexo D-1: comparación de máquinas construidas



TEJEDORA DE MALLAS OLÍMPICAS

PRODUCE 40-120m/h

ESPECIFICACIONES:

- Nº de cable de entrada: 1
- Capacidad: 40-120m²/h
- Motor principal: 3.8kw
- Componente eléctrico marca nacional
- Diámetro del alambre: 1,5-4,5 mm
- Peso de la máquina (3M): 2.0T

Cantidad de alambre que la máquina necesita p/día y /mes:

Con el diámetro del alambre de 10 o 12mm la máquina necesita alrededor de 400kgs/día, 12 toneladas de cable por mes.

GM
GRUPOMORBECK.COM

Figura D-1: maquina tejedora de malla construida en el exterior

Fuente: (MAQUINA TEJEDORA DE MALLA, s.f.).

Maquina diseñada

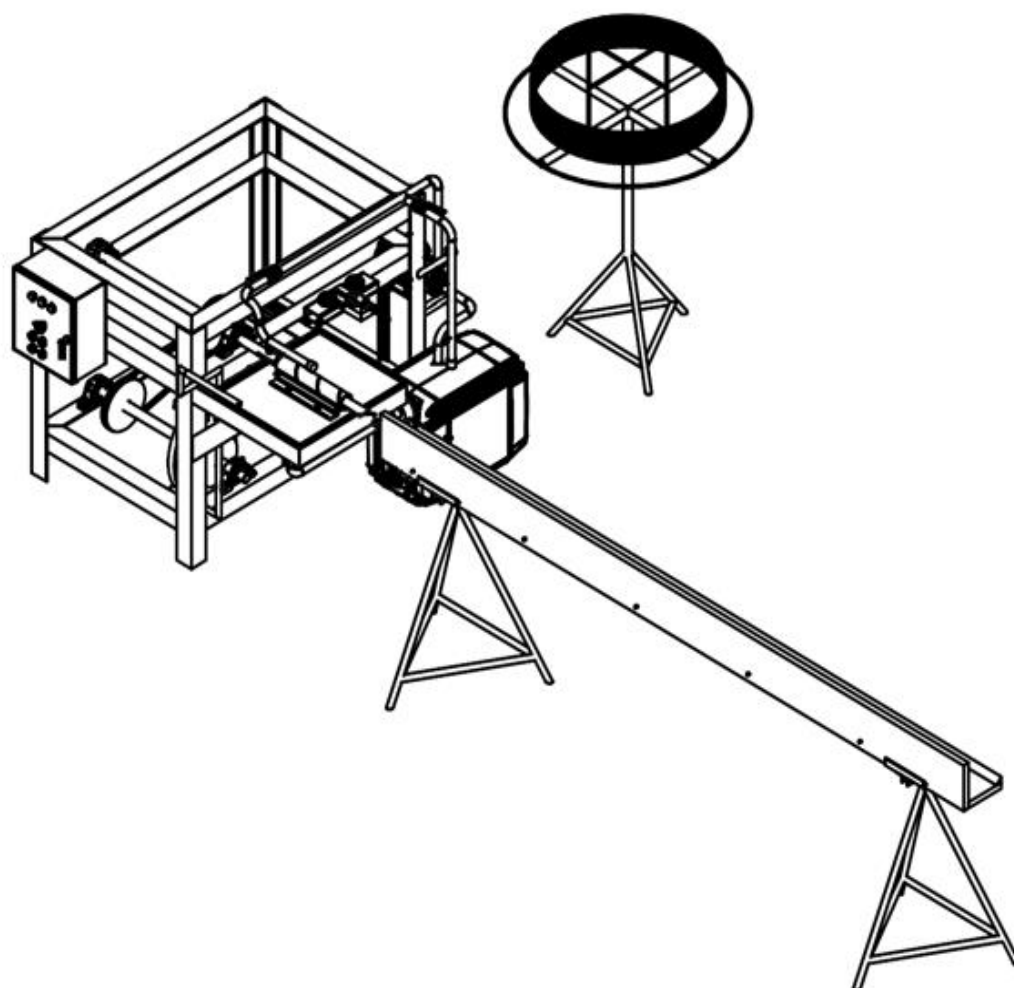


Figura D-1: maquina tejedora de malla diseñada

Fuente: Elaboración propia

Comparación de costos

Tabla D-1: Comparación de costos de máquinas.

MARCA	INDUSTRIA	CAPACIDAD	PRECIO (\$us)
MMKTMO	Peruano	40 – 120 m ² /h	11270.00
Equipo Diseñado	Bolivia	10 – 20 m ² /h	1955.03

Fuente: Elaboración propia

ANEXO E: CARACTERISTICAS DE ACERO SEGÚN LA NORMATIVA

Anexo E-1: Características de tipos de aceros según normativa

Tabla E-1: Tipos de aceros según normativa AISI-304

Características Mecánicas				
AISI	Resistencia a la Tracción	Límite Elástico	Dureza	
	Kg/mm²	Kg/mm²	H R_c Máx.	Brinell Máx.
201	70-80	30	95	201
301	52-75	21	88	185
302	52-70	21	88	183
302 B	55-75	21	88	183
303	52-70	21	90	180
304	50-70	21	88	183
304 L	50-65	18	88	183
304 H	75	30	92	183
304 LN	75	30	92	202
305	50-70	20	88	183
309	50-70	21	88	183
309	50-75	25	95	217
309 S	50-75	25	95	217
310	50-75	25	95	217
310 S	50-75	25	95	217
314	50-75	25	95	217
316	50-75	21	95	217
316 L	50-70	18	95	217
316 N	80	35	95	217
316 LN	75	30	95	217
316 Ti	50-78	25	95	217
317	55-75	25	90	217
317 L	80	35	95	217
321	55-75	25	88	183
321 H	75	30	95	217
347	55-75	25	92	201
348	55-75	25	92	201
403-410 S	45-60	24	90	183
405	42-53	25	88	183
410	45-88	30	95	217
416	45-74	24	98	215
420	55-77	33	95	220
430	45-62	25	90	185
430 F	45-63	25	-	185
431	84-92	65	-	270
440 A	65-80	30	95	-
440 B	75-85	40	-	-
446	52-60	31	90	185

Fuente: (CARACTERISTICAS MECANICAS DEL ACERO, 2024).

Tabla E-2: Calculo del eje motriz para el mecanismo

ACERO AISI-SAE 1018 (UNS G10180)

1. Descripción: este acero de bajo - medio carbono tiene buena soldabilidad y ligeramente mejor maquinabilidad que los aceros con grados menores de carbono. Se presenta en condición de calibrado (acabado en frío). Debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para componentes de maquinaria.

2. Normas involucradas: ASTM A 108

3. Propiedades mecánicas: Dureza 126 HB (71 HRb)
Esfuerzo de fluencia 370 MPa (53700 PSI)
Esfuerzo máximo 440 MPa (63800 PSI)
Elongación máxima 15% (en 50 mm)
Reducción de área 40%
Modulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)
Maquinabilidad 76% (AISI 1212 = 100%)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.15 – 0.20 % C
0.60 – 0.90 % Mn
0.04 % P máx.
0.05 % S máx.

Fuente: (BUDYNAS, DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA DE SHIGLEY).

Anexo F: Características técnicas de los elementos más representativos de la máquina.

Características técnicas del motor



Figura F-1: Características técnicas del motor.
Fuente: (CARACTERISTICAS TECNICAS DE MOTOR DE 3 HP WEG, s.f.)

Motores Eléctricos			
Carcasa	G56H	Tiempo de rotor bloqueado	10s (frío) 6s (caliente)
Potencia	2.2 kW (3 HP)	Momento de inercia (J)	0.0028 kgm²
Numero de polos	2	Clase de aislamiento	F
Frecuencia	50 Hz	Factor de servicio	1.00
Rotación nominal	2900 rpm	Elevación de temperatura	80 K
Resbalamiento	3.33 %	Ciclo de servicio	Cont.(S1)
Tensión nominal	220-240 V	Método de partida	Partida directa
Corriente nominal	12.8-11.7 A	Temperatura ambiente	-20°C hasta +40°C
Corriente de arranque	87.0-79.8 A	Altitud	1000 m
Ip/In	6.8x(Cód. H)	Grado de protección	IP21
Corriente en vacío	6.00-5.50 A	Refrigeración	IC01 - ODP
Torque nominal	0.739 kgfm	Forma constructiva	F-1
Torque de arranque	220 %	Dirección de rotación¹	Ambos
Torque máximo	229 %	Masa aproximada²	20.4 kg

Figura F-2: Características técnicas del motor.
Fuente: (CARACTERISTICAS TECNICAS DE MOTOR DE 3 HP WEG, s.f.)

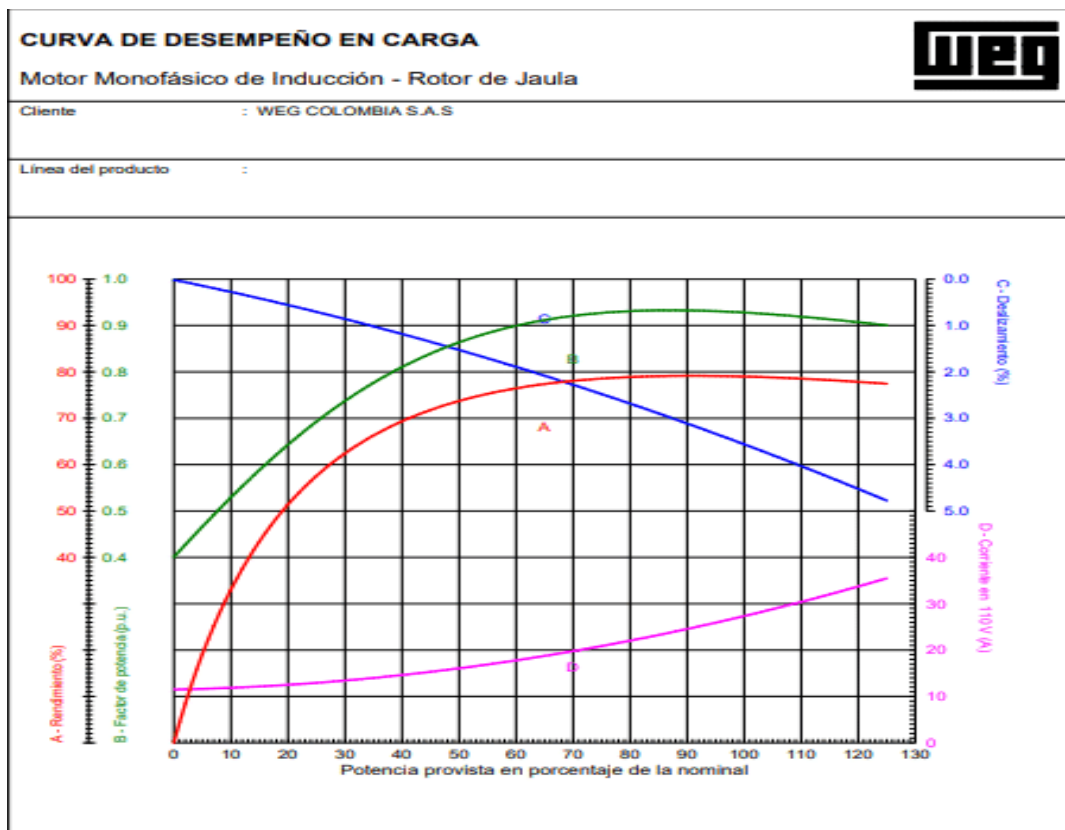


Figura F-3: Características técnicas del motor.
Fuente: (CURVA DE DESEMPEÑO DE CARGA DEL MOTOR, s.f.)

Características técnicas de la bomba

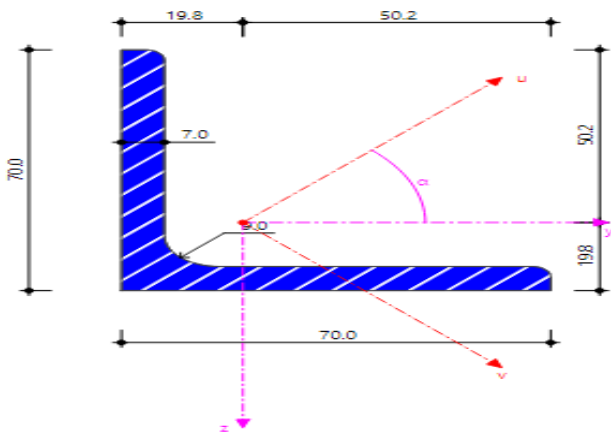


MOTOR	
Tipo de Motor	Eléctrico
Marca del motor	Weg
Potencia del Motor	1.00 hp
RPM del Motor	3450 RPM
Voltaje	127 / 220 V
Fases del motor	Monofásico
Protección termica	Si
BOMBA	
Tipo de Bomba	Doméstica
Flujo Optimo	115.00 LPM
Altura Optima	24.00 m
Numero de etapas	1 etapas
Diametro de succion	1.25 pulg
Diametro de descarga	1.00 pulg
Tipo de impulsor	Cerrado
Material del cuerpo	Hierro Gris

Figura F-4: Características técnicas de la bomba de agua
Fuente: (CARACTERISTICAS TECNICAS DE BOMBA DE AGUA, s.f.).

Características técnicas de estructura de hierro

- ISO R 657/1 1968
- Mittal Steel South Africa



▲ Geometría			
Canto	h	70.0	mm
Espesor	t	7.0	mm
Radio de acuerdo	r_1	9.0	mm
Radio del talón	r_2	3.0	mm
▲ Área de la sección			
Área de la sección	A	9.40	cm ²

Figura F-5: Características técnicas de estructura de hierro
Fuente: (CARACTERISTICAS TECNICAS DE PERFIL ANGULAR, s.f.).



ANGULARES, PLATINOS Y OTROS



ITEM	PESO	DESCRIPCION	PRECIO	
			\$m	\$n
1A1089GD	3.52	FIERRO ANGULAR 3/4 x 2.0 x 6Mts Delg	3.50	27.17
1A1089GE	4.50	FIERRO ANGULAR 1 x 2.0 x 6Mts Delg	5.03	34.98
1A1089FN	7.00	FIERRO ANGULAR 1/2 x 2.5 x 6Mts Delg	3.24	22.56
1A1089FK	3.60	FIERRO ANGULAR 5/8 x 2.5 x 6Mts Delg	3.88	27.00
1A1089FL	4.40	FIERRO ANGULAR 3/4 x 2.5 x 6Mts Delg	4.74	32.90
1A1089FL	5.70	FIERRO ANGULAR 1 x 2.5 x 6Mts Delg	6.15	42.80
1A1089FL	6.56	FIERRO ANGULAR 1 1/4 x 2.5 x 6Mts Delg	7.53	52.38
1A1089FL	8.10	FIERRO ANGULAR 1 1/2 x 2.5 x 6Mts Delg	9.81	68.29
1A1090EA	3.43	FIERRO ANGULAR 1/2 x 1/8 x 6 Mts	3.59	25.00
1A1090FA	4.10	FIERRO ANGULAR 5/8 x 1/8 x 6 Mts	4.45	30.85
1A1095FA	5.15	FIERRO ANGULAR 3/4 x 1/8 x 6 Mts	5.55	38.66
1A1100FA	6.82	FIERRO ANGULAR 1 x 1/8 x 6 Mts	7.35	51.15
1A1105FA	9.20	FIERRO ANGULAR 1 1/4 x 1/8 x 6 Mts	9.92	69.04
1A1110FA	10.63	FIERRO ANGULAR 1 1/2 x 1/8 x 6 Mts	11.47	79.84
1A1115FA	14.48	FIERRO ANGULAR 2 x 1/8 x 6 Mts	15.56	108.45
1A1130FA	16.38	FIERRO ANGULAR 1 x 3/16 x 6 Mts	15.19	77.90
1A1135FA	12.14	FIERRO ANGULAR 1 1/4 x 3/16 x 6 Mts	14.17	98.81
1A1140FA	16.32	FIERRO ANGULAR 1 1/2 x 3/16 x 6 Mts	17.60	122.47
1A1145FA	21.48	FIERRO ANGULAR 2 x 3/16 x 6 Mts	23.17	161.26
1A1148FA	26.20	FIERRO ANGULAR 2 1/2 x 3/16 x 6 Mts	28.25	196.64
1A1147FA	33.28	FIERRO ANGULAR 3 x 3/16 x 6 Mts	35.81	248.23
1A1148AA	13.21	FIERRO ANGULAR 1 x 1/4 x 6 Mts	14.24	99.14
1A1148FA	17.89	FIERRO ANGULAR 1 1/4 x 1/4 x 6 Mts	19.20	133.62
1A1149FA	20.94	FIERRO ANGULAR 1 1/2 x 1/4 x 6 Mts	22.58	157.15
1A1150FA	26.90	FIERRO ANGULAR 2 x 1/4 x 6 Mts	30.84	214.63
1A1155FA	36.80	FIERRO ANGULAR 2 1/2 x 1/4 x 6 Mts	39.47	274.69
1A1157FA	42.86	FIERRO ANGULAR 3 x 1/4 x 6 Mts	46.24	321.84
1A1158FA	50.90	FIERRO ANGULAR 4 x 1/4 x 6 Mts	63.53	442.16
1A1158FG	35.20	FIERRO ANGULAR 2 x 5/16 x 6 Mts	37.96	264.17
1A1158FD	43.00	FIERRO ANGULAR 2 1/2 x 5/16 x 6 Mts	46.42	323.07
1A1158FE	54.10	FIERRO ANGULAR 3 x 5/16 x 6 Mts	58.34	406.07
1A1158FG	72.45	FIERRO ANGULAR 4 x 5/16 x 6 Mts	78.18	544.11
1A1158FD	42.00	FIERRO ANGULAR 2 x 3/8 x 6 Mts	45.29	315.21
1A1158FF	52.90	FIERRO ANGULAR 2 1/2 x 3/8 x 6 Mts	57.10	397.40
1A1158FE	60.00	FIERRO ANGULAR 3 x 3/8 x 6 Mts	70.09	487.81
1A1158FB	85.00	FIERRO ANGULAR 4 x 3/8 x 6 Mts	92.37	642.80
1A1158FZ	84.00	FIERRO ANGULAR 3 x 1/2 x 6 Mts	90.58	630.41
1A1158FA	114.40	FIERRO ANGULAR 4 x 1/2 x 6 Mts	122.95	855.74
1A1158FU	144.00	FIERRO ANGULAR 5 x 1/2 x 6 Mts	165.70	1,083.64
FIERRO PLATINO				
1A1160FA	1.44	FIERRO PLATINO 1/2 x 2.5 x 6 Mts Delg	1.64	11.42
1A1160FB	1.98	FIERRO PLATINO 5/8 x 2.5 x 6 Mts Delg	2.12	14.76
1A1160FC	2.27	FIERRO PLATINO 3/4 x 2.5 x 6 Mts Delg	2.59	18.62
1A1160FD	3.02	FIERRO PLATINO 1 x 2.5 x 6 Mts Delg	3.44	23.87
1A1160FE	3.81	FIERRO PLATINO 1 1/4 x 2.5 x 6 Mts Delg	4.35	30.29
1A1160FF	4.54	FIERRO PLATINO 1 1/2 x 2.5 x 6 Mts Delg	5.24	36.44
1A1160FP	1.92	FIERRO PLATINO 1/2 x 1/8 x 6 Mts	2.13	14.79
1A1165FP	2.33	FIERRO PLATINO 5/8 x 1/8 x 6 Mts	2.58	17.96
1A1170FP	2.82	FIERRO PLATINO 3/4 x 1/8 x 6 Mts	3.12	21.72
1A1175FP	3.78	FIERRO PLATINO 1 x 1/8 x 6 Mts	4.18	29.12
1A1180FP	4.74	FIERRO PLATINO 1 1/4 x 1/8 x 6 Mts	5.25	36.52
1A1185FP	5.70	FIERRO PLATINO 1 1/2 x 1/8 x 6 Mts	6.31	43.90



Figura F-6: Características técnicas de estructura de hierro
Fuente: (CARACTERISTICAS DE ANGULARES Y PLATINAS, s.f.).

Características técnicas de Correa

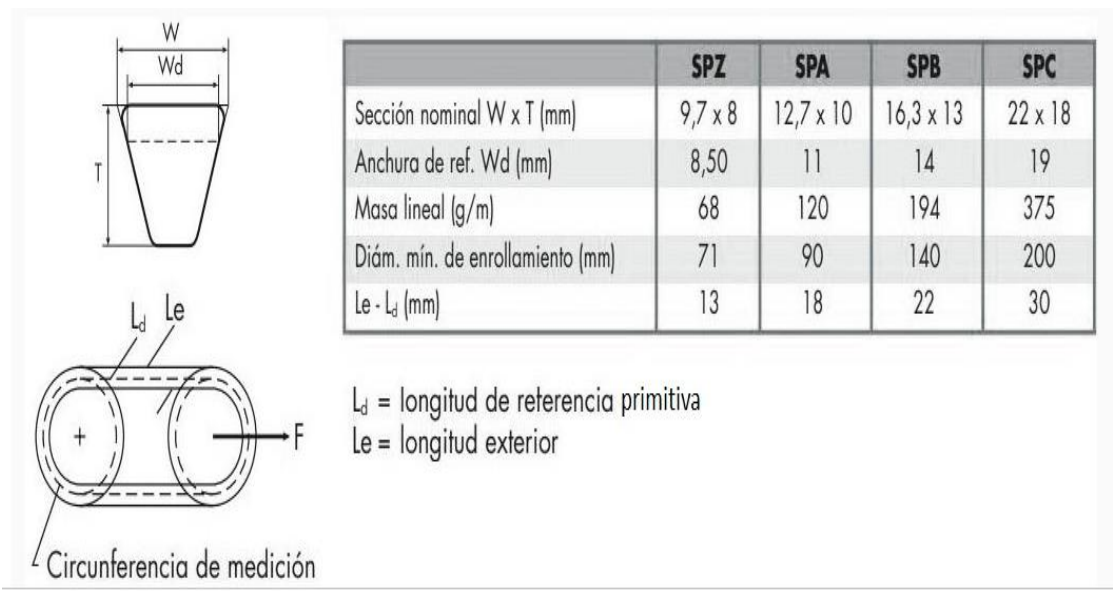


Figura F-7: Características técnicas de correa trapezoidal
Fuente: (CORREA TRAPEZOIDAL , s.f.).

Características técnicas de unidad de rodamiento de bolas

UCP 207-20

Unidad de rodamientos de bolas con soporte de pie con aro interior prolongado y fijación con tornillos, fundición, normas japonesas

Las unidades de rodamientos de bolas con soporte de pie están formadas por un rodamiento de inserción montado en un soporte de fundición que puede atornillarse a una superficie de apoyo. Esta versión es fuerte y rígida, y es adecuada para aplicaciones con sentidos de giro constantes y alternados. Tiene un aro interior prolongado en ambos lados, y se fija en el eje ajustando un tornillo de fijación en el aro interior, lo que la hace fácil de montar.

- Fuertes
- Diseñados para una rotación constante y alternada
- Listos para montar
- Rodamiento lubricado y sellado
- Fijación rápida en el eje
- Rentables

Image may differ from product. See technical specification for details.

Figura F-8: Características técnicas chumaceras
Fuente: (CARACTERISTICA TECNICA DE RODAMIENTO DE BOLAS, s.f.).

Diagrama de fuerza de arranque de motor y bomba

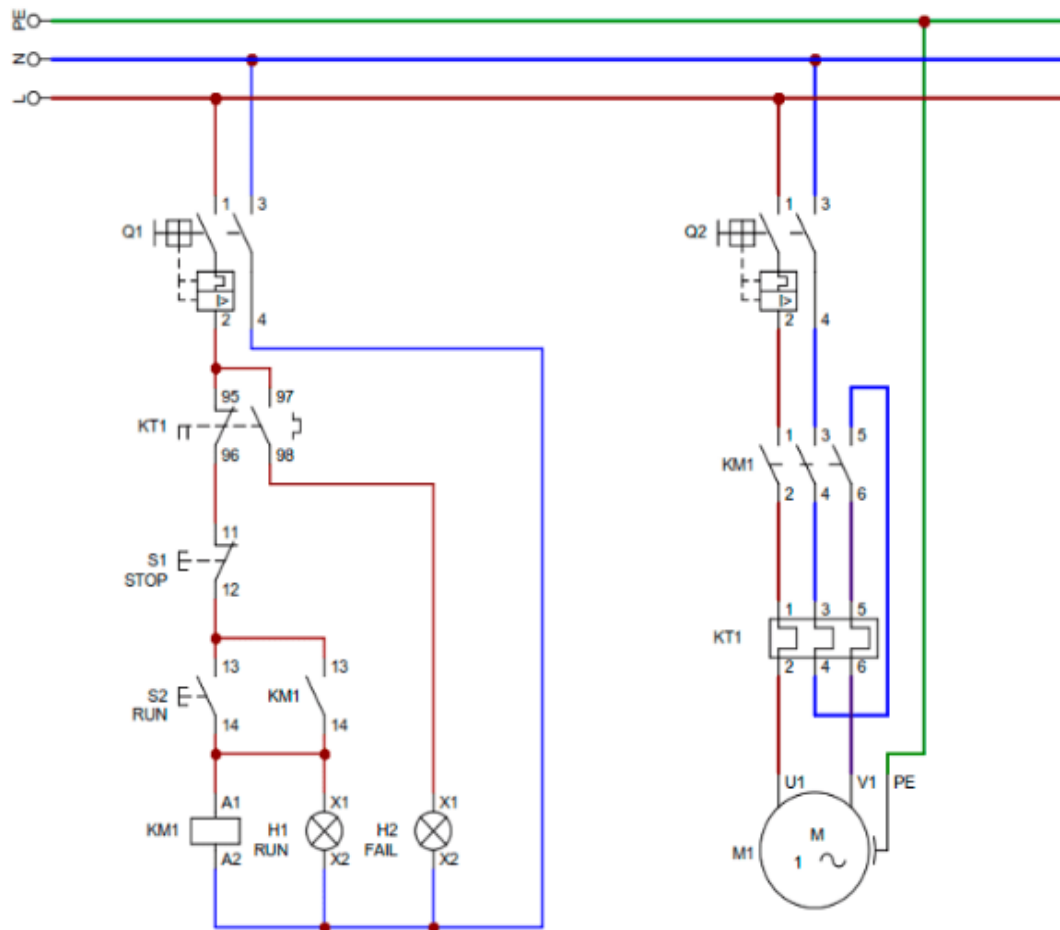


Figura F-9: diagrama de fuerza y control de arranque de motor y bomba

Fuente: (DIAGRAMA DE ARRANQUE DE MOTOR, s.f.).