

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA



PROYECTO DE GRADO:

**“DISEÑO DE UNA LAMINADORA DE MASAS PARA LA INDUSTRIA
PANIFICADORA”**

Proyecto de grado para obtener el Título de Ingeniero Electromecánico

POR: DARLIN DAYANA CLAROS PEREZ

TUTOR: MSC. ING. GUSTAVO BARRIGA DELGADILLO

LA PAZ – BOLIVIA

2024



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

“DISEÑO DE UNA LAMINADORA DE MASAS PARA LA INDUSTRIA PANIFICADORA”

Por

Darlin Dayana Claros Perez

Revisado y Presentado ante el Tribunal de Grado Académico

APROBADO:

MSc. Ing. Gustavo Barriga Delgadillo

Asesor de Proyecto de Grado

UNIVERSIDAD MAYOR DE SÁN ANDRÉS

FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELECTROMECAÁNICA**

Mayo, 2024

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a mi madre, Rosio Soto, quien para mí representa fuerza, valentía y amor. A mi Papá, Carlos Claros, por haber creído siempre en mí. A mi hermano, Rafael Claros, por su apoyo y amor incondicional. A toda mi familia por sus consejos, oraciones y palabras que me han hecho una mejor persona, especialmente a mi tía Lin Soto, quien ha sido como una segunda madre para mí.

Finalmente, a todos mis amigos y compañeros que caminaron a mi lado, brindándome su apoyo y cariño, les agradezco de corazón.

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad Mayor de San Andrés y a la Facultad de Ingeniería por haberme acogido todos estos años de estudio, y por los amigos que logré conocer en el transcurso de la misma. A mi tutor, Msc. Ing. Gustavo Barriga Delgadillo, y a los miembros del tribunal, cuya orientación y apoyo han sido invaluableles en esta etapa de mi proyecto. Quiero dar un agradecimiento especial al Msc. Ing. Jaime Sánchez Guzmán, quien me inspira mucho a crecer como persona y profesional. Gracias por la orientación, consejo y cariño que me brindó en todo este tiempo.

Resumen

Este proyecto surge de la creciente necesidad en el país de consumir productos de panificación. La demanda de estos productos ha aumentado significativamente, lo que ha llevado a la industria panificadora a buscar formas de aumentar su producción y eficiencia.

Para abordar estos desafíos, se propone el desarrollo y diseño de una máquina laminadora de masas de harina con el objetivo de aumentar la eficiencia del proceso de producción en la industria panificadora boliviana. Se mencionan los sistemas necesarios para el correcto desempeño técnico de la máquina, como los sistemas de alimentación, laminado y control. Además, se establecen objetivos específicos como establecer parámetros de diseño, realizar cálculos necesarios, elaborar planos y analizar costos.

La justificación del proyecto se basa en el alto consumo de productos a base de harina de trigo en Bolivia, la dependencia de importaciones y la necesidad de fomentar la producción local. Se destaca el potencial de la máquina laminadora de masas de harina para aumentar la eficiencia y productividad en la industria panificadora, contribuyendo a satisfacer la demanda del mercado.

Se logró desarrollar y diseñar una máquina laminadora de masas de harina que optimiza y aumenta la eficiencia del proceso de producción en la industria panificadora en Bolivia.

La máquina diseñada cuenta con características técnicas destacadas, como un regulador de velocidad, módulo de corte y facilidad de uso, que la hacen competitiva en el mercado. Se seleccionaron los sistemas necesarios para un correcto desempeño técnico de la máquina, como el sistema estructural, de transmisión, de cinta transportadora, de laminado y eléctrico.

Concluyendo que la máquina laminadora diseñada ofrece una solución competitiva y rentable en comparación con marcas de alta gama importadas, como AMBRO y GRANO.

Al ser un producto boliviano, reduce la dependencia de las importaciones y proporciona servicio técnico local, a diferencia de productos extranjeros con costos elevados y materiales de dudosa calidad.

Índice General

CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4 Justificación	3
1.5 Fundamento teórico	4
1.5.1 Harina de trigo	4
1.5.2 Proceso de elaboración	5
1.5.3 Masa.....	6
1.5.4 Alimento viscoelástico.....	7
1.5.5 Comportamiento de un fluido viscoelástico	7
1.5.6 Proceso de laminación.....	8
1.5.7 Laminado plano y sus análisis	9
1.5.8 Cinta transportadora	11
1.5.9 Criterios para la selección de una banda	18
1.5.10 Tipos de tensores para banda transportadora.....	19
1.5.11 Materiales utilizados en la industria alimenticia.....	20
1.6 Límites y alcances	25
1.6.1 Límites	25
1.6.2 Alcances	25
1.7 Alternativas de solución	25
1.7.1 Laminadora vertical.....	25
1.7.2 Laminadora de piso con banda	26
1.8 Elección de la alternativa de solución	27
2 CAPÍTULO II: INGENIERÍA DEL PROYECTO	31
2.1 Parámetros de diseño	31
2.2 Sistemas y subsistemas.....	31
2.2.1 Sistemas.....	31
2.2.2 Subsistemas	32
2.3 Análisis previos al diseño.....	32
2.3.1 Análisis cinemático	33
2.3.2 Análisis dinámico	35
2.3.3 Diámetro mínimo de los tambores	45
2.3.4 Análisis estáticos	47

2.4	Diseño de elementos	51
2.4.1	Transmisión por cadena.....	51
2.4.2	Diseño de rodillos laminadores	56
2.4.3	Diseño del tambor motriz y tambor de retorno	64
2.4.4	Diseño de chavetas	68
2.4.5	Diseño del regulador de espesor	70
2.5	Especificación de componentes.....	71
2.5.1	Banda transportadora	72
2.5.2	Cadena y ruedas dentadas	72
2.5.3	Selección de rodamiento con contacto de rodadura.....	73
2.5.4	Selección de chumacera tensora	76
2.5.5	Sistema de potencia	78
2.5.6	Sistema de control	82
2.6	Resumen de memoria de cálculo.....	85
2.7	Balance de materiales	86
2.8	Planos de conjunto y detalle	87
3	CAPÍTULO III: PROCESOS DE MANUFACTURA	88
3.1	Procesos de fabricación.....	88
3.1.1	Tiempos de fabricación	88
3.1.2	Tiempo de torneado	88
3.1.3	Tiempo de taladrado	89
3.1.4	Tiempo de soldadura por arco	90
3.2	Proceso de montaje	90
3.3	Recomendaciones de operación y mantenimiento	92
3.3.1	Operación	92
3.3.2	Mantenimiento	93
4	CAPÍTULO IV: COSTOS	94
4.1	Costo de material.....	94
4.2	Costo de elementos especificados.....	94
4.3	Costo de mano de obra	95
4.4	Costo de fabricación	96
4.5	Otros costos.....	97
4.6	Precio	98
4.6.1	Determinación del precio de venta.....	98
4.6.2	Determinación del precio de factura.....	99
5	CAPÍTULO V: EVALUACIÓN.....	100
5.1	Evaluación técnica.....	100

5.2	Evaluación económica	101
5.3	Conclusiones	103
5.4	Recomendaciones	104
	Bibliografía	106

Índice de Figuras

Fig. 1. Principales exportaciones de harina.....	3
Fig. 2 Elaboración de la masa.....	6
Fig. 3 Proceso de laminado.....	9
Fig. 4 Vista lateral del proceso de laminación.....	9
Fig. 5 Cinta transportadora.....	12
Fig. 3 Partes de la banda transportadora.....	13
Fig. 4 Evolución del recubrimiento.....	13
Fig. 6 Tejido llano de bandas transportadoras.....	15
Fig. 7 Banda con cobertura de PVC.....	16
Fig. 8 Banda de poliuretano.....	17
Fig. 9 Banda de poliolefina.....	17
Fig. 10 Banda de VPS.....	18
Fig. 11 Laminadora vertical.....	26
Fig. 12 Laminadora de piso con banda.....	26
Fig. 13 DCL del módulo de corte.....	40
Fig. 14 DCL del tambor motriz.....	44
Fig. 15 Tensión del contra tambor.....	45
Fig. 16 Inercia de una cinta transportadora.....	46
Fig. 17 Viga costanera.....	49
Fig. 18 Diagrama esfuerzo cortante y momento flector.....	50
Fig. 19 Reductor - Eje de Transmisión.....	54
Fig. 20 Configuración para el cambio de sentido.....	54
Fig. 21 Eje de transmisión - Rodillo superior/Nivelador.....	55
Fig. 22 Eje de transmisión - Banda de Entrada.....	55
Fig. 23 Eje de transmisión - Banda de Salida.....	56
Fig. 24 Fuerza de la cadena de transmisión.....	57
Fig. 25 Cambio de dirección.....	58
Fig. 26 Rodillo laminador.....	59
Fig. 27 DCL del Eje Laminador.....	59
Fig. 28 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento Flector.....	59
Fig. 30 Resistencia a la fatiga.....	61
Fig. 31 Diámetro ideal del eje laminador.....	62
Fig. 32 DCL del Eje del Rodillo laminador Sup.....	62

Fig. 33 Diagrama de esfuerzo cortante y Momento flector.....	63
Fig. 34 Diámetro ideal del Rodillo laminador Superior	63
Fig. 35 DCL Eje del Tambor Motriz.....	65
Fig. 36 DCL del eje del tambor motriz	67
Fig. 37 Chaveta plana	69
Fig. 38 Dimensiones de chavetero	69
Fig. 39 Dimensiones de chavetero.....	70
Fig. 40 Geometría del Nivelador de Altura	70
Fig. 41 Banda transportadora de Poliuretano.....	72
Fig. 42 Rueda dentada PHS-40 tipo A	73
Fig. 43 Rodamiento de bolas	74
Fig. 44 Característica del rodamiento 6005.....	76
Fig. 46 Chumacera tensora.....	77
Fig. 47 Motor trifásico 90S	79
Fig. 48 Variador de frecuencia CFW 300	80
Fig. 49 Contactor Chint	81
Fig. 50 Termomagnético Siemens	82
Fig. 51 Uso del HMI.....	83
Fig. 52 Circuito de control	84
Fig. 53 Diagrama de control y potencia.....	84
Fig. 54 Sistema de transporte	91
Fig. 55 Sistema de laminado.....	91
Fig. 56 Unión de sistemas.....	92
Fig. 57 Ficha técnica M-6130	100
Fig. 58 AMBRO de segunda mano.....	102
Fig. 59 Laminadora Grano	102

Índice de tablas

Tabla 1 Propiedades del trigo	4
Tabla 2 Porcentaje de los principales componentes de la harina de trigo	5
Tabla 3 Constantes de ley de potencia para masas	8
Tabla 4 Propiedades físicas del acero AISI 304	22
Tabla 5 Ventajas y desventajas de las alternativas de solución	27
Tabla 6 Matriz foda para laminadora vertical	27
Tabla 7 Matriz foda para laminadora de piso con banda	29
Tabla 8 Fuerzas.....	38
Tabla 9 Factor de corrección	42
Tabla 10 Factor del material	46
Tabla 11 Factor de servicio para cadenas de transmisión	52
Tabla 12 Cadena simple de rodillos número 40	53
Tabla 13 Numero de dientes de las ruedas dentadas	53
Tabla 14 Propiedades Físicas del acero AISI 1045	56
Tabla 15 Calculo de fuerza y par torsional	58
Tabla 16 Factor de confiabilidad.....	60
Tabla 17 Resultados de Von Misses	64
Tabla 18 Diagrama de esfuerzo cortante y Momento flector	66
Tabla 19 Diámetro ideal para los tambores motrices	66
Tabla 20 Diagramas para el eje del tambor de retorno.....	68
Tabla 21 Distancias entre los rodillos laminadores.....	71
Tabla 22 Cadena de transmisión	73
Tabla 23 Duración de diseño	74
Tabla 24 Factores FL y Fn.....	75
Tabla 25 Características del rodamiento 6004	75
Tabla 26 Características de la chumacera tensora	77
Tabla 27 Calibres para conductores de corriente	82
Tabla 28 Componentes para el circuito de control	82
Tabla 29 Especificación de parámetros	83
Tabla 30 Memoria de cálculo del sistema laminador.....	85
Tabla 31 Memoria de cálculo del sistema de transporte.....	85
Tabla 32 Memorias de cálculo del sistema de transmisión.....	86
Tabla 33 Memorias de cálculo del sistema de control	86

Tabla 34 Balance de Materia	87
Tabla 35 Resumen de costos de material	94
Tabla 36 Detalle de los productos especificados.....	95
Tabla 37 Costo de mano de obra	96
Tabla 38 Costos de elementos fabricados.....	97
Tabla 39 Otros Costos.....	97
Tabla 40 Costo total.....	98
Tabla 41 Ficha técnica de la Maquina Diseñada	101
Tabla 42 Comparación de precios.....	103

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 Introducción

Los productos de panadería hacen referencia a una amplia gama de alimentos que se elaboran cocinando masa o pasta en un horno. La categoría incluye productos como pan, pasteles, bollería, galletas, tartas y otros productos horneados. Más, los productos de panadería pueden elaborarse con diversos ingredientes, como harina, azúcar, huevos, leche, mantequilla y especias. Pueden ser dulces o salados, ya menudo se toman como tentempié, postre o desayuno. Están disponibles en muchas formas y son disfrutados por personas de todo el mundo.

En Bolivia existen más de 300 compañías dedicadas al sector de panificación, sin mencionar las que existen en el mercado informal. Estas empresas ofrecen una gran variedad de productos como donas, alfajores, empanadas, diferentes tipos de pan, queques, galletas, etc. Para poder abastecer la demanda local, estas empresas buscan soluciones para optimizar su producción agilizando cada proceso. Entre los procesos de elaboración de la masa tenemos el mezclado, amasado, laminado y corte.

Las empresas o fábricas de alimentos en su incesante búsqueda por aumentar su productividad sin afectar la calidad de sus productos, buscan continuamente maquinaria que agilice cada uno de sus procesos. Sin embargo, se encuentran con desafíos significativos en el proceso de laminado de masas, lo que puede limitar su capacidad para satisfacer la creciente demanda del mercado. En este contexto, el presente proyecto propone: una máquina laminadora capaz de procesar masas de cualquier tipo de harina. Esta laminadora está diseñada específicamente para la industria panificadora, con el objetivo de optimizar el proceso de laminado, aumentando así la eficiencia y productividad de las empresas. Con esta máquina, las empresas podrán superar los desafíos actuales y satisfacer mejor las demandas del mercado.

1.2 Planteamiento del problema

La industria panificadora enfrenta desafíos críticos en el proceso de laminación de masas, impactando la calidad y eficiencia en la producción de pasteles como croissants, donas, alfajores, hojaldre, milhojas, empanadas y entre otros. Problemas identificados incluyen la desigualdad en los productos laminados, pérdida de material y baja producción debido a la porosidad en el proceso de laminación, generando cada uno de estos problemas pérdidas económicas significativas.

Por lo tanto, el problema principal que se plantea es: ¿Cómo mejorar la eficiencia del proceso de laminación para aumentar la producción sin comprometer la calidad del producto?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Diseñar una máquina laminadora de masas de harina para optimizar y aumentar la eficiencia del proceso de producción en la industria panificadora en Bolivia.

1.3.2 Objetivos específicos

- Establecer los parámetros necesarios para el diseño de la máquina, incluyendo las dimensiones, los materiales y las capacidades de producción.
- Realizar todos los cálculos necesarios para el diseño de la máquina, incluyendo los cálculos estructurales y de potencia.
- Elaborar los planos de construcción de la máquina mediante un programa de software adecuado, asegurando que todos los componentes estén claramente representados y dimensionados.
- Realizar un análisis de costos que incluya tanto los costos de fabricación como los costos operativos estimados.

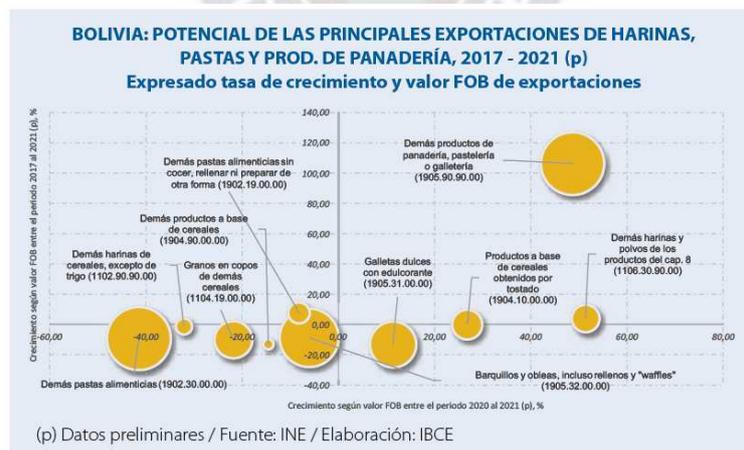
1.4 Justificación

La aplastante realidad de la pandemia del coronavirus, con sus estrepitosas consecuencias económicas, llevó a muchos negocios a cerrar o, en el mejor de los casos, a reinventarse. Es el caso de las panaderías que desafió la crisis económica y en plena emergencia sanitaria expandieron puntos de venta en todo el país y surten su catálogo de productos. (El Deber, 2021)

Dando como resultando, una creciente demanda en los productos de panadería y pastelería, llevando a las empresas y emprendimientos innovar en la manera de producción, buscando nuevas tecnologías.

Según la IBCE¹ (Instituto Boliviano de Comercio Exterior), existen productos demostraron su crecimiento de exportación en el 2020-2021 tales como: los demás productos de panadería, pastelería o galletería que incrementó en 48% (3,5 millones de dólares exportados durante el 2021), con un crecimiento promedio de poco más de 106% entre el período 2017-2021, entre otros, que representa un segmento con alto potencial de demanda en los mercados internacionales.

Fig. 1. Principales exportaciones de harina



Fuente: (IBCE,2022)

Además del crecimiento de esta industria en el mercado internacional, también se experimenta esto en el mercado local. Exigiendo una variedad de productos para los

¹ (IBCE, 2022)

consumidores. De esta forma los productores, buscan optimizar el proceso de producción.

1.5 Fundamento teórico

1.5.1 Harina de trigo

La harina de trigo consiste en el molino de los granos de este cereal, posteriormente filtrados con el fin de retirar impurezas propias. En tiempos antiguos este proceso era realizado con piedras.

Actualmente existen dos tipos de trigo: la básica y la integral. La principal diferencia entre ambas radica más que todo en un simple hecho: en la harina básica se elimina el endospermo² y el salvado³, mientras que en la integral este paso se evade, con lo que presenta un mayor contenido en fibra vegetal.

Tabla 1 Propiedades del trigo

Nombre	Tipo Francés	Tipo Español	Tipo Latinoamericano	Proteínas	Uso
Harina floja	T45	W: 80-110	0000	≤ 9%	Masas sin fermentación y pasteles. Uso culinario
Harina media	T55	W: 110-180	000	10%-11%	Masas con cortas fermentaciones, cruasanes y hojaldre
Harina fuerza	T80	W: 180-270	00	11%-13%	Pan con fermentaciones largas: pan rústico
Harina gran fuerza	T110	W: 270-330	0	12%-14%	Panes muy enriquecidos y bollería: Panettone
Harina integral	T150	—	—	12%-15%	Pan integral

Fuente: (Wikipedia)

La harina de trigo es el principal ingrediente para la elaboración de masas de panificación, sus componentes son: almidón (70 – 75 %), agua (14 %) y proteínas (10 - 12 %), además de polisacáridos no del almidón (2 - 3%) particularmente

² Endospermo, ocupa el 86% del peso del grano, es la fuente para la producción de harina blanca.

³ Salvado, cubre todo el grano. Tiene dos partes, parte frutal y parte seminal.

arabinoxilanos y lípidos (2%). La tabla 2, presenta los porcentajes de los principales componentes de la harina de trigo

Tabla 2 Porcentaje de los principales componentes de la harina de trigo

Componente	Porcentaje (%)
Almidón	70 - 75
Proteínas	10 - 12
Polisacáridos no del almidón	2 - 3
Lípidos	2

Fuente: (Temas de ciencia y tecnología, 2009)

El proceso de la panificación se comprende en entender que la harina es un conjunto de dos sustancias:

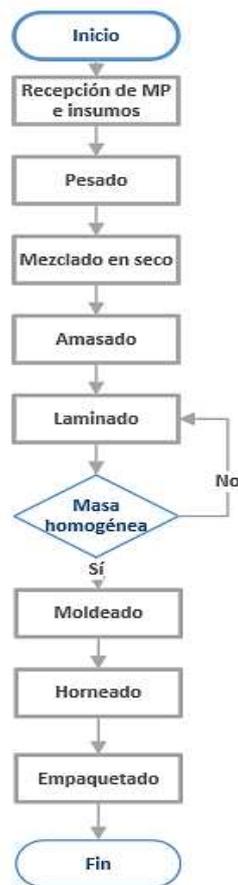
- Gluten, es una proteína que se encuentra en el trigo. Al mezclarse con el agua ayuda a que la masa se esponje (aumente) y evita que la masa se desarme, hace que adquiera consistencia y elasticidad.
- Almidón, es en forma de gránulos que poseen dos moléculas de almidón distintas: la amilosa y la amilopectina. Estas dos moléculas se organizan en los gránulos con una estructura cuasi-cristalina que absorbe poca agua. Los almidones reparten la humedad de forma homogénea durante el amasado y proporcionan una estructura semisólida a la masa.

1.5.2 Proceso de elaboración

La elaboración de masas es un proceso que implica la combinación de ingredientes como harina, agua, levadura y sal para formar una masa homogénea. Esta masa se amasa para desarrollar la estructura de gluten, se fermenta para desarrollar sabor y textura, y luego se somete al proceso de laminado en algunos casos, donde la masa se lamina y dobla repetidamente para crear capas, como en el caso de croissants o hojaldres. Después del laminado, la masa se divide y forma según el producto final deseado.



Fig. 2 Elaboración de la masa



Fuente:(Elaboración Propia)

1.5.3 Masa

Masa es el nombre común usado para diversas mezclas hechas de harina y un líquido (agua o leche) o algún tipo de grasa (aceite comestible, mantequilla o manteca). Es la base de la elaboración del pan, del bizcocho, de la tortilla americana, de las empanadas, de las galletas, de la bollería y de muchas tartas. Puede ser horneada, frita o cocida (en un comal o plancha, al vapor o en agua). Puede incluir levadura, pero hay variantes que no llevan, como por ejemplo las masas para panes ácimos, tortillas, pastas y dumplings. Su uso está ampliamente difundido en todo el mundo, donde constituyó la base de la alimentación durante milenios. Los aditivos mencionados anteriormente en la harina, da como resultado una mezcla homogénea y compresible, logrando una masa maleable.

1.5.4 Alimento viscoelástico

Las proteínas de la harina de trigo, específicamente las proteínas del gluten le confieren a la masa una funcionalidad única que la diferencia del resto de las harinas de otros cereales, la masa de harina de trigo se comporta desde el punto de vista reológico como un fluido viscoelástico, esta propiedad hace que la masa sea elástica y extensible. En la etapa de mezclado se desarrolla la malla de gluten, los cambios reológicos que ocurren en esta etapa son monitoreados por medio de un reómetro llamado farinógrafo⁴. Con el alveógrafo⁵ y el extensógrafo⁶ se realizan otras pruebas reológicas a la masa. Los ensayos reológicos son muy empleados en la industria, ya que de los resultados que se obtienen, permiten clasificar a las harinas de trigo en tres grupos principalmente: para panificación, para la elaboración de pastas y para la elaboración de galletas. Dada la importancia que se tiene por conocer las propiedades reológicas de la harina de trigo, se describe la información que se obtiene de los reómetros.

La masa es considerada como un sistema complejo e inestable que cambia continuamente sus características físicas producto de las acciones de las fuerzas físicas, químicas y biológicas.

Las masas elaboradas a partir de harinas son descritas como materiales viscoelásticos y sensibles a la deformación cuyas propiedades reológicas dependen de su composición química y las condiciones utilizadas durante el proceso de elaboración.

Cuando la masa es sometida a un esfuerzo, sus componentes unidos por entre cruzamientos físicos o puentes químico débiles se rompen generando una reorganización y permitiendo su relajamiento parcial o completo.

1.5.5 Comportamiento de un fluido viscoelástico

Las masas de trigo al considerarse un fluido viscoelástico, con un comportamiento viscoso y elástico a la vez, obedecen la ley de potencia de Ostwald-de-Waele para

⁴ Máquina que permite visualizar las tres etapas del proceso de mezclado, hidratación, desarrollo del gluten y colapso de la masa.

⁵ Máquina que mide la fuerza, la tenacidad y elasticidad de una masa alimentaria.

⁶ Determina los cambios en la tenacidad y elasticidad de la masa con respecto al tiempo.

fluido newtoniano generalizado (Fluido no newtoniano independiente del tiempo) para el cual el esfuerzo cortante, viene dado por la ecuación 1.

$$\tau = K * \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^n \quad (1)$$

Donde:

K = Índice de consistencia de flujo [Pa sⁿ]

$\frac{\partial u}{\partial y}$ = Gradiente de velocidad [1/s]

n = Índice de comportamiento de flujo [Adimensional]

Los valores de índice de constancia de flujo y el índice de comportamiento, son determinadas por el estudio reológico de la masa de trigo. (Tabla 1)

Tabla 3 Constantes de ley de potencia para masas

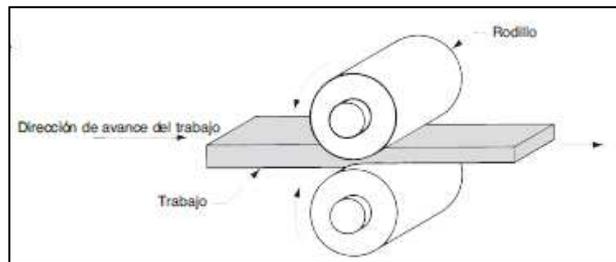
<i>Material</i>	<i>percent H₂O</i>	<i>°C</i>	<i>K</i>	<i>n</i>	<i>Source</i>
Wheat flour	43	43	4.45×10^3	0.35	Harper, 1981
Semolina flour	30	33	2.0×10^4	0.50	Harper, 1981
Hard wheat flour	30	38	3.33×10^4	0.41	Levine, 1983
Sweet dough	—	—	1.67×10^4	0.50	Levine, 1985

Fuente: (Levine, 1985)

1.5.6 Proceso de laminación

Entre los procesos de deformación volumétrica, se encuentra el laminado. Existen diferentes tipos de laminado, como el laminado plano, el laminado de forma, el laminado de anillos y el formado por laminación. El presente proyecto aplicará el laminado plano, que consiste en la reducción del espesor del material de trabajo a través de dos rodillos que giran en sentido opuesto. (Fig. 3)

Fig. 3 Proceso de laminado



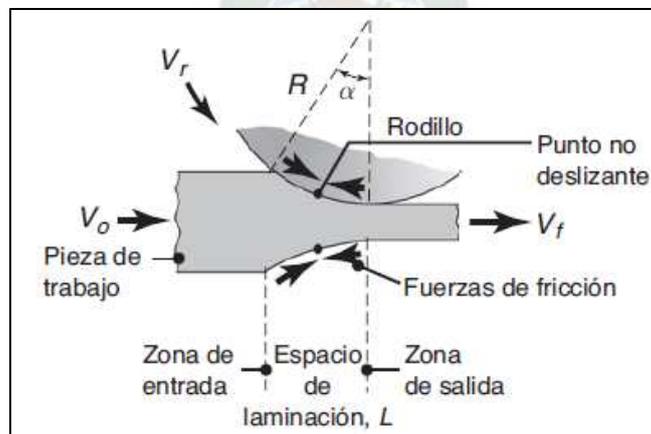
Fuente: (Groveer, 2007)

Para el laminado de las masas de trigo, la calidad o las propiedades físicas de la masa producida por laminación pueden definirse por el esfuerzo cortante o la deformación cortante (Ec.1) total a la que se expone la masa durante la operación de laminación.

1.5.7 Laminado plano y sus análisis

Los rodillos entran en contacto con el material de trabajo a lo largo de un arco de contacto definido por el ángulo θ . Cada rodillo tiene un radio R y su velocidad de rotación tiene una velocidad superficial v_r . Esta velocidad es mayor que la velocidad de entrada v_o y menor que la velocidad de salida v_f . Como el flujo Del material es continuo, hay un cambio gradual en la velocidad del material de trabajo entre los rodillos. Sin embargo, existe un punto a lo largo del arco donde la velocidad del trabajo iguala la velocidad del rodillo. (Figura 4)

Fig. 4 Vista lateral del proceso de laminación



Fuente: (Schmid, 2008)

1.5.7.1 Fuerza de los rodillos

Los rodillos aplican presión al material con el fin de reducir el espesor inicial con la ayuda de una fuerza perpendicular al arco de contacto. La potencia necesaria para los rodillos se la puede obtener estimando la fuerza que actúa en la mitad del arco de contacto (Kalpakjian & Schmid, 2008). Se puede calcular una aproximación de los resultados del laminado en base al esfuerzo cortante que experimenta el material de trabajo en la brecha entre los rodillos.

$$F = \tau * wL \quad (2)$$

Donde:

F = Fuerza de laminado [N]

wL = Área de contacto de contacto rodillo – trabajo [mm²]

τ = Esfuerzo cortante [MPa]

1.5.7.2 Área de contacto de contacto rodillo – trabajo

El área de contacto de rodillo – trabajo está dado por el producto del ancho del material de trabajo w y la longitud de contacto del rodillo y el material de trabajo L .

La longitud de contacto se puede aproximar mediante:

$$L = \sqrt{R(t_0 - t_f)} \quad (3)$$

Donde:

L = Longitud de contacto rodillo – trabajo [mm²]

R = Radio del rodillo [mm]

t_0 = Espesor inicial [mm]

t_f = Espesor final [mm]

1.5.7.3 Momento de torsión en el eje del rodillo

El momento de torsión en laminado se puede estimar suponiendo que la fuerza ejercida por los rodillos se centra en el trabajo, conforme pasa entre ellos y actúa con un brazo de palanca de la mitad de la longitud de contacto L . Entonces, el momento de torsión para cada rodillo es:

$$T = 0.5 FL \quad (4)$$

1.5.7.4 Potencia requerida para mover los rodillos

La potencia requerida para mover cada rodillo es el producto del momento de torsión y la velocidad angular. La velocidad angular es $2\pi N$, donde N = velocidad rotacional del rodillo. Por lo tanto, la potencia en cada rodillo es $2\pi NT$. Al sustituir la (Ec.4) por el momento de torsión en esta expresión para la potencia, y al duplicar el valor, dado que un molino de laminado posee dos rodillos, se obtiene la siguiente expresión:

$$P = \frac{2\pi NFL}{60} \quad (5)$$

Donde:

P = Potencia [J/s o W]

N = velocidad de rotación [rpm]

F = fuerza de laminado [N]

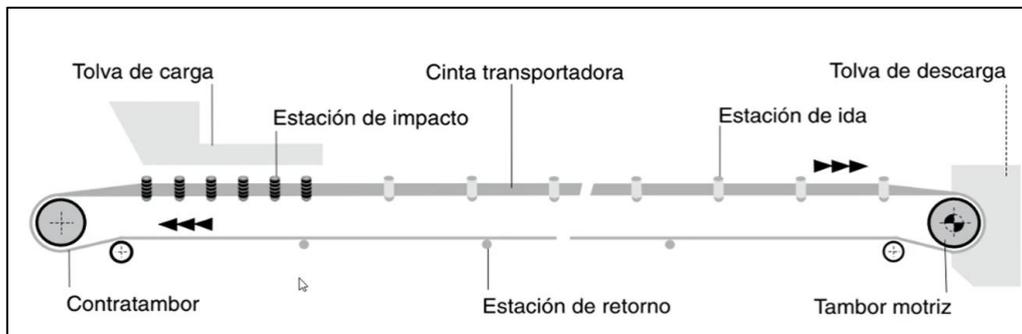
L = longitud de contacto [m]

1.5.8 Cinta transportadora

La cinta transportadora (Figura 5) es un sistema de transporte continuo que se compone de un eje motriz, el cual se encarga de generar movimiento a la banda, rodillos de carga y rodillos de retorno, que son los encargados de mantener alineada y estirada a la banda cuando esta es muy larga. La función principal de la banda es soportar directamente el material a transportar y desplazarlo desde el punto de carga hasta el punto de descarga.

Entre las ventajas de las bandas tenemos: poco peso propio, aptas para toda clase de productos, se adaptan fácilmente al espacio, ausencia de articulaciones que se desgasten fácilmente y además permiten trasladar la carga con gran rapidez.

Fig. 5 Cinta transportadora



Fuente: (<https://spinozziacademia.thinkific.com>)

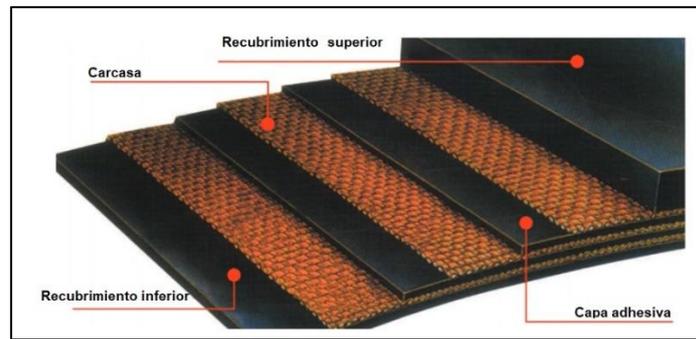
La cinta transportadora cuenta con los siguientes componentes:

- La estructura, soporta y alinea los componentes giratorios de la cinta transportadora.
- Las Poleas, soporta, mueven y controlan la tensión de la banda.
- La banda, Constituye la superficie móvil sobre la que se transporta el material.
- El motor, imparte la energía necesaria a las poleas para mover la banda y el material.
- Las transferencias, cargan y descargar el material en el transporte.

1.5.8.1 Característica de la banda transportadora

La banda transportadora es el componente central de la cinta transportadora, encargada de transportar un material de un lugar a otro. Las bandas transportadoras cuentan con recubrimiento y refuerzo textil, lo que permite que la banda soporte las tensiones que se ejercen sobre ella.

Fig. 3 Partes de la banda transportadora

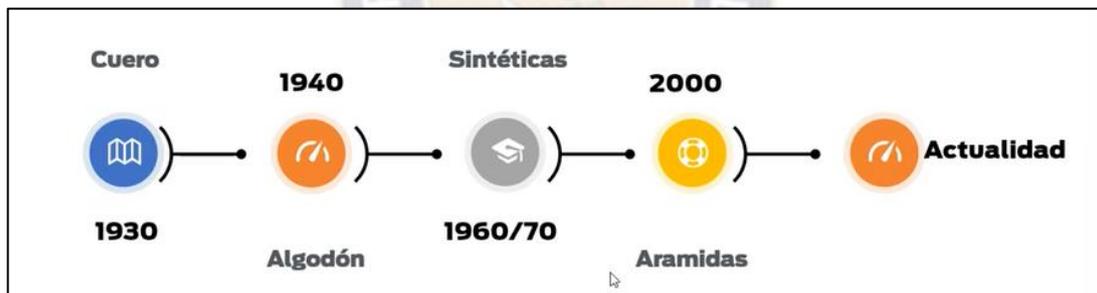


Fuente: <https://spinozziacademia.thinkific.com/>

- **Recubrimiento**

La función específica que cumple el recubrimiento, como indica su nombre, es la de recubrir y proteger el alma. A lo largo del tiempo han ido evolucionando, ya que se buscaba materiales más resistentes a la tensión, fatiga, baja absorción de agua y buen comportamiento técnico.

Fig. 4 Evolución del recubrimiento



Fuente: (<https://spinozziacademia.thinkific.com>)

- **Carcasa**

También conocido como el alma de banda transportadora, ya que esta es la que resiste todas las tensiones necesarias para el transporte del material.

- **Cobertura**

Su función es proteger el sándwich de tela, de impactos, ataques químicos, abrasión, etc.

Además de los diversos tipos de tejidos y coberturas, las bandas transportadoras se diferencian por su funcionalidad. Bandas de caucho con refuerzo textil o cables de

acero se utilizan para aplicaciones de grandes esfuerzos mecánicos, las bandas livianas nos permiten trabajar en aplicaciones con menores exigencias mecánicas.

1.5.8.2 Bandas livianas

Las bandas livianas están destinadas al movimiento del material a granel o ya empaquetado en los interiores de las plantas productivas. Es así que se puede definir las bandas livianas como bandas utilizadas primordialmente en interiores que transportan cargas unitarias, como productos industriales, cualquier tipo de alimentos, paquetes, cajas, jaulas, latas, contenedores, equipaje, etc.

La estructura de una banda es sencilla. De hecho, a simple vista podemos observar una sección correspondiente al conjunto de tejidos superpuestos que se encuentra protegido, normalmente con coberturas de algún compuesto como por ejemplo PVC o poliuretano.

El número de tejido - llamado "telas"- y su tipo, así como el espesor y naturaleza, determinan las características de la banda.

Los tejidos pueden estar constituido por un tipo de fibra o utilizar combinaciones de diferentes fibras.

1.5.8.3 Tipos de tejido de la banda

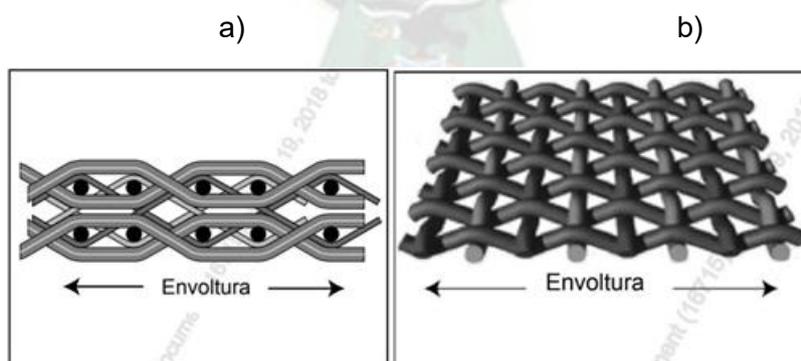
Las fibras más usualmente utilizadas son: algodón, rayón, poliamida y poliéster. Cada una de ellas confiere características distintas a las bandas que integran.

- El **algodón**, por su limitada resistencia mecánica, es poco utilizado en la urdimbre del tejido, reservándose su uso para algunos casos específicos, mezclado con otros tipos de fibras. Las bandas con tejido de algodón conservan su resistencia mecánica en ambientes húmedos, aunque pierde estabilidad dimensional y flexibilidad para elevados espesores.
- El **rayón** confiere a la banda alta flexibilidad y, por lo tanto, resistencia a los esfuerzos de flexión y al desgarre. Contrariamente al caso del algodón, en ambientes con elevado índice de humedad relativa puede llegar a perder hasta un 30% de su resistencia mecánica.

- La **poliamida** se emplea en la fabricación de tejidos para bandas por su elevada resistencia a la tracción y al desgarró, aparte de su notoria resistencia a la acción agresiva de los productos químicos. Las bandas con tejidos de poliamida gozan de gran higroscopicidad, sin que por ello se modifique de manera apreciable su resistencia mecánica. En cambio, se observa un incremento de la elasticidad y del alargamiento por acción de la humedad.
- El **poliéster** es quizás el tipo de fibra que mejores características proporciona a los tejidos para bandas transportadoras, aparte de su buena resistencia frente a la acción de los productos químicos, las bandas tienen gran estabilidad dimensional y resistencia mecánica aun en ambientes húmedos, alta flexibilidad y bajo coeficiente de alargamiento.

Los tejidos pueden adoptar muchas maneras. La más común es utilizar el tejido llano representado en la Fig.4 a). En este diseño, los hilos de la trama y de la urdimbre se entrelazan alternativamente. Las bandas pueden utilizar una o varias capas de este tipo de tejidos. La Fig.4 b) nos muestra la vista transversal de una carcasa (conjunto de tejidos) de 2 telas.

Fig. 6 Tejido llano de bandas transportadoras



Fuente: (www.spinozziargentina.com)

En las bandas livianas existen dos tipos de material más utilizados para los tejidos. Por un lado, tenemos los tejidos solo de poliéster, mayormente utilizado en transportadores de cuna continua o sin artesa. Por el otro, los tejidos de urdimbre de

poliéster (que soportan los esfuerzos longitudinales) y trama de poliamida (permite la flexibilidad para las artesas).

1.5.8.4 Tipos de recubrimientos de la banda

El recubrimiento de la parte superior de la banda es siempre de espesor superior al de la cara inferior. Ya que el recubrimiento superior va a estar en contacto con el material transportado y consecuentemente va a tener mayor desgaste.

El recubrimiento inferior tiene dos funciones. Por un lado, asegurar el rozamiento de la banda con el tambor motriz para que este le transmita el movimiento a la banda. Por el otro, asegurar proteger la tela inferior del desgaste del roce entre la banda y los componentes giratorios del transportador.

Las coberturas más frecuentemente utilizadas son las de policloruro de vinilo (PVC), de poliuretano (PU), de poliolefina (PO) y de silicona (VPS). Cada tipo de cobertura tiene sus propias características y a su vez cada cobertura confiere a la banda determinadas peculiaridades.

- **Bandas de cobertura de PVC:** Las cintas de PVC son resistentes a grasas animales y vegetales, aceites, productos químicos, agua y abrasión. Son muy utilizadas en distintas aplicaciones sobre todo transporte de producto alimenticio envasado y sin envasar. Algunas aplicaciones son: Industria láctea, Citrícola, Frutas y verduras, Agricultura.

Fig. 7 Banda con cobertura de PVC



Fuente: (Blog de Spinozzi)

- **Bandas de cobertura de PU:** Las bandas de PU (poliuretano) se destacan por su gran resistencia al impacto de solventes químicos, cobertura antibacteriana, siendo otra característica que es un material flexible. Algunas de sus

aplicaciones son: Industria del neumático, bandas para máquinas de correr, logística, distribución y también son utilizadas para productos de panificación.

Fig. 8 Banda de poliuretano



Fuente: (Blog Spinozzi)

- **Bandas de cobertura de PO (poliolefina):** Para aquellos que necesitan que no exista liberación de compuestos nitrogenados o halogenados, como se exige por ejemplo en la Industria Tabacalera, este tipo de cobertura es el indicado. Además de otras propiedades como ser su fácil limpieza, buena resistencia a productos químicos en general, buen agarre del material sobre la banda. A diferencia del PVC plastificado, las poliolefinas no llevan plastificantes ni otros componentes que puedan ser extraídos con facilidad (Fig. 9).

Fig. 9 Banda de poliolefina

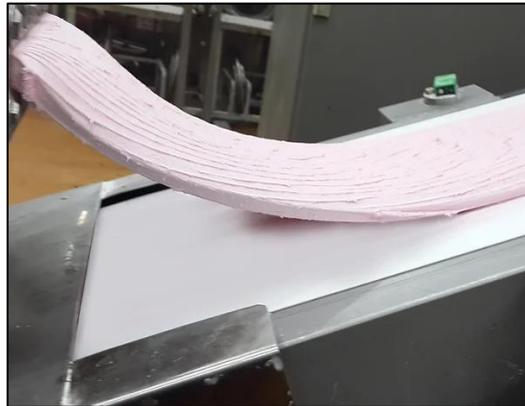


Fuente: (Blog Spinozzi)

- **Bandas de cobertura de VPS:** Para aquellos que necesitan una banda resistente a altas temperaturas, a la humedad, fuego, a la deformación por

compresión y buena resistencia a los rayos ultravioleta, las bandas de siliconas son las indicadas por todas las propiedades descritas (Fig. 10).

Fig. 10 Banda de VPS



Fuente: (Blog Spinozzi)

1.5.9 Criterios para la selección de una banda

Se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- **Producto a transportar**, es indispensable considerar si el transportador está diseñado para transportar cargas aisladas o bien productos a granel. En el caso de cargas aisladas, se debe considerar el posible rozamiento entre banda y producto transportado. Si se trata de productos a granel se debe tener en cuenta: el peso específico aparente del material a transportar, su granulometría, su configuración y dureza
- **Capacidad de transporte**, esta consideración hacerla por periodo de tiempo que generalmente se la especifica en Tn/h. Con este dato vamos a establecer el límite inferior de la resistencia mecánica de la banda.
Otros conceptos a manejar serán la velocidad deseada, ancho de la banda, inclinación del transportador, inclinación de la cuna de deslizamiento y sin duda el peso específico aparente del material a transportar.
- **Tensión de trabajo** La banda de un transportador está sometida a una serie de esfuerzos que deben ser absorbidas por la resistencia de la banda.
Los esfuerzos a tener en cuenta son:

- ✓ Peso propio de la banda.
- ✓ Rozamiento de los elementos móviles del transportador.
- ✓ Rozamiento con la cuna de deslizamiento.
- ✓ Rascadores, faldones, desvíos, entre otros.
- ✓ Las cargas y descargas.

Dividendo el esfuerzo total por el ancho de la banda se obtiene la tensión de trabajo, el cual generalmente se lo establece en kg/cm. De esta manera sabremos la resistencia mecánica que debe tener nuestra banda.

- **Recubrimiento**, en este punto no solo se considera los fenómenos físicos y químicos ocasionados por el elemento transportado en cuestión, sino también las del ambiente que rodea la instalación y las características del transportador. Dentro de los fenómenos físicos se considera la temperatura del material que se desea transportar y la temperatura ambiente. Por otra parte, la abrasión que puede generar el material que transportemos, la adherencia entre el recubrimiento y el producto, y además imprescindible respetar los diámetros mínimos de tambores de mando y cola.

1.5.10 Tipos de tensores para banda transportadora

Existen varios tipos de tensores utilizados en bandas transportadoras para mantener la tensión adecuada en la banda y garantizar un funcionamiento eficiente.

- **Tensor a tornillo o tensor de husillo:** Este tipo de tensor utiliza un tornillo o husillo para ajustar la longitud de la banda transportadora. Puede ser accionado manualmente o mediante un mecanismo automatizado. El tensor a tornillo es fácil de ajustar y es adecuado para aplicaciones donde se requiere un mantenimiento frecuente.
- **Tensor de gravedad:** Los tensores de gravedad aprovechan la fuerza de la gravedad para mantener la tensión en la banda. Normalmente, se utiliza un contrapeso para aplicar la tensión necesaria. Son simples y de bajo costo, pero pueden no ser adecuados para aplicaciones con cargas variables.

- **Tensor de polea deslizante:** Este tipo de tensor utiliza una polea deslizante que permite que la banda se ajuste automáticamente a medida que cambian las condiciones de carga. Es adecuado para aplicaciones donde la carga es variable o cuando se necesita un ajuste continuo de la tensión.
- **Tensor de resorte:** Los tensores de resorte utilizan resortes para aplicar tensión a la banda. Son adecuados para aplicaciones con cargas variables, ya que los recursos pueden adaptarse a las fluctuaciones de carga.
- **Tensor neumático o hidráulico:** Estos tensores utilizan aire comprimido o líquido hidráulico para aplicar tensión a la banda. Son útiles en aplicaciones donde se necesita una tensión ajustable y precisa.
- **Tensor de contrapeso y palanca:** En este diseño, un contrapeso y una palanca se utilizan para aplicar tensión a la banda. La ventaja mecánica de la palanca permite ajustes precisos y controlables.

La elección del tipo de tensor depende de varios factores, incluyendo la aplicación específica, la carga, la longitud de la banda y la necesidad de ajuste constante. Es importante seleccionar el tipo de tensor adecuado para asegurarse de que la banda transportadora funcione de manera eficiente y segura. Además, el mantenimiento regular y la inspección son esenciales para garantizar un funcionamiento óptimo a lo largo del tiempo.

1.5.11 Materiales utilizados en la industria alimenticia

La industria alimentaria es un sector que requiere una atención meticulosa en cada paso del proceso de producción. Desde la selección de los ingredientes hasta el empaquetado del producto final, cada detalle cuenta para garantizar la seguridad y la calidad de los alimentos que consumimos. Un aspecto crucial en este proceso es la maquinaria utilizada para la producción de alimentos.

En este proyecto, nos centraremos en una máquina específica: una laminadora de masa con banda transportadora. Esta máquina juega un papel vital en la producción de varios productos alimenticios, desde pan y pasteles hasta pasta y galletas. Sin embargo, no cualquier material puede ser utilizado para construir esta máquina. Es imperativo que los materiales utilizados sean seguros, duraderos y capaces de mantenerse en condiciones óptimas a pesar del desgaste constante.

En este contexto, es importante tener en cuenta las regulaciones y normativas establecidas por organizaciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG) en Bolivia. Estas entidades proporcionan directrices sobre los materiales que pueden estar en contacto con los alimentos durante el proceso de producción.

El Servicio de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria, establece las buenas prácticas de manufactura para la elaboración artesanal de alimentos, entre estas, se estipula que, los equipos y utensilios empleados en la manipulación de alimentos, deben ser de material lavable, liso, no poroso, de fácil limpieza y desinfección, no debe alterar el olor y sabor del alimento (SENASAG, 2015).

1.5.11.1 Acero inoxidable

Es uno de los materiales más utilizados en la industria alimentaria debido a su resistencia a la corrosión, su facilidad de limpieza y su durabilidad.

Es la adición de cromo la que le confiere a estos aceros el carácter de inoxidable. En medios oxidantes, por ejemplo, el aire, el cromo forma una capa de óxido muy fina y compacta que aísla al material de los ataques corrosivos (Ludeña, 2002).

El objetivo en la utilización de los aceros inoxidables debe ser siempre mantener intacta la capa pasiva, pues ello garantiza el buen comportamiento frente a la corrosión de estos materiales. Los aceros inoxidables se clasifican en función de los distintos elementos y de las cantidades relativas de cada uno de ellos, que intervienen en su composición (Research, 2012).

De forma general se consideran cuatro familias básicas de aceros inoxidables:

- Martensíticos, estos aceros sufren modificaciones estructurales con la temperatura, por lo que suelen someterse a tratamientos térmicos de temple y revenido. Después de estos procesos poseen buenas propiedades mecánicas, además de tener una excelente resistencia a la corrosión. Su aplicación más característica es la cuchillería (Hell, 2011).
- Ferríticos, sus características mecánicas permiten efectuar conformaciones de tipo medio, estos aceros poseen una excelente resistencia a la corrosión además son utilizados en aplicaciones donde la estética es un factor muy importante (Research, 2012).
- Austeníticos, estos aceros poseen grandes propiedades de conformación y gran resistencia a los distintos tipos de corrosión, por lo que los hace adecuados para encontrarse en contacto con alimentos (Research, 2012).
- Dúplex, debido a su composición son aceros los cuales tienen una alta resistencia a la corrosión que es un factor importante al momento de trabajar con alimentos (Research, 2012).

Los aceros inoxidables más utilizados en la construcción de máquinas las cuales se encuentran en contacto con alimentos son, acero AISI 304, acero AISI 316 y acero AISI 420. Sin embargo, el más comercial es el acero AISI 304 el cual tiene las siguientes propiedades mecánicas.

Tabla 4 Propiedades físicas del acero AISI 304

Acero inoxidable AISI 304	
Resistencia a la fluencia	310 MPa (40KSI)
Resistencia máxima a la tensión	620 Mpa (90 KSI)
Elongación	30% (en 30 mm)
Módulo de elasticidad	200 Gpa (29000 KSI)

Fuete: (Mott R. L., 2006)

1.5.11.2 Aluminio

El aluminio es un material muy utilizado en la industria alimentaria, incluyendo la fabricación de maquinaria, por varias razones, es un material ligero y resistente a la corrosión. Se utiliza en partes de la máquina donde se requiere menos resistencia

- Maleabilidad, el aluminio es altamente maleable, lo que significa que puede ser doblado o moldeado en una variedad de formas sin perder resistencia. Esto lo hace ideal para una amplia gama de aplicaciones.
- Material de grado alimentario, el aluminio es un metal de grado alimentario, lo que significa que es seguro y adecuado para su uso previsto en la fabricación de alimentos.
- Prevención de la proliferación de bacterias, el aluminio es un material que no permite el crecimiento de bacterias, lo que es crucial en la industria alimentaria.
- Seguridad en la distribución de productos alimenticios, el aluminio es resistente y duradero, lo que ayuda a garantizar que los productos alimenticios se mantengan seguros durante el transporte y el almacenamiento.
- Resistencia a altas temperaturas, el aluminio puede soportar altas temperaturas, lo que es importante en muchos procesos de fabricación de alimentos.
- Ligero y duradero, el aluminio es ligero, lo que puede tener un efecto positivo en los costos de producción. Además, es resistente a la corrosión, lo que aumenta su durabilidad y evita la contaminación de los alimentos.

1.5.11.3 Termoplásticos

Se utilizan en la fabricación de las bandas transportadoras. Algunos ejemplos son el poliéster, el cloruro de polivinilo (PVC), la silicona y el polietileno.

1.5.11.4 Pintura epóxica

La pintura epoxi es un revestimiento que se utiliza en una variedad de aplicaciones industriales, incluyendo la industria alimentaria. Razones por las cuales la pintura epoxi es adecuada para su uso en maquinaria de la industria de alimentos:

- Resistencia a la corrosión, las superficies metálicas en maquinaria de la industria de alimentos están expuestas a ambientes húmedos y la posible exposición a sustancias corrosivas como ácidos y productos químicos de limpieza. La pintura epoxi es conocida por su excelente resistencia a la corrosión, lo que protege las superficies metálicas y prolonga la vida útil de la maquinaria.
- Instalación de limpieza, en la industria alimentaria, es esencial mantener un alto nivel de higiene. La pintura epoxi es fácil de limpiar y lavar, lo que la hace adecuada para maquinaria que entra en contacto con alimentos o que se encuentra en entornos donde se requiere una limpieza regular.
- Resistencia química, la pintura epoxi es resistente a una amplia gama de productos químicos, incluyendo los utilizados en la limpieza y desinfección en la industria de alimentos. Esto evita que los productos químicos dañen o degraden las superficies de la maquinaria.
- Durabilidad, la pintura epoxi es conocida por su durabilidad y resistencia al desgaste. Esta característica es importante en la industria de alimentos, donde la maquinaria a menudo se somete a un uso intensivo.
- Cumplimiento de normativas, la pintura epoxi utilizada en la industria alimentaria suele estar formulada de acuerdo con las normativas y estándares de seguridad alimentaria. Esto garantiza que no haya riesgo de contaminación de alimentos debido a la pintura.
- Versatilidad de aplicación, la pintura epoxi se puede aplicar en una variedad de superficies, incluyendo metal, concreto y cerámica, lo que la hace adecuada

para una amplia gama de equipos y maquinaria utilizados en la industria alimentaria (Monopol, 2019).

1.6 Límites y alcances

1.6.1 Límites

- El espesor mínimo de laminado será de 0,5 [mm] y el espesor máximo de 35 [mm].
- La máquina laminadora necesitará de al menos un operador para su funcionamiento
- Diámetro de rodillo laminador igual 75 [mm].
- Ocupará un espacio de 3 [m] a lo largo y 0,6 [m] a lo ancho, es decir, un área de 1,8 [m^2].
- No contará con un sistema de transferencia.

1.6.2 Alcances

- Logrará laminar cualquier textura de masa.
- La máquina laminadora tendrá un regulador de velocidad.
- Contará con un soporte para agregar rodillos de corte.

1.7 Alternativas de solución

Sobar la masa de una manera empírica, usando un rodillo y las manos, resulta ser un trabajo tedioso y cansador cuando se trata de grandes cantidades. Esto exige que tengamos otras alternativas para realizar este trabajo.

1.7.1 Laminadora vertical

Es laminadora semi industrial, con un motor de hasta 4 HP, con rodillo de 600 x 180 x 8 mm, un sistema de transmisión a engranajes, mesa de acero inoxidable. Tiene un sistema de control ON/OFF y una parada de emergencia. (Figura 9)

Fig. 11 Laminadora vertical



Fuente:(equipexitos.com.bo)

1.7.2 Laminadora de piso con banda

También conocida como laminadora de banda, además de tener las mismas características de las anteriores laminadoras, esta cuenta con una banda transportadora para realizar el proceso de laminado de forma más continua. Considerando su longitud esta puede adoptar un motor de $\frac{3}{4}$ HP a 3HP, regulador de espesor y un sistema de control ON/OFF y parada de emergencia. (Figura 11)

Fig. 12 Laminadora de piso con banda



Fuente: (ferneto.com)

En la tabla 3, se observa las ventajas y desventajas de cada alternativa de solución.

Tabla 5 Ventajas y desventajas de las alternativas de solución

ALTERNATIVA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Laminadora de piso con cinta transportadora	Menor costo inicial en comparación con las laminadoras con cinta transportadora.	Requiere una manipulación manual de la masa.
	Ocupa menos espacio debido a su tamaño más compacto.	Puede requerir más tiempo y esfuerzo para el laminado de grandes cantidades de masa.
	Menor necesidad de mantenimiento especializado.	Puede haber una menor uniformidad en el grosor de la masa.
	Mayor versatilidad en la producción de diferentes tipos de pan y productos.	Puede haber una mayor variabilidad en la calidad del laminado.
Laminadora vertical	Automatización del proceso de laminado de la masa.	Mayor costo inicial debido a su complejidad y tecnología.
	Permite un laminado continuo y uniforme.	Requiere un mayor espacio debido a su tamaño.
	Mayor capacidad de producción.	Requiere un mantenimiento más especializado.
	Mayor control sobre el grosor y la velocidad de la masa.	Puede haber mayor desgaste de las cintas transportadoras con el tiempo.

Fuente: (Elaboración propia)

1.8 Elección de la alternativa de solución

Para la elegir la mejor alternativa se realiza un análisis de matriz foda (Tabla 4 y Tabla 5) para ambas alternativas de solución.

Tabla 6 Matriz foda para laminadora vertical

	FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
Matriz Foda: Laminadora vertical	<ul style="list-style-type: none"> - F1 Menor costo inicial en comparación con otras máquinas. - F2 Ocupa menos espacios debido a tu tamaño compacto. - F3 Mayor versatilidad en la producción de diferentes productos. 	<ul style="list-style-type: none"> - D1 Mayor tiempo y esfuerzo requerido para el laminado. - D2 Menor uniformidad en el grosor de la mesa. - D3 Menor eficiencia en la producción a gran escala. - D4 Posible falta de precisión en el proceso manual.

<p>OPORTUNIDADES (O)</p> <ul style="list-style-type: none"> - O1 Aumento en la demanda de productos de panadería artesanales - O2 Mayor demanda de productos de panadería especializadas. - O3 Explotar nuevos mercados o canales de distribución. 	<p>Estrategia FO:</p> <p>F1 O1 Para explorar nuevos mercados o canales de distribución y expandir la presencia de productos de panadería personalizados.</p> <p>F3 O3 Crear productos únicos y exclusivos que aprovechen la versatilidad de la laminadora de masa sin cinta transportadora.</p>	<p>Estrategia DO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - D2 O1 Superar la menor eficiencia en la producción a gran escala mediante la implementación de técnicas de optimización de procesos y la mejora continua de la eficiencia operativa. - D4 O2 Mitigar la falta de precisión en el proceso manual de laminado mediante la capacitación y el entrenamiento del personal para asegurar una mayor uniformidad en el grosor de la masa y la calidad del producto final.
<p>AMENAZAS (A)</p> <ul style="list-style-type: none"> - A1 Avances tecnológicos en máquina de laminado. - A2 Cambios en las preferencias de los consumidores. - A3 Competencia con otras máquinas de mayor capacidad. - A4 Restricciones o regulaciones relacionadas con la calidad o seguridad de los productos. 	<p>Estrategia FA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A1 F3 Establecer una reputación sólida en el mercado mediante la entrega constante de productos de panadería de alta calidad, lo que ayuda a contrarrestar los avances tecnológicos en máquinas de laminado. - A3 F3 Mantener una estrecha relación con los clientes y responder rápidamente a los cambios en las preferencias de los consumidores para minimizar el impacto de las amenazas y mantener la lealtad de los clientes. 	<p>Estrategia DA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - D4 A1 Adaptarse a los avances tecnológicos en máquinas de laminado mediante la inversión en mejoras en el proceso de laminado manual y la adopción de tecnologías complementarias para mejorar la eficiencia y la calidad del producto. - D3 A4 Diversificar la oferta de productos y explorar oportunidades de colaboración con otros actores de la industria para mitigar los riesgos asociados con las amenazas y mantenerse competitivos en el mercado.

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla 7 Matriz foda para laminadora de piso con banda

<p>Matriz Foda: Laminadora de piso con banda</p>	<p>FORTALEZAS (F)</p> <ul style="list-style-type: none"> - F1 Automatización del proceso de laminado de la masa. - F2 Permite un laminado continuo y uniforme. - F3 Mayor capacidad de producción - F4 Mayor control sobre el grosor y la velocidad de la masa. 	<p>DEBILIDADES (D)</p> <ul style="list-style-type: none"> - D1 Mayor costo inicial debido a su complejidad. - D2 Requiere un mayor espacio. - D3 Requiere un mantenimiento más especializado. - D4 Desgaste de las cintas transportadoras con el tiempo.
<p>OPORTUNIDADES (O)</p> <ul style="list-style-type: none"> - O1 Mayor demanda de productos de panadería. - O2 Mayor necesidad de producción en masa. - O3 Aumento de la demanda de panes especializados. - O4 Mejorar la calidad y uniformidad de los productos. 	<p>Estrategia FO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - F1 O1 Utilizar la automatización del proceso de laminado de la masa para aumentar la capacidad de producción y satisfacer la mayor demanda de productos de panadería - F2 O2 Aprovechar el mayor control sobre el grosor y la velocidad de la masa para desarrollar panes especializados que estén en alta demanda en el mercado. - F3 O3 Mejorar la calidad y uniformidad de los productos aprovechando la capacidad de producción y control de la laminadora de masa con cinta transportadora en respuesta a la demanda creciente de productos de panadería. 	<p>Estrategia DO:</p> <ul style="list-style-type: none"> -D1 O1 Mitigar el costo mediante un financiamiento. -D3 O4 Superar la mayor complejidad de mantenimiento mediante la contratación o capacitación de personal especializado en mantenimiento de maquinaria de panadería para asegurar un funcionamiento óptimo. - D2 O3 Mejor el diseño de la planta para un mejor almacenamiento.
<p>AMENAZAS (A)</p> <ul style="list-style-type: none"> - A1 Competencia con otras máquinas de laminado. - A2 Cambios en las preferencias y demanda del mercado. - A3 Posibles restricciones o regulaciones ambientales. 	<p>Estrategia FA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A1 F1 Innovar constantemente y mantenerse actualizado con los avances tecnológicos - A2 F1 Monitorear y adaptarse a los cambios en las preferencias y demandas del mercado, utilizando la capacidad de producción y control. - A2 F4 Diversificar la cartera de productos aprovechando la automatización y el control de grosor y velocidad, para ofrecer una variedad de panes especializados y adaptarse a diferentes demandas y preferencias del mercado. 	<p>Estrategia DA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - D4 A1 Realizar un mantenimiento preventivo adecuado y asegurar la disponibilidad de repuestos para minimizar el tiempo de inactividad. - D4 A2 Adaptarse a los avances tecnológicos para mejorar continuamente la eficiencia y calidad de la maquina

Fuente: (Elaboración propia)

Analizando ambas tablas se decide diseñar la laminadora de piso con banda, por lo que es la maquina completa para la aplicación, permitiendo tener la comodidad y

facilidad de transportar la masa sin mucho contacto, además, no necesita de mucha capacitación para que el laminado sea preciso y uniforme.



2 CAPÍTULO II: INGENIERÍA DEL PROYECTO

2.1 Parámetros de diseño

La máquina a diseñar es capaz de laminar la masa mediante dos rodillos laminadores que giran en sentido opuesto. Además, transporta la masa de harina de izquierda a derecha a través de dos bandas transportadoras con velocidades diferentes, esto para que la masa tenga una textura lisa y homogénea.

Para el desarrollo de la maquina laminadora industrial se tiene las siguientes consideraciones:

- Capacidad de laminar 48 [Kg/h]
- Ancho de trabajo 600 [mm].
- Espesor regulable, para obtener una lámina de grosor de 35 a 0,35 [mm].
- Velocidad de alimentación de entrada está dentro de los límites de 12 - 18 [m/min]
- Velocidad de salida está dentro de los límites 21 – 32 [m/min]

Dado que la máquina tiene una capacidad de laminar 12 Kg de masa por ciclo, este es aproximadamente 15 minutos, y un pastel pesa aproximadamente 80 gr. Con este criterio se realiza el cálculo de producto/hora que es capaz de entregar la máquina.

$$\frac{12000 \cancel{gr}}{\cancel{ciclo}} * \frac{1 \cancel{ciclo}}{15 \cancel{min}} * \frac{60 \cancel{min}}{1 \cancel{hr}} * \frac{1 \cancel{producto}}{80 \cancel{gr}} = 600 \frac{producto}{hr}$$

2.2 Sistemas y subsistemas

2.2.1 Sistemas

Para realizar el diseño y el desarrollo de los cálculos, se divide la laminadora en los sistemas que la componen:

- Sistema de laminado
- Sistema de tracción
- Sistema de transporte

- Sistema estructural
- Sistema de control

2.2.2 Subsistemas

2.2.2.1 Sistema de Laminado

Se basa en la forma en la que se laminada la masa de harina.

- Subsistema de rodillos laminadores
- Subsistema de nivelación de espesor

2.2.2.2 Sistema de tracción

El sistema de transmisión se diseña de acuerdo a las velocidades que requiere el rodillo laminador y el de las bandas transportadoras.

- Subsistema reductor de velocidad
- Subsistema de cadenas

2.2.2.3 Sistema de transporte

Este sistema se basa únicamente en la carga a transportar.

- Subsistema de tambores
- Subsistema de banda transportadora

2.2.2.4 Sistema estructural

El sistema estructural se diseña de acuerdo a la carga que debe soportar la mesa, se divide en los siguientes subsistemas:

- Subsistema de soporte
- Subsistema de fijación

2.2.2.5 Sistema de control

Se diseña de acuerdo a la potencia requerida por la maquina y el control necesario.

- Subsistema de control

2.3 Análisis previos al diseño

Se realiza una serie de cálculos, necesarios para poder entrar al diseño y especificación de los elementos de cada sistema.

2.3.1 Análisis cinemático

2.3.1.1 Velocidad y aceleración de giro de los rodillos laminadores

Cada rodillo tiene un radio R y su velocidad de rotación tiene una velocidad superficial v_r . Esta velocidad es mayor que la velocidad de entrada v_o y menor que la velocidad de salida v_f . Para determinar la velocidad de los rodillos laminadores se estima un promedio entre la velocidad máxima de entrada y salida de las cintas transportadoras, lo que resulta ser $v_r = 25 \text{ m/min}$.

Con la velocidad lineal obtenida se reemplaza el valor en la ecuación (6) para obtener la velocidad angular del rodillo

$$N = \frac{v_r}{R} \quad (6)$$

Donde:

v_r = velocidad de los rodillos laminadores [m/min]

R = Radio del rodillo laminador [m]

$$N = \frac{25 \text{ m/min}}{0,0375 \text{ m}}$$

$$N = 666,67 \frac{\text{rad}}{\text{min}} \approx 11,1 [\text{rad/s}]$$

$$N \approx 106 \text{ rpm}$$

Para la aceleración angular

El motor llegara a la velocidad deseada en un tiempo de 1,5 [s].

$$\alpha = \frac{\omega_c - \omega_i}{t} \quad (7)$$

Donde:

ω = Velocidad de giro final, [rad/s]

ω_i = Velocidad de giro inicial [rad/s]

t = Tiempo [s]

$$\alpha = \frac{(11,1) - 0}{1,5} \rightarrow \alpha = 7,41 \left[\frac{rad}{s^2} \right]$$

2.3.1.2 Velocidad y aceleración de giro del cortador de masa

El cortador está instalado sobre la banda de entrada, lo que quiere decir que tiene la misma velocidad tangencial $v_o = 18 \left[\frac{m}{min} \right] = 0,3 \left[\frac{m}{s} \right]$ y el radio de rodillo es igual 0.0375 [m] más la altura de los cortadores 0.01m, es decir, 0.0475 m
Sustituyendo datos en la ecuación (6):

$$\omega_c = \frac{v_o}{r_c}$$

$$\omega_c = \frac{0,3 \text{ m/s}}{0,0475 \text{ m}} \rightarrow \omega_c = 6,32 \left[\frac{rad}{s} \right]$$

$$\omega_c = 60,35 \text{ [rpm]}$$

Para la aceleración

$$\alpha = \frac{6,32 - 0}{1,5} = 4,21 \text{ [rad/s}^2\text{]}$$

2.3.1.3 Velocidad y aceleración de giro de las bandas transportadoras

El diámetro de los tambores es igual a 76.2 [mm], este cálculo se ve reflejado en la sección

Banda de entrada

$$\omega_o = \frac{0,3}{0,038} \rightarrow \omega_o = 7,9 \text{ [rad/s]}$$

$$\omega_o = 74,55 \text{ [rpm]}$$

$$\alpha_o = \frac{7,9 - 0}{1,5} \rightarrow \alpha_o = 5,30 \text{ [rad/s}^2\text{]}$$

Para la banda de salida

$$\omega_f = \frac{0,53}{0,038} \rightarrow \omega_f = 13,95 \text{ [rad/s]}$$

$$\omega_f = 133,21 \text{ [rpm]}$$

$$\alpha_f = \frac{13,95 - 0}{1,5} \rightarrow \alpha_f = 9,3 \text{ [rad/s}^2\text{]}$$

2.3.2 Análisis dinámico

2.3.2.1 Cálculo para el diseño de laminación

Para el diseño de los rodillos laminadores, se debe tomar en cuenta que el material de trabajo es un material viscoelástico.

Cálculo del esfuerzo cortante

Según los estudios reológicos para una masa de trigo dulce (Tabla 1), $K = 1,67 \times 10^4 \text{ [Pa s}^n\text{]}$ y $n = 0,5$. El gradiente de velocidad también puede ser expresado por la relación de velocidad del rodillo y la distancia entre los rodillos, donde $v_r = 0,417 \text{ [} \frac{m}{s}\text{]}$ y $t = 0,035 \text{ [m]}$.

Reemplazando datos en la ecuación (1):

$$\tau = 1,67 \times 10^4 * \left(\frac{0,417}{0,035} \right)^{0,5}$$

$$\tau = 57,6 \text{ [KPa]}$$

Longitud de contacto rodillo-trabajo

Reemplazando datos en la ecuación (3):

$$L = \sqrt{37,5 * (35 - 0,5)}$$

$$L = 35,97 \text{ [mm]}$$

Fuerza del laminado (Ec. 2)

$$F = 57,6 * (35,97 * 10^{-3}) * 0,6$$

$$F = 1,24 \text{ [KN]}$$

Potencia necesaria para laminar la masa de harina (Ec. 5)

De la Ec. 5

$$P_L = \frac{2\pi * 106 * 1,24 * (35,97 * 10^{-3})}{60}$$

$$P_L = 0,49 [KW]$$

Además de la potencia necesaria para el laminado de la masa, se calcula la inercia de los rodillos. La inercia que se calcule será la que el motor deba vencer para que se produzca movimiento en los rodillos. El momento se calcula con la siguiente ecuación

$$M = I * \alpha \quad (8)$$

Donde:

M = Momento angular [N m]

I = Momento de inercia de un cilindro hueco [Kg m²]

α = Aceleración angular [rad/s²]

La inercia está dada por:

$$I = \frac{(R^2 - r^2) * m}{2} \quad (9)$$

Donde:

m = masa del rodillo, apróx. 7kg

R = Radio exterior del rodillo [m]

r = Radio interior del rodillo [m]

$$I = \frac{(0,0375^2 - 0,036^2) * 7}{2}$$

$$I = 3,9 * 10^{-4} [Kg m^2]$$

Considerando los apoyos de tambor y el eje, la inercia obtenida por software es:

$$I = 1,36 * 10^{-3} [Kg m^2]$$

Reemplazando los datos en la ecuación (8):

$$M = (1,36 * 10^{-3}) * 7,41 \rightarrow M = 10 * 10^{-3} [N m]$$

La potencia para vencer la inercia de ambos rodillos será:

$$P = M * \omega \quad (10)$$

$$P = 2 * 10 * 10^{-3} * 11,11$$

$$P = 222 * 10^{-3} [Watts]$$

La suma algebraica de estas dos potencias, es la potencia total que necesitan los rodillos para cumplir su función:

$$P_{TL} = P + P_L$$

$$P_{TL} = 222 * 10^{-3} + 0,49 * 10^3$$

$$P_{TL} = 490,22 [Watts]$$

2.3.2.2 Potencia para el accionamiento de las cintas transportadoras

Los cálculos necesarios para el diseño del sistema de transporte será según la norma DIN 22101⁷. La norma permite especificar los requisitos esenciales aplicables a los componentes principales de las cintas transportadoras, como los dispositivos de accionamiento, frenado y tensado, para condiciones de transporte particulares (Tabla 6).

Se debe tomar en cuenta que haremos el cálculo para dos cintas transportadoras con distintas velocidades, se utiliza las velocidades máximas de ambas transportadoras, ya que estas son consideradas críticas.

⁷ DIN 22101 es una norma alemana que establece los requisitos para el diseño de cintas transportadoras, transportes continuos.

Potencia requerida

Para superar las resistencias al movimiento en un sistema transportador, la potencia mecánica requerida está dada por:

$$P_{W_i} = F_{W_i} v_i \quad (11)$$

Donde:

P_{W_i} = Potencia Total [Watts]

F_{W_i} = Resistencia total al movimiento. [N]

v_i = Velocidad de la banda transportadora [m/s]

La resistencia total es la sumatoria de todas las fuerzas necesarias para lograr el movimiento de la cinta transportadora, Las resistencias al movimiento surgen de fuerzas de masa, peso y fricción.

$$F_W = F_H + F_N + F_{St} + F_S \quad (12)$$

Tabla 8 Fuerzas

F_H	Resistencia primarias totales	– actúan en el recorrido de la cubierta superior y de retorno, a lo largo de todo el trayecto de la correa
F_N	resistencias secundarias totales	– limitadas localmente a la cabeza y cola del sistema
F_{St}	resistencias de la gradiente totales	– causadas por las diferencias de altura entre la alimentación y descarga de material
F_S	resistencias especiales totales	– suceden en momentos determinados, en el recorrido de la cubierta superior y de retorno (considerar por separado)

Fuente: (Correas Transportadoras Phoenix, 2006)

Resistencias primarias

Las resistencias primarias de la trayectoria de la correa están compuestas por partes en las secciones. Estas consisten en resistencias flexibles de la correa transportadora, así como de material transportado y resistencias giratorias de los polines. Las resistencias flexibles de la correa surgen principalmente de su resistencia giratoria al corte; su resistencia a doblarse es de menor importancia.

La suma de las resistencias primarias está dada por:

$$F_H = \mu * g * [m_R + (m_G * A + m_L) * \cos(\delta)] \quad (13)$$

Donde:

μ = Coeficiente de fricción

A = Área de longitud de transporte [m]

g = gravedad [m/s²]

m_R = Masa de los polines giratorios [Kg]

m_G = Masa de la banda [Kg/m²]

m_L = Masa de carga [Kg]

δ = Angulo de inclinación de la cinta transportadora

Las cintas transportadoras de la maquina a diseñar, tienen las mismas características en dimensión, es decir, que ambas tendrán la misma fuerza primaria. El coeficiente de fricción entre los rodillos y la capa inferior de la banda es igual a 0,35 (Anexo C). El área de longitud de transporte es de 0.85 m². El sistema de transporte no cuenta con polines giratorios. La masa relacionada a la longitud proyectada de la correa es de 1,6 kg/m² (Anexo C). El sistema de transporte no tiene inclinación por lo que $\cos(\delta) = 1$.

$$F_H = 0,35 * 9,81 * [0 + (1,6 * 0,85 + 12) * 1]$$

$$F_H = 45,87 [N]$$

Resistencias secundarias

Las resistencias secundarias incluyen resistencias de fricción y resistencias de estado estable que surgen solo en algunos lugares del transportador. Las resistencias secundarias F_N se calculan a partir de varias resistencias individuales:

- ✓ Resistencia a la fricción causada por los limpiadores de la banda

$$F_{Gr} = \mu_4 * P_{Gr} * A_{Gr} \quad (14)$$

Donde:

F_{Gr} = Resistencia a la fricción causada por los limpiadores [N]

P_{Gr} = Presión de contacto [N/mm²]

A_{Gr} = Área de contacto [mm²]

μ_4 = Coeficiente de fricción (banda/tambor)

Por regla general, la presión de contacto está en el rango de 0.03 N/mm² a 0.1 N/mm², (DIN 22101,2002). El área de contacto entre el rascador y la banda es de 1200mm², μ_4 es 0.07⁸.

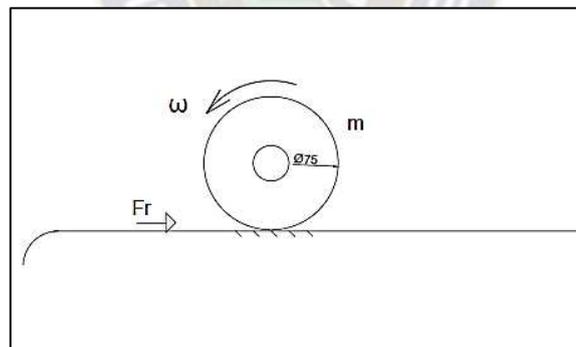
$$F_{Gr} = 0,07 * 0,03 * 1200$$

$$F_{Gr} = 2,52 \text{ N}$$

Resistencias Especiales

Las resistencias especiales F_s son resistencias que no ocurren con todas las cintas transportadoras. Para el caso de la maquina a ser diseñada, la resistencia especial estará dada por el módulo de corte, el mismo será instalando en la banda de entrada.

Fig. 13 DCL del módulo de corte



Fuente: (Elaboración propia)

De la ecuación (8) de momento angular, se obtiene la fuerza del cortador:

$$F_r * r = I * \alpha \rightarrow F_r = \frac{(\frac{1}{2} m (r_1^2 - r_2^2)) * \alpha}{r_1} \quad (15)$$

Considerando que la masa es igual a 7kg, reemplazamos los datos en la ecuación (15):

⁸ Coeficiente de la banda 0,3 y del rascador 0,23

$$F_r = \frac{(0,5 * 7 * (0,0475^2 - 0,036^2)) * 4,21}{0,0475}$$

$$F_r = 0,29 [N]$$

Finalmente se procede a reemplazar los datos calculados en la ecuación (11), para la potencia requerida.

- Banda de entrada $v_o = 0,3 \left[\frac{m}{s}\right]$

$$P_{W_o} = (45,87 + 2,52 + 0,29) * 0,3$$

$$P_{W_o} = 14,52 [Watts]$$

- Banda de salida $v = 0,53 m/s$

$$P_{W_f} = (45,87 + 2,52) * 0,53$$

$$P_{W_f} = 25,65 [Watts]$$

2.3.2.3 Parámetros y cálculos de la banda transportadora

Para los cálculos de este apartado, se cuenta con dos métodos:

- Método largo, la tensión de operación de la banda se calculará en función de los datos de ingeniería del transportador. En este cálculo se termina la potencia necesaria del transportador
- Método corto, la tensión de la operación de la banda se calculará en función de la capacidad del motor. Es decir, la tensión máxima de una banda será determinada por la potencia del motor.

Por lo que se determina utilizar el método corto, este método normalmente se lo utiliza cuando se va adquirir la banda, el método largo lo utilizan los fabricantes de las bandas transportadoras.

Cabe mencionar que la banda transportadora es plana, lo que indica que no tiene ángulo de artesa⁹.

Tensión máxima:

$$T_{max} = \frac{P_B * 0,9 * C_1}{V} \quad (16)$$

Donde:

T_{max} = Tensión máxima [N]

P_B = Potencia necesaria para el accionamiento de la banda [Watt]

V = Velocidad de la banda en [m/s]

C_1 = Factor de corrección

El factor de corrección va a estar determinado por el ángulo de abrace de la banda con el tambor, el tipo de sistema de tensión que tenga la cinta, tipo de recubrimiento y si la polea se encuentra recubierta o no.

Tabla 9 Factor de corrección

Recubrimiento de la cara inferior Siegling Transilon	V3, V5, U2, A5, E3			V1, U1, UH, U2H, V2H, V5H			0, U0, NOVO, E0, A0, T, P		
	180°	210°	240°	180°	210°	240°	180°	210°	240°
Tambor de acero liso									
Seco	1,5	1,4	1,3	1,8	1,6	1,5	2,1	1,9	1,7
Mojado	3,7	3,2	2,9	5,0	4,0	3,0	No recomendable		
Tambor con forro de fricción									
Seco	1,4	1,3	1,2	1,6	1,5	1,4	1,5	1,4	1,3
Mojado	1,8	1,6	1,5	3,7	3,2	2,9	2,1	1,9	1,7

Fuente: (Siegling transilon,2012)

El factor de corrección según la Table 2, considerando que el ángulo de contacto es de 180°, tensor por tornillo y la polea es lisa, entonces $C_1 = 1.5$, con recubrimiento de PU reforzado (U2).

$$T_{max} = \frac{(17,76 + 31,11) * 0,9 * 1,5}{0,53}$$

⁹ Angulo de artesa, ángulo formado en el plano vertical por los rodillos portantes laterales en relación al central, y que definen la capacidad de transporte; estos ángulos son normalmente de 20°, 30°, 35° y 45°.

$$T_{max} = 123,78 \text{ [N]}$$

Tensión unitaria y efectiva

- La tensión unitaria

Esta dada por la tensión máxima sobre el ancho de la banda en [mm].

$$T_u = \frac{T_{max}}{A/10} \quad (17)$$

Donde:

T_{max} = Tensión unitaria [N]

A = Ancho de banda en [mm]

Reemplazando datos:

$$T_u = \frac{123,78}{600/10}$$
$$T_u = 2,06 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}} \right]$$

- Tensión efectiva

La tensión efectiva, muestra cuanto de tensión la banda transportadora puede soportar antes de su ruptura, esta tensión también es conocida como tensión de ruptura. Por lo que la banda transportadora debe ser seleccionada en función de la misma.

$$T_e = T_u * F_s \quad (18)$$

Donde:

T_e = Tensión efectiva [N/mm]

T_u = Tensión unitaria [N/mm]

F_s = Tensión de servicio = 10

Reemplazando datos:

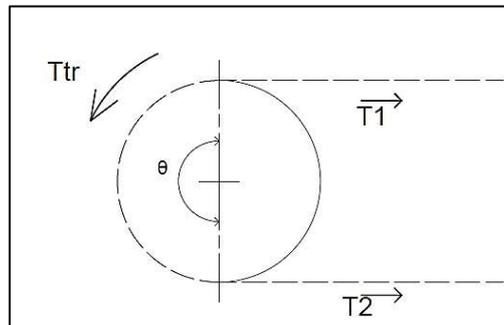
$$T_e = 2,06 * 10$$

$$T_e = 20,6 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}} \right]$$

Cálculo de las tensiones de trabajo de la banda

En la figura 13, se observa las tensiones a la que se encuentra sometida la banda cuando esta está en movimiento.

Fig. 14 DCL del tambor motriz



Fuente: (Elaboración Propia)

Para este cálculo se considera la banda de entrada ya que esta tiene una mayor tensión de trabajo T_{Tr}

$$T_{Tr} = 45,87 + 2,52 + 0,29$$

$$T_{Tr} = 51,69 [N]$$

También está dada por la siguiente ecuación

$$T_{Tr} = T_1 - T_2 \quad (18)$$

Por la ecuación de Euler:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\theta\mu} \quad (19)$$

Donde:

T_1 = Tensión del lado tenso [N]

T_2 = tensión del lado lento [N]

θ = Angulo de abrace [rad]

Con operación algebraicas, reemplazamos la ecuación XX en la ecuación XX, se obtiene T_2 y T_1 :

$$T_2 = \frac{T_{Tr}}{e^{\theta\mu} - 1} = \frac{51,69}{e^{\pi * 0,35} - 1} \rightarrow T_2 = 25,81 [N]$$

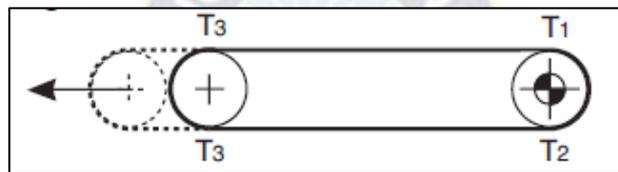
$$T_1 = T_{Tr} + T_2 = 51,69 + 25,81 \rightarrow T_1 = 77,50 [N]$$

La tensión T_3 que se genera al acercarse al tambor de retorno (Fig. 13) viene dada por la suma algebraica de la tensión T_2 y de los esfuerzos tangenciales correspondientes

a cada uno de los tramos de retorno de la banda. El único esfuerzo tangencial que se enfrentará el contra tambor será dado por el peso y la fricción de la banda

Por tanto, la tensión T_3 viene dada por (Fig 14):

Fig. 15 Tensión del contra tambor



Fuente: (Rumelca, 2023)

$$T_3 = \mu * m_G * g * A + m_G * g * A + T_2 \quad (20)$$

$$T_3 = 0,35 * 0,85 * 1,6 * 9,81 + (0,85 * 1,60) * 9,81 + 25,81$$

$$T_3 = 43,82 [N]$$

2.3.3 Diámetro mínimo de los tambores

Según la norma ISO 3684¹⁰, se determina el diámetro de los tambores. Esta norma establece el diámetro mínimo en función del espesor de la carcasa y el material de la banda seleccionada.

$$D = e * C \quad (21)$$

Donde:

$$D = \text{Diámetro del tambor [mm]}$$

¹⁰ La norma ISO 3684 proporciona un método para calcular los diámetros mínimos de las poleas para las cintas transportadoras.

e = Espesor de la carcasa [mm]

C = Factor del material de la carcasa.

Tabla 10 Factor *del material*

Carcass material	C
Cotton	80
Polyamide	90
Cotton/polyamide	90
Cotton/polyester	98
Polyester	108
Rayon	118
Steel cord	145

Fuente: (Norma ISO 3684, 2002)

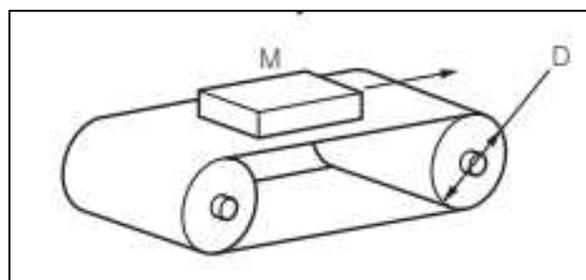
Según la ficha técnica de la banda seleccionada (Anexo C), el material de la carcasa está hecho de poliamida. Para calcular el espesor de la carcasa, se debe restar el espesor total de la banda menos el espesor de los recubrimientos inferior y superior, lo que da como resultado un espesor de 0.65 [mm]. Al sustituir estos datos en la ecuación 21, se obtiene el resultado final.

$$D = 0.65 * 90 \rightarrow D = 58.3 [mm]$$

La medida comercial más cercana a este resultado es de 60 [mm]. El tambor de motriz y de retorno adoptara este diámetro.

Con esta información, se procede a calcular la inercia de la cinta transportadora.

Fig. 16 Inercia de una cinta transportadora



Fuente: (Miki pulley, 2010)

$$I_C = I + \frac{1}{4} * M * D^2 \quad (22)$$

Donde:

I_C = Inercia de la cinta transportadora [Kg m²]

I = Inercia de los tambores (Ver ecuación 11)

M = Masa de la carga [Kg]

D = Diámetro de los tambores [m]

$$I_C = 2 \frac{(0,0381^2 - 0,0366^2) * 5}{2} + \frac{1}{4} * 12 * 0,0762^2$$

$$I_C = 18 * 10^{-3} [Kg m^2]$$

Cálculo de potencia para vencer la fuerza inercia de las bandas transportadoras

Para esto se hará uso de las ecuaciones ya anteriormente presentadas, ecuación (8), (9) y (10)

- Banda de entrada

$$M_0 = 0,018 * 5,3 \rightarrow M_0 = 0,095 [Nm]$$

$$P_0 = 0,095 * 7,9 \rightarrow P_0 = 0,75 [Watts]$$

- Banda de salida

$$M_0 = 0,018 * 9,3 \rightarrow M_0 = 0,17 [Nm]$$

$$P_0 = 0,17 * 13,95 \rightarrow P_0 = 2,37 [Watts]$$

2.3.4 Análisis estáticos

2.3.4.1 Soporte de la banda transportadora

La estructura de soporte de la máquina, que no entra en contacto con la masa, se construye con un perfil costanera de acero A36, de dimensiones 80x40x15x2 [mm]. Esto por motivos constructivos, para dar robustez a la máquina, además de facilitar el ensamble del soporte del tambor motriz y tensor de la cinta transportadora.

Para estimar la carga máxima a la que puede estar sometida la viga, se asume un esfuerzo de trabajo en función del esfuerzo de fluencia. En este caso, se asume un esfuerzo de trabajo del 60% del esfuerzo de fluencia del acero A36.

$$\sigma_{Trabajo} = 0,6 * S_y \quad (23)$$

$$\sigma_{Trabajo} = 0,6 * 250 \rightarrow \sigma_{Trabajo} = 150 [MPa]$$

Para encontrar el momento flector despejamos de la ecuación del esfuerzo de flexión, se despeja de la siguiente ecuación:

$$\sigma_{Trabajo} = \frac{Mc}{I} \quad (24)$$

Resultando:

$$M = \frac{\sigma_{Trabajo} * I}{c}$$

Donde:

M = Momento máximo flector [N mm]

C = Distancia máxima desde el eje neutro [mm]

I = Inercia respecto al eje de flexión [mm²]

Para la inercia se usa una viga de dos perfiles costanera unidos (Ver anexo C).

$$I = 2 * 38,49 \text{ cm}^4 = 76,98 [\text{cm}^4]$$

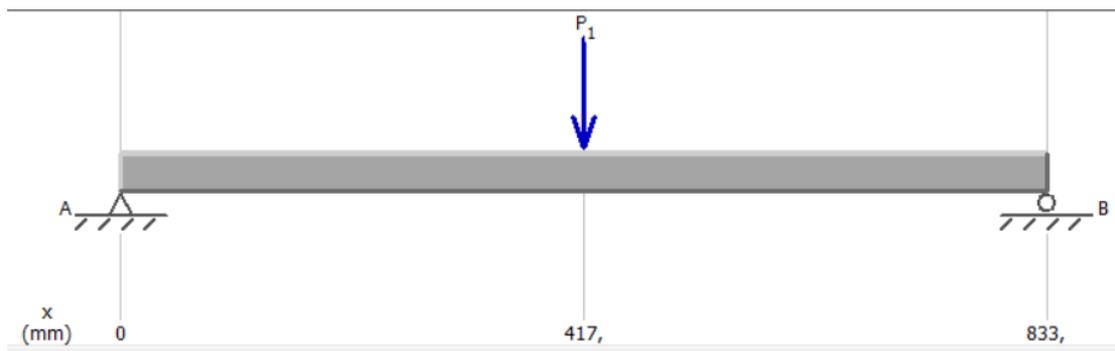
Reemplazamos datos:



$$M = \frac{(150) * 769800 \text{ mm}^4}{40 \text{ mm}}$$

$$M = 2886,8 [Nm]$$

Fig. 17 Viga costanera



Fuente: (Elaboración propia)

$$M = P_1 * x \rightarrow P_1 = \frac{M}{x}$$

$$P_1 = \frac{2886,8}{417}$$

$$P_1 = 6,92 \text{ [KN]}$$

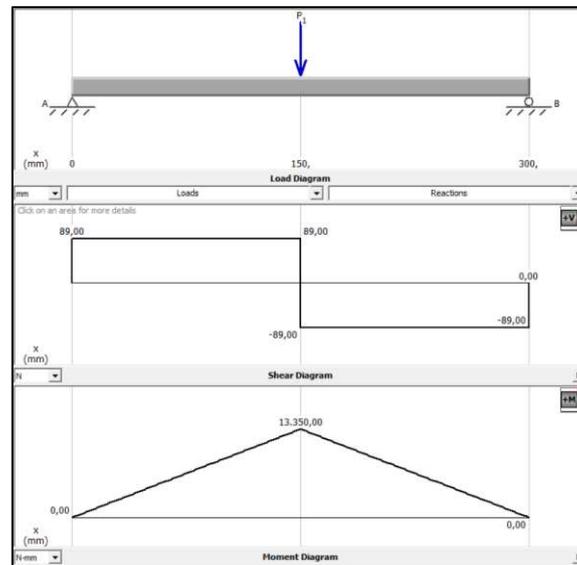
Esta carga es superior a la carga a la que se someterá el soporte de la banda transportadora, siendo así se afirma que el soporte estructural para la banda transportadora es más que suficiente.

2.3.4.2 Soporte de rodillos de laminadores

Así como el soporte para la banda transportadora, la maquina cuenta con un soporte para los rodillos laminadores, sistema eléctrico y de control. La carga más significativa a la que estará sometida esta estructura será el peso del motor 178 [N]. por lo que esta se tomará de referencia para seleccionar el tipo de perfil.

En la Fig. 17 las reacciones que tiene le perfil frente a la carga a la que será sometida.

Fig. 18 Diagrama esfuerzo cortante y momento flector



Fuente: (Elaboración propia)

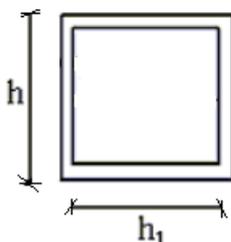
La barra es una viga está sometida a flexión, que también será de acero A36, se asume que se usará un perfil tubular rectangular 2x1x1/8". El esfuerzo de flexión también se puede expresar de la siguiente manera:

$$\sigma_{Trabajo} = \frac{M}{S_d} \quad (25)$$

Donde:

S_d = Módulo de sección [mm^3]

Módulo de sección de un perfil tubular cuadrado



$$S = \frac{h^4 - h_1^4}{6 * h} \quad (26)$$

$$S = \frac{50,80^4 - 47,62^4}{6 * 50,8} \rightarrow S = 4978,35 \text{ [mm}^3\text{]}$$

Para estimar el esfuerzo de trabajo, se usará un factor de seguridad igual a 2.

$$\sigma_{Trabajo} = \frac{\sigma}{N}$$

$$\sigma_{Trabajo} = \frac{250}{2} = 125 [MPa]$$

Con la ecuación (25), se encuentra el módulo de sección requerido para el diseño de la máquina laminadora.

$$S_d = \frac{13350}{125} = 106,8 [mm^3]$$

Al realizar una comparación entre S y S_d , se puede observar que S es mayor que S_d . Esto indica que el módulo de sección del perfil rectangular tubular supera al módulo de sección requerido. Por lo tanto, podemos concluir que el perfil es adecuado para su uso.

2.4 Diseño de elementos

2.4.1 Transmisión por cadena

Para el diseño de la máquina, se optó por un sistema de transmisión por cadenas. Esta elección se basa en varias ventajas clave que ofrece este sistema. En primer lugar, el mercado ofrece una amplia selección de cadenas y ruedas dentadas, lo que nos permite adaptar el sistema a nuestras necesidades específicas. Además, el diseño simple de las transmisiones por cadena facilita su instalación y mantenimiento. Por último, pero no menos importante, las transmisiones por cadena son capaces de operar en entornos hostiles y transmitir movimiento a varios ejes usando solo una cadena, lo que las hace ideales para la aplicación.

Para dimensionar la cadena y las ruedas dentadas, se calcula una potencia de diseño que está en función del factor de servicio. Este factor depende de la aplicación de la maquina y tipo de carga, como se puede observar en la Fig 9.

Tabla 11 Factor de servicio para cadenas de transmisión

Tipo de carga	Tipo de impulsor		
	Impulsor hidráulico	Motor eléctrico o turbina	Motor de combustión interna con transmisión mecánica
Uniforme (agitadores, ventiladores, transportadores con carga ligera y uniforme)	1.0	1.0	1.2
Choque moderado (máquinas herramienta, grúas, transportadores pesados, mezcladoras de alimento y molinos)	1.2	1.3	1.4
Choque pesado (prensas de troquelado, molinos de martillos, transportadores alternos, accionamientos de molino de rodillos)	1.4	1.5	1.7

Fuente: (Mott R. L., 2006)

$$P_d = F_s * P_i \quad (27)$$

Donde:

P_d = Potencia de diseño [HP]

F_s = Factor de servicio

P_i = Potencia requerida [HP]

Para estimar el número de dientes de la rueda dentada, también conocida como catarina, se seguita los siguientes pasos:

- Cálculo de la potencia de diseño según el factor de servicio.
- Con la tabla 9, se elige el número de dientes en función de la potencia de diseño y la velocidad de transmisión
- Con la ecuación de la relación de transmisión, se estima el número de dientes de la segunda rueda dentada

$$Z_1 * n_1 = Z_2 * n_2 \quad (28)$$

También puede ser expresada de la siguiente forma

$$i = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (29)$$

Donde:

i = Relación de transmisión

Z_1 = Número de dientes de la catarina motriz

Z_2 = Número de dientes de la catarina conducida

n_1 = Velocidad de la catarina motriz [rpm]

n_2 = Velocidad de la catarina conducida [rpm]

Tabla 12 Cadena simple de rodillos número 40

TABLA 7-5 Capacidades en caballos de fuerza - Cadena simple de rodillos número 40

Núm. de dientes	0.500 pulgadas de paso				Velocidad mínima de giro de la catarina, rev/min																				
	10	25	50	100	180	200	300	500	700	900	1000	1200	1400	1600	1800	2100	2500	3000	3500	4000	5000	6000	7000	8000	9000
11	0.06	0.14	0.27	0.52	0.91	1.00	1.48	2.42	3.34	4.25	4.70	5.60	6.49	5.57	4.66	3.70	2.85	2.17	1.72	1.41	1.01	0.77	0.61	0.50	0.00
12	0.06	0.15	0.29	0.56	0.99	1.09	1.61	2.64	3.64	4.64	5.13	6.11	7.09	6.34	5.31	4.22	3.25	2.47	1.96	1.60	1.15	0.87	0.69	0.57	0.00
13	0.07	0.16	0.31	0.61	1.07	1.19	1.75	2.86	3.95	5.02	5.56	6.62	7.68	7.15	5.99	4.76	3.66	2.79	2.21	1.81	1.29	0.98	0.78	0.00	0.00
14	0.07	0.17	0.34	0.66	1.15	1.28	1.88	3.08	4.25	5.41	5.98	7.13	8.27	7.99	6.70	5.31	4.09	3.11	2.47	2.02	1.45	1.10	0.87	0.00	0.00
15	0.08	0.19	0.36	0.70	1.24	1.37	2.02	3.30	4.55	5.80	6.41	7.64	8.86	8.86	7.43	5.89	4.54	3.45	2.74	2.24	1.60	1.22	0.97	0.00	0.00
16	0.08	0.20	0.39	0.75	1.32	1.46	2.15	3.52	4.86	6.18	6.84	8.15	9.45	9.76	8.18	6.49	5.00	3.80	3.02	2.47	1.77	1.34	1.00	0.00	0.00
17	0.09	0.21	0.41	0.80	1.40	1.55	2.29	3.74	5.16	6.57	7.27	8.66	10.04	10.69	8.96	7.11	5.48	4.17	3.31	2.71	1.94	1.47	1.00	0.00	0.00
18	0.09	0.22	0.43	0.84	1.48	1.64	2.42	3.96	5.46	6.95	7.69	9.17	10.63	11.65	9.76	7.75	5.97	4.54	3.60	2.95	2.11	1.60	1.00	0.00	0.00
19	0.10	0.24	0.46	0.89	1.57	1.73	2.56	4.18	5.77	7.34	8.12	9.66	11.22	12.64	10.59	8.40	6.47	4.92	3.91	3.20	2.29	1.60	1.00	0.00	0.00
20	0.10	0.25	0.48	0.94	1.65	1.82	2.69	4.39	6.07	7.73	8.55	10.18	11.81	13.42	11.44	9.07	6.99	5.31	4.22	3.45	2.47	1.77	1.00	0.00	0.00
21	0.11	0.26	0.51	0.98	1.73	1.91	2.83	4.61	6.37	8.11	8.98	10.69	12.40	14.10	12.30	9.76	7.52	5.72	4.54	3.71	2.65	1.80	1.00	0.00	0.00
22	0.11	0.27	0.53	1.03	1.81	2.01	2.96	4.83	6.68	8.50	9.40	11.20	12.99	14.77	13.19	10.47	8.06	6.13	4.87	3.98	2.85	1.94	1.00	0.00	0.00
23	0.12	0.28	0.56	1.08	1.90	2.10	3.10	5.05	6.98	8.89	9.83	11.71	13.58	15.44	14.10	11.19	8.62	6.55	5.20	4.26	3.05	2.00	1.00	0.00	0.00
24	0.12	0.30	0.58	1.12	1.98	2.19	3.23	5.27	7.28	9.27	10.26	12.22	14.17	16.11	15.03	11.93	9.18	6.99	5.54	4.54	3.20	2.00	1.00	0.00	0.00
25	0.13	0.31	0.60	1.17	2.06	2.28	3.36	5.49	7.59	9.66	10.69	12.73	14.76	16.78	15.98	12.68	9.76	7.43	5.89	4.82	3.45	2.47	1.77	1.00	0.00
26	0.13	0.32	0.63	1.22	2.14	2.37	3.50	5.71	7.89	10.04	11.11	13.24	15.35	17.45	16.95	13.45	10.36	7.88	6.25	5.12	3.71	2.65	1.80	1.00	0.00
28	0.14	0.35	0.67	1.31	2.31	2.55	3.77	6.15	8.50	10.82	11.97	14.26	16.53	18.79	18.94	15.03	11.57	8.80	6.99	5.72	4.00	2.85	1.94	1.00	0.00
30	0.15	0.37	0.72	1.41	2.47	2.74	4.04	6.59	9.11	11.59	12.82	15.28	17.71	20.14	21.01	16.67	12.84	9.76	7.75	6.34	4.54	3.20	2.00	1.00	0.00
32	0.16	0.40	0.77	1.50	2.64	2.92	4.31	7.03	9.71	12.38	13.68	16.30	18.89	21.48	23.14	18.37	14.14	10.76	8.54	7.11	5.00	3.45	2.47	1.77	1.00
35	0.18	0.43	0.84	1.64	2.88	3.19	4.71	7.69	10.62	13.52	14.96	17.82	20.67	23.49	26.30	21.01	16.17	12.30	9.76	8.00	5.72	4.00	2.85	1.94	1.00
40	0.21	0.50	0.96	1.87	3.30	3.65	5.38	8.79	12.14	15.45	17.10	20.37	23.62	26.85	30.06	25.67	19.76	15.03	11.60	9.00	6.34	4.54	3.20	2.00	1.00
45	0.23	0.56	1.08	2.11	3.71	4.10	6.08	9.89	13.66	17.39	19.24	22.92	26.57	30.20	33.82	30.63	23.58	17.43	13.00	9.76	7.11	5.00	3.45	2.47	1.77
	Tipo A				Tipo B								Tipo C												
	Tipo A: Lubricación manual o por goteo Tipo B: Lubricación en baño o con disco Tipo C: Lubricación con chorro de aceite																								

Fuente: (Mott R. L., 2006)

Al seguir estos pasos, se obtuvieron resultados satisfactorios. Estos resultados son especialmente alentadores ya que se alinean estrechamente con las expectativas iniciales.

Tabla 13 Numero de dientes de las ruedas dentadas

Detalle	P [Watt]	n1 [rpm]	n2 [rpm]	Z1	Z2
Reductor - Eje de transmisión	745	106	106	26	26
Eje de transmisión - Rodillo superior	420,22	106	106	17	17
Eje de transmisión - Banda de entrada	14,60	106	75,04	17	24
Eje de transmisión - Banda de salida	25,65	106	112,60	17	16

Fuente: (Elaboración propia)

Por último, se comprueba los cálculos realizados con el acelerador de diseños del Software de Autodesk Inventor.

Fig. 19 Reductor - Eje de Transmisión

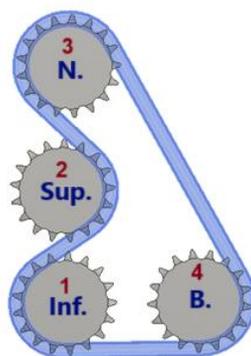
Rueda dentada 1	
z	26,000 su
zc	13,000 su
D _p	105,362 mm
β	180,00 gr
P _x	1,000 su
P	0,745 kW
T	67,115 N m
n	106,000 rpm
F _r	1275,673 N
F _i	1274,833 N
F ₂	0,840 N
L _f	253,989 mm

Rueda dentada 2	
z	26,000 su
zc	13,000 su
i	1,000 su
D _p	105,362 mm
β	180,00 gr
P _x	1,000 su
P	0,730 kW
T	65,773 N m
n	106,000 rpm
F _r	1275,673 N
F _i	1274,833 N
F ₂	0,840 N
L _f	253,989 mm
C	253,989 mm

Fuente: (Inventor, Elaboración Propia)

Con la ayuda de dos ruedas dentadas locas, una ubicada en el eje del rodillo laminador y la otra en el eje del nivelador de altura, se logra que los rodillos laminadores giren en sentidos opuestos. Además, esto permite el cambio de altura del rodillo superior. La configuración se puede observar en la siguiente figura.

Fig. 20 Configuración para el cambio de sentido



Fuente: (Inventor, Elaboración Propia)

A continuación, se observa los cálculos realizados con el software Inventor (Tabla 20,21 y 22).

- Transmisión desde el eje de transmisión hacia el eje del rodillo laminador superior

Fig. 21 Eje de transmisión - Rodillo superior/Nivelador

Condiciones de trabajo

Potencia, Velocidad --> Par de torsión

Potencia: P 420,22 W

Par de torsión: T 37,857 N m

Velocidad: n 106,000 rpm

Eficacia: η 0,980 su

Vida útil necesaria: L_h 6500,000 h

Alargamiento máx. de cadena: $\Delta L_{máx}$ 0,030 su

Aplicación: Funcionamiento correcto

Entorno: Limpio

Lubricación: Recomendada

Propiedades de la cadena

Resistencia a tracción: F_t 13900,693 N

Factores de corrección de potencia

Factor de impacto: Y 1,000 su

Factor de servicio: f_1 1,000 su

Factor tamaño de rueda dent.: f_2 1,000 su

Factor de tramos: f_3 1,000 su

Factor de lubricación: f_4 1,000 su

Factor de distancia ejes/centros: f_5 1,140 su

Factor de coeficiente: f_6 1,200 su

Factor de vida útil: f_7 0,716 su

Limitar presión de área de contacto de la cadena:

Presión admisible: p_0 29,061 MPa

Factor específico de fricción: λ 1,021 su

Rueda dentada 1		Rueda dentada 3	
z	17,000 su	z	17,000 su
z_c	7,000 su	z_c	9,000 su
D_d	69,116 mm	i	1,000 su
β	135,20 gr	D_d	69,116 mm
P_x	1,000 su	β	181,30 gr
P	0,420 kW	n	106,000 rpm
T	37,857 N m	F_r	2191,491 N
n	106,000 rpm	F_1	1095,817 N
F_r	1096,073 N	F_2	1095,817 N
F_1	1095,817 N	L_f	85,393 mm
F_2	0,361 N	C	207,230 mm
L_f	169,770 mm		

Rueda dentada 2		Rueda dentada 4	
z	17,000 su	z_c	7,000 su
z_c	5,000 su	i	1,000 su
i	1,000 su	D_d	69,116 mm
D_d	69,116 mm	β	130,08 gr
β	86,59 gr	n	106,000 rpm
P_x	1,000 su	F_r	1986,959 N
P	0,412 kW	F_1	1095,817 N
T	37,100 N m	F_2	1095,817 N
n	106,000 rpm	L_f	270,780 mm
F_r	1095,795 N	C	169,770 mm
F_1	0,361 N		
F_2	1095,817 N		
L_f	68,652 mm		
C	97,417 mm		

15:41:05 Cálculo: Lubricación recomendada: Lubricación manual
 15:41:05 Cálculo: La potencia máxima de la cadena está limitada por la fatiga de las placas de eslabón.
 15:41:05 Cálculo: El cálculo indica la compatibilidad del diseño.

Fuente: (Inventor, Elaboración Propia)

- Transmisión desde el eje de transmisión hacia el eje de la banda transportadora de entrada

Fig. 22 Eje de transmisión - Banda de Entrada

Condiciones de trabajo

Potencia, Velocidad --> Par de torsión

Potencia: P 14,60 W

Par de torsión: T 1,315 N m

Velocidad: n 106,000 rpm

Eficacia: η 0,980 su

Vida útil necesaria: L_h 6500,000 h

Alargamiento máx. de cadena: $\Delta L_{máx}$ 0,030 su

Aplicación: Funcionamiento correcto

Entorno: Limpio

Lubricación: Recomendada

Propiedades de la cadena

Resistencia a tracción: F_t 13900,693 N

Factores de corrección de potencia

Factor de impacto: Y 1,000 su

Factor de servicio: f_1 1,000 su

Factor tamaño de rueda dent.: f_2 1,000 su

Factor de tramos: f_3 1,000 su

Factor de lubricación: f_4 1,000 su

Factor de distancia ejes/centros: f_5 1,341 su

Factor de coeficiente: f_6 1,194 su

Factor de vida útil: f_7 0,716 su

Limitar presión de área de contacto de la cadena:

Presión admisible: p_0 28,778 MPa

Factor específico de fricción: λ 0,873 su

Rueda dentada 1	
z	17,000 su
z_c	9,000 su
D_d	69,116 mm
β	181,15 gr
P_x	1,000 su
P	0,015 kW
T	1,315 N m
n	106,000 rpm
F_r	38,783 N
F_1	38,422 N
F_2	0,361 N
L_f	199,990 mm

Rueda dentada 2	
z	16,000 su
z_c	8,000 su
i	0,941 su
D_d	65,098 mm
β	178,85 gr
P_x	1,000 su
P	0,014 kW
T	1,213 N m
n	112,625 rpm
F_r	38,783 N
F_1	0,361 N
F_2	38,422 N
L_f	199,990 mm
C	200,000 mm

15:21:18 Cálculo: Lubricación recomendada: Lubricación manual
 15:21:18 Cálculo: La potencia máxima de la cadena está limitada por la fatiga de las placas de eslabón.
 15:21:18 Cálculo: El cálculo indica la compatibilidad del diseño.

Fuente: (Inventor, Elaboración Propia)

- Transmisión desde el eje de transmisión hacia el eje de la banda transportadora de entrada

Fig. 23 Eje de transmisión - Banda de Salida

Fuente: (Inventor, Elaboración Propia)

2.4.2 Diseño de rodillos laminadores

- Eje del rodillo laminador inferior

La fuerza a la que está sometida el eje del rodillo laminador son, la fuerza de laminación y las fuerzas de las cadenas. El material del eje es de acero AISI1045.

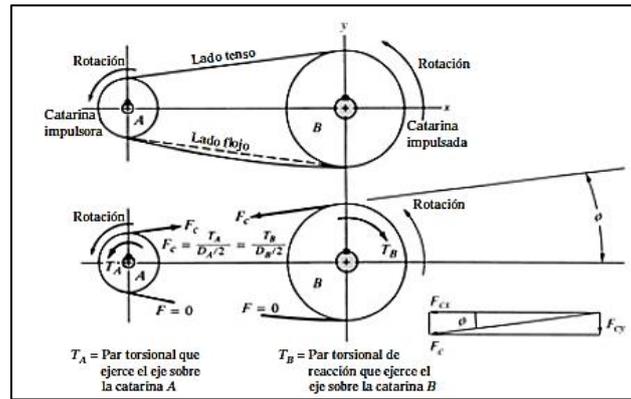
Tabla 14 Propiedades Físicas del acero AISI 1045

Propiedades del Acero 1045	
$S_y = 310 \text{ MPa}$	Resistencia a la fluencia
$S_u = 565 \text{ MPa}$	Resistencia a la tensión

Fuente: (Shigley,2011)

En primer lugar, se calculan las fuerzas que cada cadena ejerce sobre este eje. Es importante tener en cuenta que el rodillo laminador inferior es el eje más relevante, ya que este es el encargado de transmitir el movimiento al rodillo laminador superior y el de las bandas transportadoras.

Fig. 24 Fuerza de la cadena de transmisión



Fuente: (Mott R. L., 2006)

La parte superior de la cadena es la que tracciona y genera torque en cualquiera de las ruedas. La parte floja no ejerce fuerza sobre las ruedas. El par torsional está definido por la siguiente ecuación

$$T = \frac{P}{\omega_R} \quad (30)$$

Donde:

P = Potencia [Watt]

T = Par torsional [Nm]

ω_R = Velocidad de giro [rad/s]

Se debe recordar que el rodillo laminador gira a 106 [rpm] (11.1 rad/s) y la potencia que necesita la máquina para cumplir su función es igual a 519,6 [Watt], se usa esa velocidad de giro para todas las reacciones en el eje.

La fuerza total de flexión en el eje es:

$$F_C = \frac{T}{D_P/2} \quad (30)$$

Donde:

D_P = Diámetro primitivo de la Catarina [m]

F_C = Fuerza de la cadena [N]

Con estas ecuaciones y datos calculados previamente, se conoce la fuerza de flexión y el par torsional en el eje.

Tabla 15 Calculo de fuerza y par torsional

Designación	P [Watt]	n [rad/s]	T [N m]	#Dientes (Z)	Dp/2 [m]	Fc [N]
Laminador	420,22	11,1	37,10	17	0,03	1095,79
Banda de entrada	14,60	11,1	1,32	17	0,03	38,78
Banda de salida	25,65	11,1	2,31	17	0,03	67,58
Potencia total	745	11,1	65,77	26	0,05	1275,67

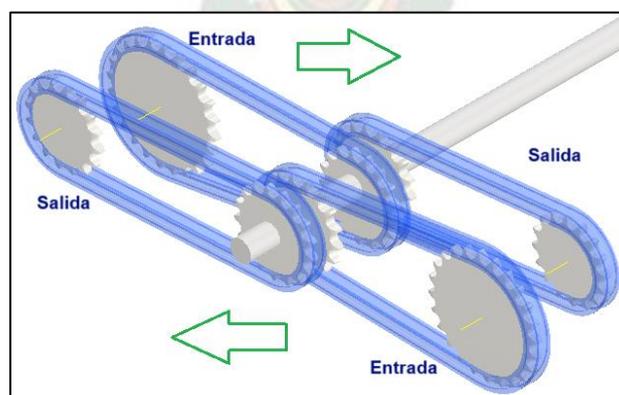
Fuente: (Elaboración propia)

Se utilizarán dos conjuntos de transmisión para las bandas transportadoras, esto para poder controlar la velocidad de entrada y salida. Sin embargo, es importante destacar que sólo un conjunto estará en funcionamiento en un momento dado. La selección del cada conjunto se activará depende de la dirección del movimiento.

Este diseño garantiza una transmisión eficiente y efectiva de la potencia a través del eje, permitiendo que el sistema funcione en ambas direcciones sin necesidad de componentes adicionales o complejos sistemas de cambio. Además, este diseño también contribuye a la durabilidad y fiabilidad del sistema, ya que reduce la cantidad de desgaste en los componentes individuales.

Por lo que el eje estará sometido a diferente momento flector según el sentido de movimiento (Fig. 24)

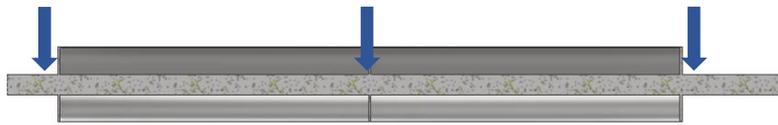
Fig. 25 Cambio de dirección



Fuente: (Elaboración propia)

Por otro lado, también se ve afectado por los apoyos del tambor (Fig. 25). Para calcular estas reacciones, se empleó el método de superposición. Como resultado de este cálculo, se obtuvieron las siguientes reacciones: 318,5 [N], 403 [N] y 318,5 [N], respectivamente.

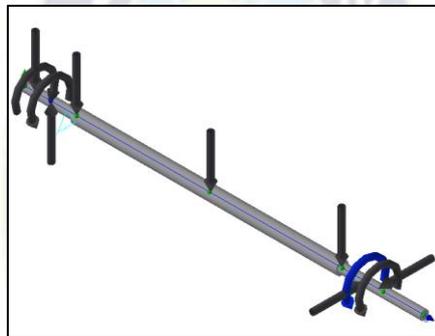
Fig. 26 Rodillo laminador



Fuente: (Inventor, elaboración propia)

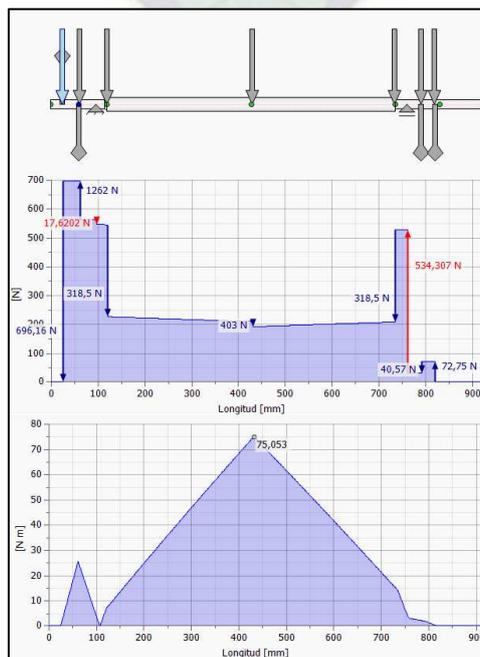
Con ayuda del software, tomando en cuenta estas consideraciones, se determinó que el eje del rodillo laminador está sujeto a las siguientes reacciones (Fig. 26 y 27).

Fig. 27 DCL del Eje Laminador



Fuente:(Elaboración Propia)

Fig. 28 Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento Flector



Fuente:(Elaboración Propia)

Cálculo de diámetro ideal

Existen secciones en el eje que están sujetas tanto a torsión como a flexión. Con base en este criterio, se lleva a cabo el cálculo de los diámetros ideales. La ecuación que se utiliza para el diseño del eje se define de la siguiente manera:

$$D = \left[\frac{32 * N}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_t * M}{S'_n}\right)^2 + \frac{3}{4} * \left(\frac{T}{S_y}\right)^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (31)$$

Donde:

N = Factor de seguridad, 2

D = Diámetro ideal [mm]

T = Par torsional [Nm]

M = Memento flexionante [Nm]

S'_n = Resistencia a la fatiga modificada [MPa]

La resistencia a la fatiga modificada se calcula con la siguiente ecuación

$$S'_n = S_n * C_m * C_{st} * C_R * C_s \quad (32)$$

Donde:

S_n = Resistencia a la fatiga [MPa] (Ver figura 27)

C_m = Factor de material (Forjado, 1.0)

C_{st} = Factor de tipo de esfuerzo (Esfuerzo flexionante, 1.0)

C_R = Factor de confiabilidad (Tabla 14) (Confiabilidad del 0.99, 0.81)

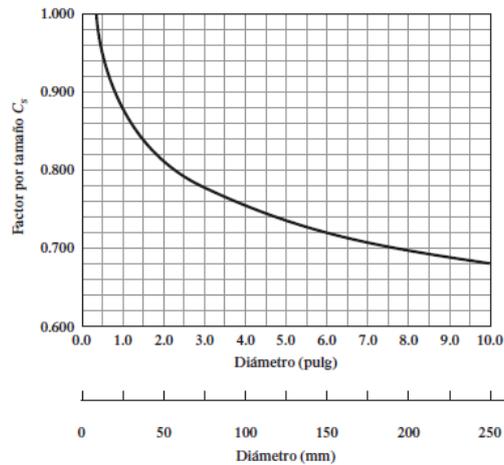
C_s = Factor de tamaño (Tabla 15)

Tabla 16 Factor de confiabilidad

Factores de confiabilidad aproximados C_R	
Confiabilidad deseada C_R	
0.50	1.0
0.90	0.90
0.99	0.81
0.999	0.75

Fuente:(Mott R. L., 2006)

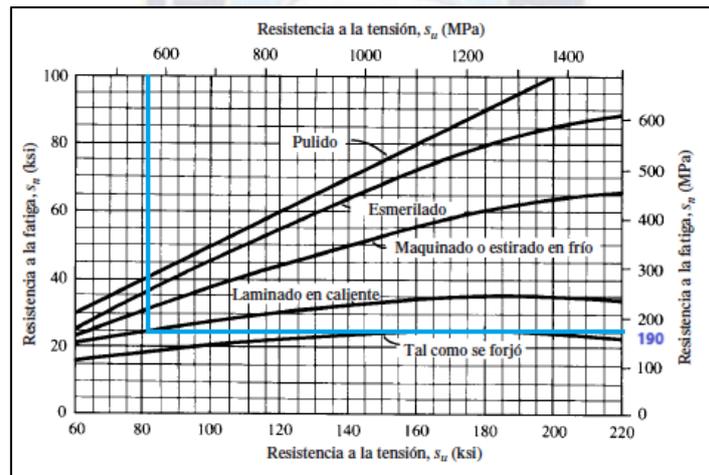
Fig. 29 Grafica de Factor de tamaño



Fuente: (Mott R. L., 2006)

Con ayuda de la Tabla 12 y la Fig. 28, se obtiene la resistencia a la fatiga (Fig 29).

Fig. 30 Resistencia a la fatiga



Fuente: (Mott R. L., 2006)

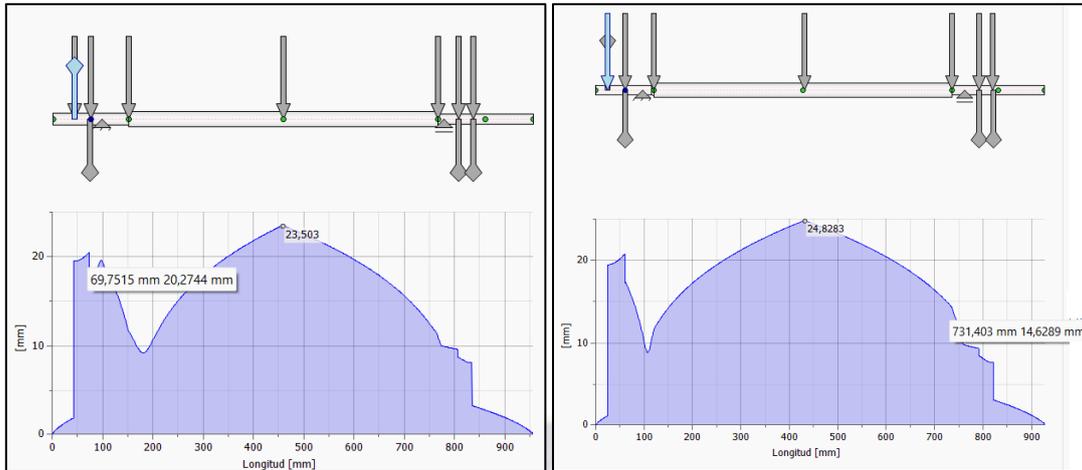
Reemplazando datos en la ecuación (32).

$$S'_n = 190 * 1 * 1 * 0,81 * 0,78$$

$$S'_n = 120 [MPa]$$

Con la ecuación (31), se obtiene los diámetros ideales en cada sección del eje.

Fig. 31 Diámetro ideal del eje laminador



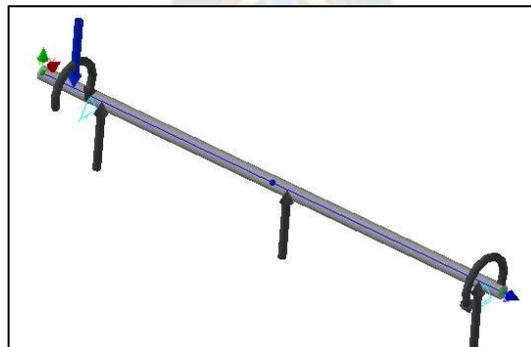
Fuente: (Elaboración Propia)

En el gráfico de la Fig. 30, se observa que los diámetros ideales que cada sección debe adoptar para un correcto funcionamiento del sistema. Por lo tanto, los extremos son diseñados con un diámetro igual a 20 [mm], y en la sección un diámetro de 24.5 [mm]

Eje del rodillo laminador superior

El eje del rodillo superior estará sometido por las tres reacciones anteriormente ya mencionadas, los apoyos de los rodillos, la fuerza ejercida por la cadena encargada de transmitir el movimiento a la misma (Fig. 31).

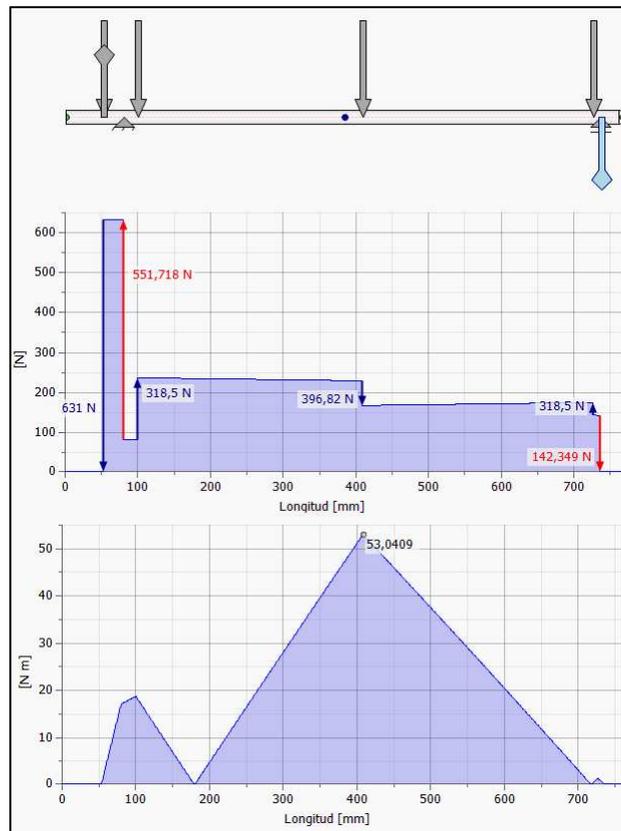
Fig. 32 DCL del Eje del Rodillo laminador Sup.



Fuente: (Inventor, Elaboración propia)

En la fig 32, se observa los diagramas de esfuerzo cortante y momento flector.

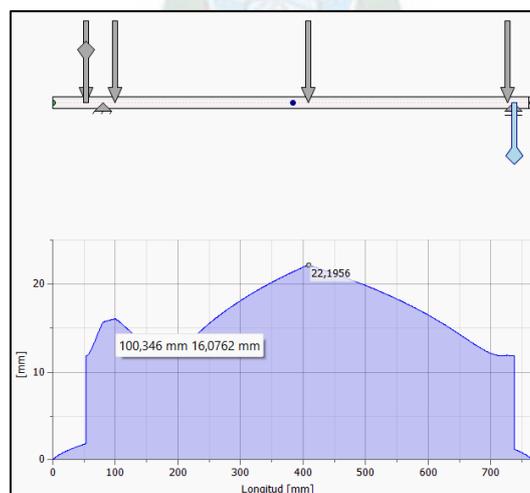
Fig. 33 Diagrama de esfuerzo cortante y Momento flector



Fuente: (Inventor, Elaboración propia)

Como se observa en la Fig. 33 los diámetros ideales para este eje, son menores a los que del eje inferior. Sin embargo, se decide diseñarlos con las mismas características para dar más robustez y seguridad a la máquina.

Fig. 34 Diámetro ideal del Rodillo laminador Superior



Fuente: (Inventor, Elaboración propia)

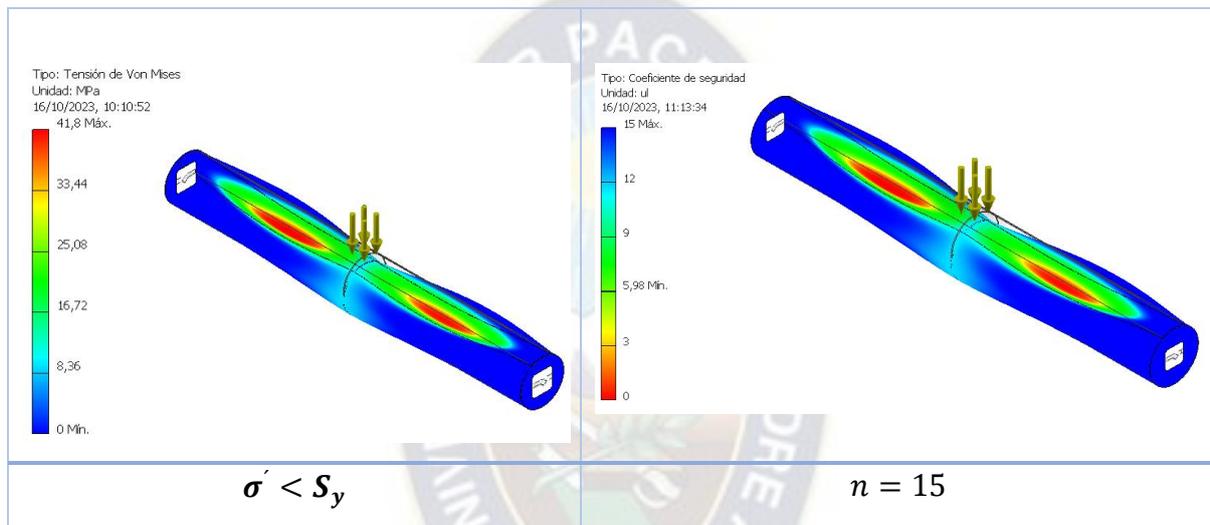
Análisis del tubo laminador

El tubo laminador debe ser de acero inoxidable AISI 304, ya que este estará en contacto con el producto de trabajo.

Como se mencionó anteriormente, la fuerza a la que está sometido el tubo laminador es de 1.04 [KN], esta fuerza es ejercida sobre un área de $22 * 10^{-3}$ [mm²], siendo así el tubo laminador está sometido a una presión igual a 0.047 [MPa].

A continuación, se realiza un análisis de energía de distorsión. (Tabla 15)

Tabla 17 Resultados de Von Misses



Fuente: (Elaboración propia)

Si la tensión de Von Mises resulta ser inferior al esfuerzo de fluencia, se puede concluir que el material no está en riesgo de fallar bajo las condiciones de carga actuales. Esto se debe a que el esfuerzo de fluencia es el punto en el que un material comienza a deformarse de manera plástica. Si la tensión de Von Mises es menor que este valor, indica que el material aún se encuentra en su régimen elástico y puede soportar la carga sin deformarse de manera permanente. Cabe recalcar que también se tiene un factor de seguridad igual a 15, esto indica que el diseño es seguro para su aplicación.

2.4.3 Diseño del tambor motriz y tambor de retorno

Eje del tambor motriz

Según la norma ANSI/CEMA, el elemento más importante de los tambores es el eje, ya que este es el encargado de transmitir el movimiento y soporta todas las cargas a la que está sometida el tambor. Se recomienda dimensionar el diámetro ideal del eje, realizando el análisis de flexión y torsión, y ángulo de flexión, el diámetro que cumpla con ambos análisis será el ideal.

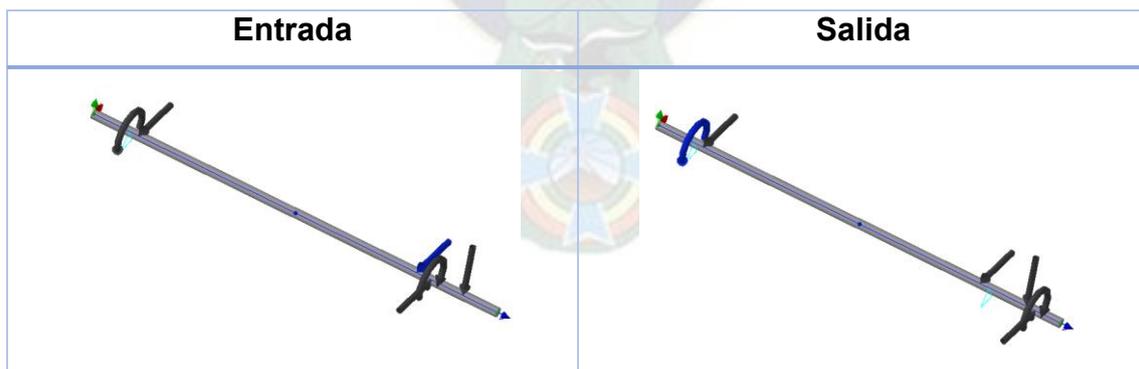
Para el análisis de fuerzas se toma las siguientes consideraciones:

- Las reacciones de las cadenas de transmisión y apoyos de los rodamientos, se realizó el análisis según el sentido de movimiento de la banda.
- Las tensiones T_1 y T_2 de la banda transportadora, calculadas anteriormente en la sección 2.3.2.3, estas tensiones se distribuirán de forma homogénea sobre los apoyos del tambor y el eje.

$$T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = 51,66 [N]$$

En la Fig. 34 se ve el diagrama de cuerpo libre del tambor motriz de las dos bandas transportadoras.

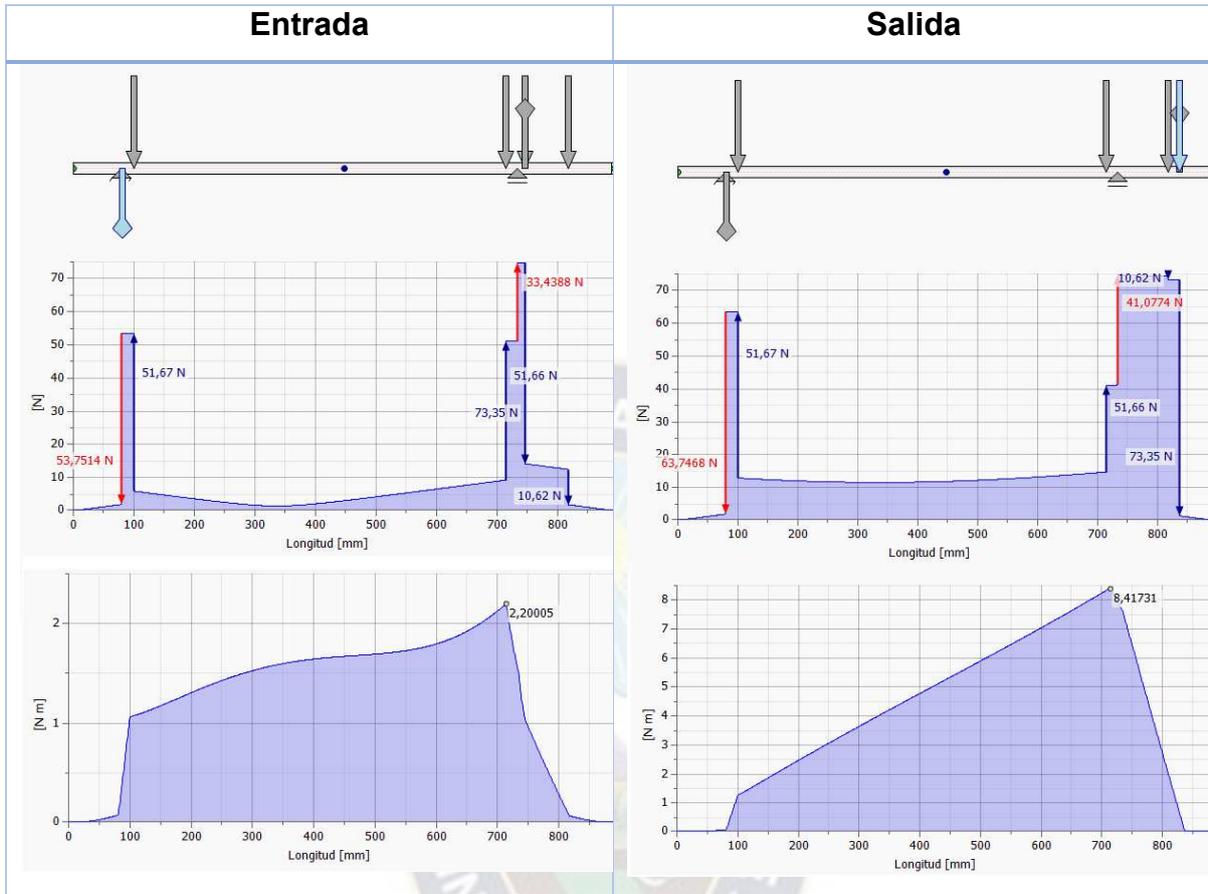
Fig. 35 DCL Eje del Tambor Motriz



Fuente: (Elaboración Propia)

En la Tabla 16 se aprecia el diagrama de esfuerzo cortante y momento flector de los ejes de ambos ejes.

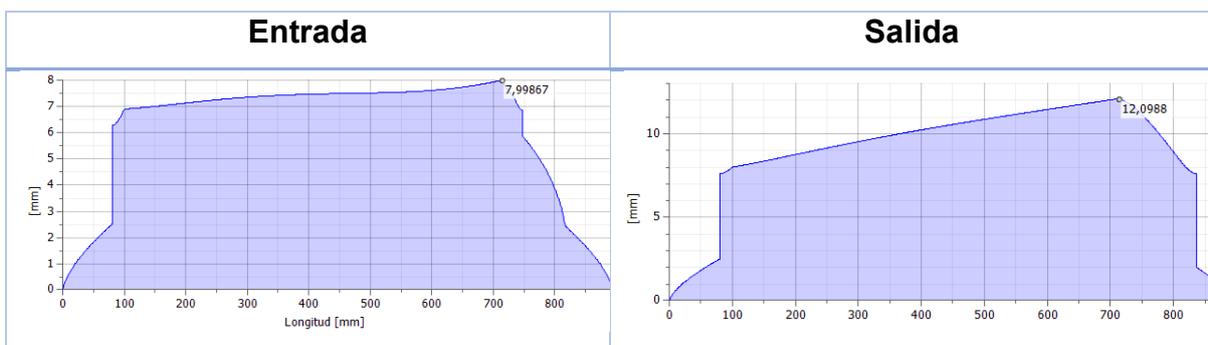
Tabla 18 Diagrama de esfuerzo cortante y Momento flector



Fuente: (Elaboración propia)

Considerando que el eje tiene las mismas propiedades del eje de los rodillos laminadores. Tras un análisis detallado, se determinó que el diámetro óptimo para los ejes de entrada y salida son de 8 [mm] y 12,09 [mm] respectivamente (Tabla 17). No obstante, para mantener la homogeneidad durante el proceso de fabricación de la máquina laminadora, se optó por seleccionar un diámetro de 20 [mm].

Tabla 19 Diámetro ideal para los tambores motrices



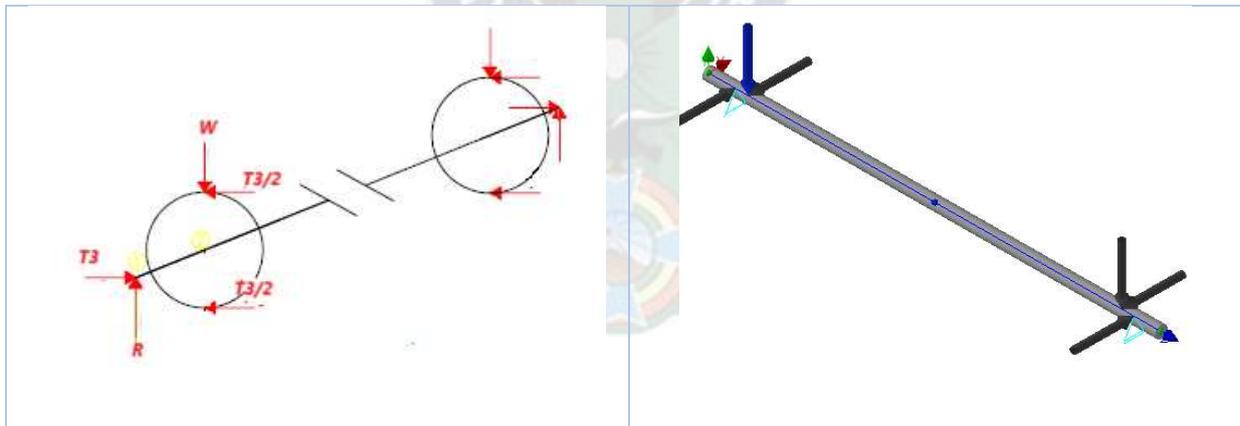
Fuente: (Elaboración Propia)

Eje del tambor de retorno

Para dimensionar el diámetro ideal del eje del tambor de retorno, también conocido como tambor tensor, se hacen varias suposiciones, primero es que tanto las cargas verticales que se transmiten a través de los rodamientos como las cargas horizontales, están equilibradas en los dos extremos del eje. Esta suposición se basa en que el material está uniformemente distribuido sobre la banda y, por otro lado, en que los dos tornillos tensores trabajan igual. En este eje no existe ningún momento torsor ya que el eje no gira con el tambor. Con esto se tiene:

- El eje va apoyado sobre la guía del tornillo tensor. El tornillo tensor ejerce una fuerza horizontal que contrarresta la tensión T_3 sobre el eje, mientras que el apoyo sobre la guía ejerce una fuerza en sentido vertical.
- El tambor se apoya sobre el eje a través de un soporte, el cual también ejerce dos fuerzas, una en el plano vertical, que sería el peso del material de trabajo, y otra horizontal que sería la tensión T_3 . (Véase Fig. 35)

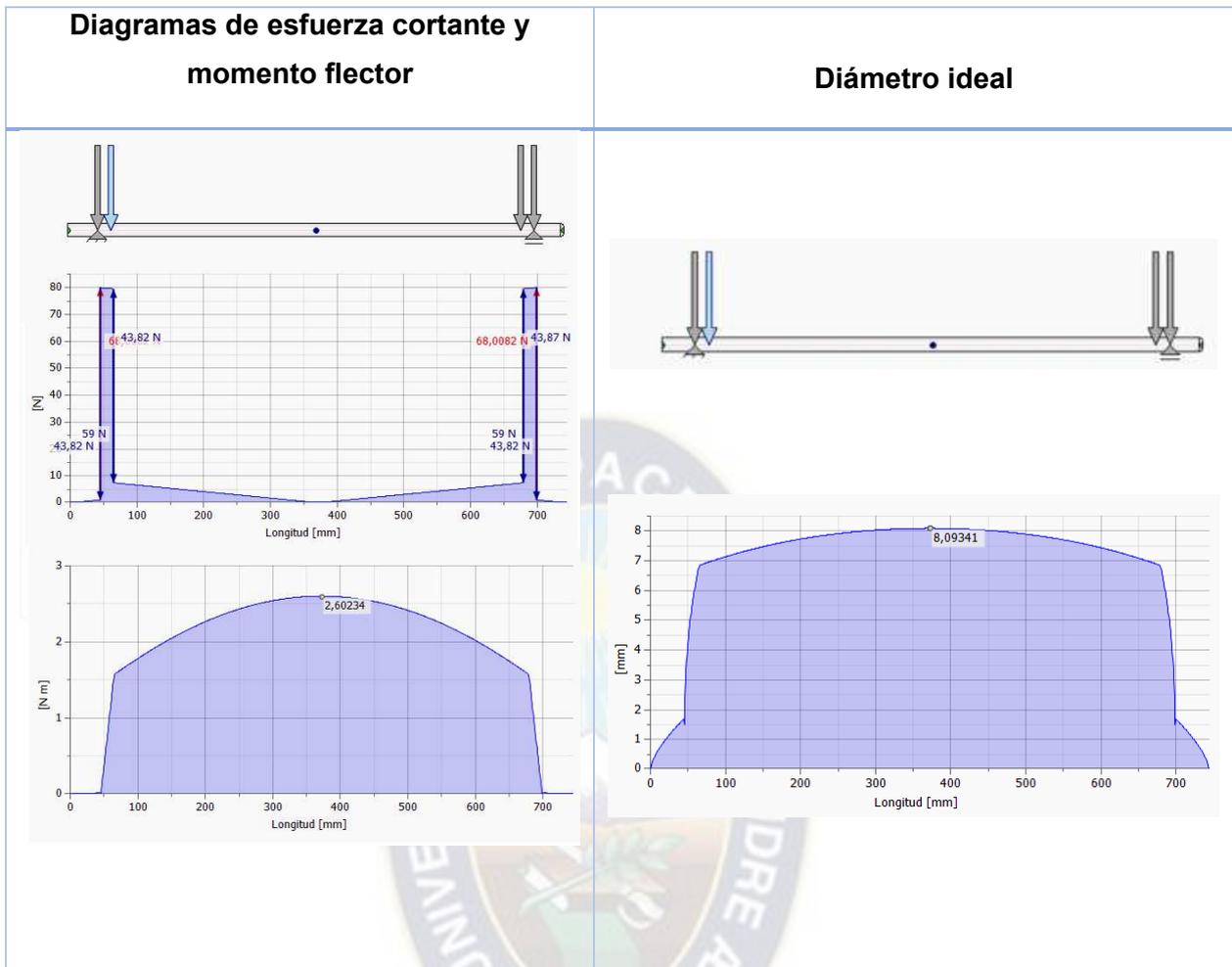
Fig. 36 DCL del eje del tambor motriz



Fuente: (Elaboración Propia)

Con el mismo criterio aplicado anteriormente, el diámetro ideal para el tambor de retorno es de 8 [mm] (Tabla 18), sin embargo, por razones constructivas se adopta el mismo diámetro del eje del tambor motriz, 20 [mm].

Tabla 20 Diagramas para el eje del tambor de retorno



Fuente: (Elaboración Propia)

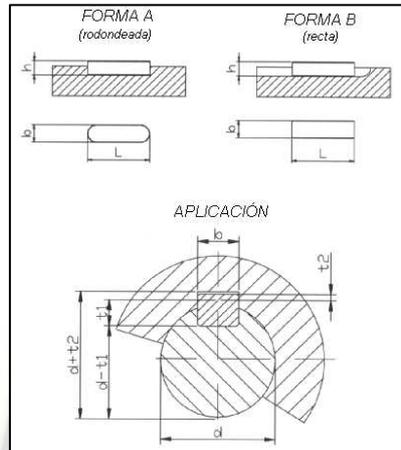
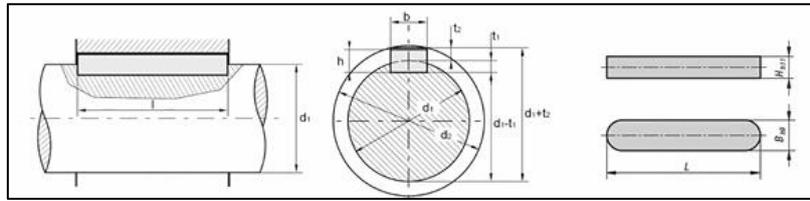
2.4.4 Diseño de chavetas

Las chavetas son elementos mecánicos esenciales utilizados para unir dos componentes y transmitir potencia entre ellos. Se colocan en ranuras o alojamientos llamados chaveteros, que se mecanizan en correspondencia al tamaño y dimensiones de la chaveta.

La norma DIN 6885 define las especificaciones para las chavetas. En particular, la chaveta DIN 6885A es una de las más comercializadas en el mercado (Fig. 36).

Es importante destacar que el uso de chavetas y chaveteros normalizados y dimensiones estandarizadas simplifica el diseño y la fabricación, ya que se pueden utilizar componentes intercambiables. Además, su diseño puede optimizarse para soportar cargas específicas y minimizar el desgaste o la fatiga.

Fig. 37 Chaveta plana



Fuente: (DIN 6885)

Según los cálculos ya anteriormente realizados los ejes tendrán un diámetro entre 20-25 [mm]. La norma indica que la chaveta es de 6x3,5 [mm], comprobamos esta afirmación con ayuda del generador de diseño del software Inventor (Fig. 37):

Fig. 38 Dimensiones de chavetero

Cotas			Posición
Nombre	Tamaño	Descripción	Medida desde primera arista
D	20 mm	Diámetro principal	DIN 6885-1 A
L	190,000 mm	Longitud de sección	Vista preliminar
B	6,000 mm	Anchura	
T	3,500 mm	Profundidad	
L	25,000 mm	Longitud de ranura	
α	0,00 gr	Ángulo	
β	360,00 gr	Ángulo entre chaveta	
x	15,000 mm	Distancia	
N	1,000 su	Número de chavetas	

Fuente: (Elaboración Propia)

Para el eje del laminador inferior que es 25 [mm] (Fig 38).

Fig. 39 Dimensiones de chavetero

Cotas		
Nombre	Tamaño	Descripción
D	25 mm	Diámetro principal
L	190,000 mm	Longitud de sección
B	8,000 mm	Anchura
T	4,000 mm	Profundidad
L	25,000 mm	Longitud de ranura
α	0,00 gr	Ángulo
β	360,00 gr	Ángulo entre chavetas
x	15,000 mm	Distancia
N	1,000 su	Número de chavetas

Posición

Medida desde primera arista v

DIN 6885-1 A

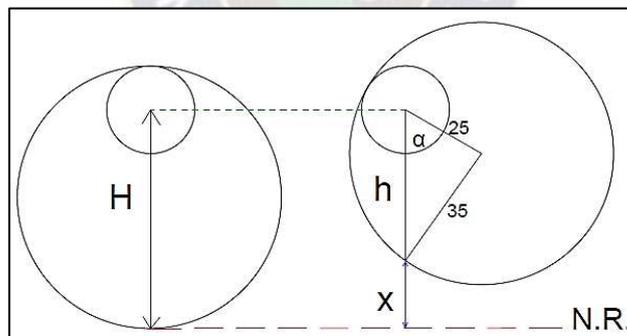
Vista preliminar

Fuente: (Elaboración Propia)

2.4.5 Diseño del regulador de espesor

Para regular el espesor de la masa laminada, se usa el siguiente mecanismo (Fig. 39):

Fig. 40 Geometría del Nivelador de Altura



Fuente: (Elaboración Propia)

Para saber cuántos grados debe recorrer la manivela para que el rodillo superior se eleve a cierta distancia, se deduce una ecuación medio de la ley de cosenos, se encuentra el ángulo de giro en función de la altura (Ec. 33)

$$35^2 = 25^2 + h^2 - 2 * 25 * h * \cos \alpha \quad (33)$$

Observando la fig. 37

$$h = H - x \quad (34)$$

Reemplazando en la ecuación (33) y despejando el ángulo α .

$$\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{25^2 - 35^2 + (H - x)^2}{2 * 25 * (H - x)}\right)$$

Donde, $H = 60$ [mm] y "x" es la distancia variable entre los rodillos laminadores.

$$\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{(60 - x)^2 - 600}{50 * (60 - x)}\right)$$

De esta forma se encuentra los angulos necesarios para las distancias requeridas (Tabla 19).

Tabla 21 Distancias entre los rodillos laminadores

x [mm]	α [°]
0	0
1	12
2	18
3	22
4	25
5	28
10	41
15	51
20	60
25	69
30	78
35	89

Fuente: (Elaboración Propia)

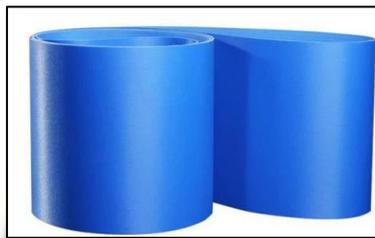
2.5 Especificación de componentes

En este subtítulo se procede a realizar los cálculos o análisis necesarios para la selección de cada componente que permitirá un correcto funcionamiento de la maquina laminadora.

2.5.1 Banda transportadora

Como se vio el primer acápite el material a usar debe cumplir con las normas establecidas por la OMS y SENASAG. Por lo que se selecciona una banda transportadora de poliuretano (PU) azul, con una tensión de ruptura igual a 110 N/mm menor a la que se calculó en la sección 2.3. (Ver Anexo C)

Fig. 41 Banda transportadora de Poliuretano



Fuente: (belt.com)

Factor de seguridad:

$$C_s = \frac{\text{Tensión de Ruptura Maxima}}{\text{Tensión de Ruptura de diseño}} \quad (35)$$

$$C_s = \frac{110 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}} \right]}{20,6 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}} \right]}$$

$$C_s = 5,34$$

2.5.2 Cadena y ruedas dentadas

Los elementos seleccionados para la cadena de transmisión y las ruedas dentadas se han determinado en base a los cálculos realizados anteriormente. Estos componentes han sido seleccionados del catálogo de SKF.

A continuación, se detallan las especificaciones de estos elementos:

Cadena de transmisión:

Modelo: PHC 40-1X10FT

Paso: 12.7 [mm]

Tabla 22 Cadena de transmisión

Dimensiones		Propiedades	
Altura máx. de malla	12 mm	Número de cadena	40-1
Ancho mín. entre mallas interiores	7.85 mm	Peso por metro	0.62 kg
Diámetro máx. de rodillo	7.95 mm	Standard	ANSI
Diámetro máximo de perno	3.96 mm		
Diámetro primitivo	12.7 mm		
Grosor máx. de malla	1.5 mm		

Fuente: (Catalogo SKF)

Ruedas dentadas:

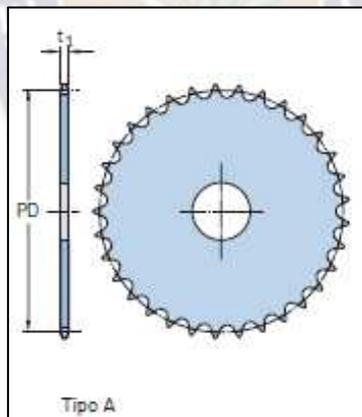
Modelo: PHS 40-1 A 17, PHS 40-1 A 24 y PHS 40-1 A 30

Material: Acero

Paso: 12,7 [mm]

Se selecciono las ruedas dentadas de tipo A, ya que estas ocupan menos espacio en el árbol (Fig. 41).

Fig. 42 Rueda dentada PHS-40 tipo A

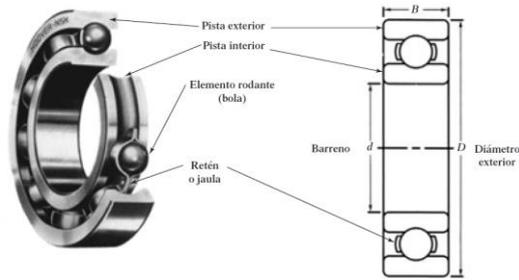


Fuente: (Catalogo SKF)

2.5.3 Selección de rodamiento con contacto de rodadura

Este es el rodamiento más común. Gracias a su diseño el mismo puede soportar cargas radiales bajas o medias y pequeñas cargas de carácter axial en ambas direcciones. También requieren poco mantenimiento y permiten trabajar a altas velocidades. (ISO 15, ISO 8443). El rodamiento minimiza la fricción que se produce entre el eje y las piezas que están conectadas a él (Fig 42).

Fig. 43 Rodamiento de bolas



Fuente: (Mott R. L., 2006)

Para la selección del rodamiento se debe considerar la carga a la que el eje está sometida, con ayuda del catálogo del fabricante se realiza los cálculos correspondientes.

Se realiza este análisis con el eje más crítico, el eje de transmisión. Como se vio en la fig.27 la sección el punto 90 mm tiene una carga radial igual a 696,60 N y en sección de apoyo 790 mm una carga de 534,34 N.

Selección de rodamiento solo con carga axial

$$P = V * R \tag{36}$$

Donde:

P = Carga equivalente

V = Factor de rotación, 1

R = Carga radial

$$P_A = 696,60 \text{ N}$$

Se especifica la duración del diseño del rodamiento, mediante la siguiente tabla

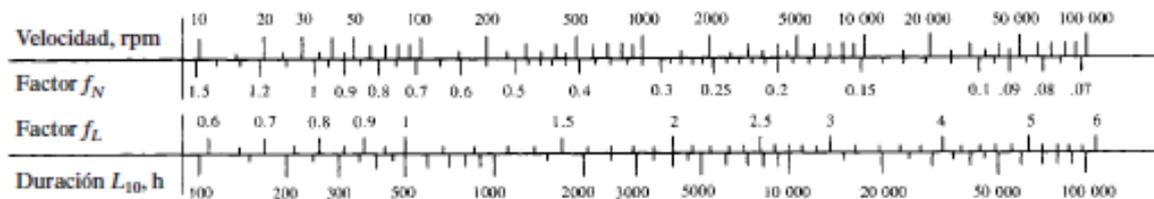
Tabla 23 Duración de diseño

Aplicación	Duración de diseño L_{10} , h
Electrodomésticos	1000-2000
Motores de aviación	1000-4000
Automotores	1500-5000
Equipo agrícola	3000-6000
Elevadores, ventiladores industriales, transmisiones de usos múltiples	8000-15 000
Motores eléctricos, sopladores industriales, máquinas industriales en general	20 000-30 000
Bombas y compresores	40 000-60 000
Equipo crítico en funcionamiento durante 24 h	100 000-200 000

Fuente: (Mott R. L., 2006)

Para la aplicación del presente proyecto corresponde a maquinas industriales en general $L_{10} = 20000 - 30000$. Con este dato se determina el factor de velocidad y f_n y el factor de duración f_L (Tabla 22)

Tabla 24 Factores f_L y f_n



Fuente: (Mott R. L., 2006)

Interceptando los datos se obtiene los siguientes factores $f_L=3.8$ Y $f_N= 0.68$ para una duración de 30000 horas y velocidad de 106 rpm. Finalmente se puede obtener la carga dinámica básica requerida C , mediante la ecuación 37:

$$C = P * f_L / f_N \tag{37}$$

Con estas consideraciones se procede a calcular la carga dinámica para la elección de los rodamientos en los apoyos A y B del eje de transmisión.

$$C_A = 696,6 * 3,8 / 0,68 \rightarrow C_A = 3,9 \text{ KN}$$

$$C_B = 534,34 * 3,8 / 0,68 \rightarrow C_B = 2,9 \text{ KN}$$

Rodamiento para la sección del eje de 20 [mm]

Modelo: 6004-2RSH.

Tabla 25 Características del rodamiento 6004

Dimensiones		Rendimiento	
Diámetro interno	20 mm	Capacidad de carga dinámica básica	9.95 kN
Diámetro exterior	42 mm		
Ancho	12 mm	Capacidad de carga estática básica	5 kN
		Velocidad límite	11 000 r/min

Fuente: (Catalogo SKF)

Rodamiento para la sección del eje de 25 [mm]

Modelo: 6005-2RSH.

Fig. 44 Característica del rodamiento 6005

Dimensiones		Rendimiento	
Diámetro interno	25 mm	Capacidad de carga dinámica básica	11.9 kN
Diámetro exterior	47 mm	Capacidad de carga estática básica	6.55 kN
Ancho	12 mm	Velocidad límite	9 500 r/min
		Clase de rendimiento SKF	SKF Explorer

Fuente: (Catalogo SKF)

Rodamiento unidireccional (rueda libre)

Este tipo de rodamiento permite el cambio de dirección entre los ejes.

Modelo: CSK6004 PP

Dimensiones: 20x42x12 [mm]

Fig. 45 Rodamiento bidireccional con dos chavetas



Fuente: (Amazon.com)

2.5.4 Selección de chumacera tensora

Con el mismo criterio de selección del rodamiento, se seleccionará la chumacera tensora para la banda transportadora. Con la ecuación (37), teniendo en cuenta que la velocidad máxima a la que estarán sometidos los tambores tensores es $FL=3.8$ y $FN=0.8$ (Véase Tabla 22).

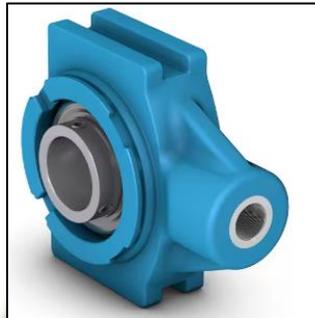
$$C_T = 68 * 3,8/0,8 \rightarrow C_A = 323 N$$

Como se puede observar, la carga dinámica es relativamente baja. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estas chumaceras tensores estarán expuestas, lo que

significa que deben ser de grado alimenticio. Teniendo en cuenta este criterio, se ha seleccionado la siguiente chumacera:

Modelo: WSTUC 20M-TPZM

Fig. 46 Chumacera tensora



Fuente: (Catalogo SKF)

Este modelo se caracteriza por su soporte tensor fabricado en material compuesto, equipado con un rodamiento de bolas de inserción. Se asegura mediante tornillos de fijación y cuenta con un aro interior prolongado. Es especialmente adecuado para líneas de procesamiento de alimentos debido a sus características únicas:

- ✓ Fuertes, pero livianos
- ✓ Químicamente resistentes
- ✓ Diseñado para una rotación alternada
- ✓ Muy adecuados para cumplir las normas más estrictas de seguridad alimentaria
- ✓ Confiable en entornos húmedos

Tabla 26 Características de la chumacera tensora

Dimensiones		Rendimiento	
Díámetro del eje	20 mm	Capacidad de carga dinámica básica	12.7 kN
Ancho total del soporte	33.5 mm	Capacidad de carga estática básica	6.55 kN
Ancho del rodamiento, total	31 mm	Velocidad límite	5 000 r/min

Fuente: (Catalogo SKF)

2.5.5 Sistema de potencia

2.5.5.1 Motor eléctrico

La característica más importante para la selección de un motor eléctrico es, la potencia que este debe tener. Para ello se procede al cálculo de la potencia teórica, que está definida como suma algebraica de todas las potencias anteriormente calculadas.

$$P_T = P_{W_0} + P_{W_f} + P_0 + P_f + P_{TL} \quad (37)$$

$$P_T = 14,60 + 25,65 + 0,75 + 2,37 + 490,22$$

$$P_T = 533,59 \text{ Watts} \approx 0,71 \text{ [HP]}$$

La potencia real del motor se calcula considerando la eficiencia del motor 0.85 y la eficiencia del sistema de transmisión por cadena 0.95.

$$P_M = \frac{P_T}{n_1 * n_2} \quad (38)$$

Donde:

n_1 = Eficiencia del motor

n_2 = Eficiencia del sistema de transmisión

Reemplazando datos:

$$P_M = \frac{0,71}{0,85 * 0,95} = 0,87 \text{ [HP]}$$

De acuerdo con el catálogo de Weg y en colaboración con su proveedor AGSA, se ha seleccionado un motor trifásico de 1HP que opera a 945 rpm (Fig. 45). Este motor debería proporcionar la potencia y velocidad necesarias para su aplicación.

Fig. 47 Motor trifásico 90S



Fuente: (Weg.net)

2.5.5.2 Cálculo para el motorreductor

El sistema de transmisión estará equipado con un motorreductor que se conectará al rodillo laminador. Este motorreductor tiene la tarea crucial de reducir la velocidad angular desde 945 rpm hasta 106 rpm.

El motorreductor es un componente esencial en este sistema, ya que permite ajustar la velocidad del motor a las necesidades específicas del rodillo laminador. Al reducir la velocidad, el motorreductor también aumenta el par, lo que puede ser necesario para operaciones de laminado que requieren una gran cantidad de fuerza.

Además, el uso de un motorreductor puede mejorar la eficiencia energética del sistema. Al ajustar la velocidad del motor a lo que realmente se necesita para la operación, se puede evitar el desperdicio de energía que podría ocurrir si el motor funcionara a una velocidad mayor de la necesaria.

Con la ecuación 29 se calcula la relación de transmisión que necesita tener el motorreductor.

$$i = \frac{945}{106} \rightarrow i = 8,92$$

2.5.5.3 Tipo de arranque de motor

Arranque por variador de frecuencia

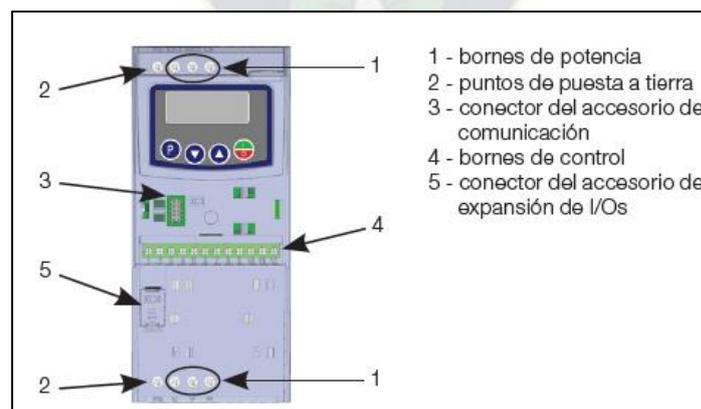
En este proyecto, se utiliza un variador de frecuencia para arrancar el motor. Este componente es esencial para la máquina laminadora, ya que permite controlar las velocidades y el sentido de giro.

Un variador de frecuencia, también conocido como inversor de frecuencia, es un dispositivo que puede ajustar la velocidad y el par de un motor eléctrico al modificar la frecuencia del suministro eléctrico al motor. Esta capacidad es particularmente útil en aplicaciones como esta, donde se requiere un control preciso de la velocidad y el sentido de giro.

El variador de frecuencia recomendado para este motor es el modelo CFW 300 de WEG, tamaño B. Este modelo ha sido seleccionado por el fabricante del motor debido a su compatibilidad y capacidad para satisfacer las necesidades específicas de esta aplicación.

En resumen, el variador de frecuencia es una parte integral del sistema que permite un control preciso y eficiente del motor, lo que es crucial para el funcionamiento óptimo de la máquina laminadora. (Ver Anexo C)

Fig. 48 Variador de frecuencia CFW 300



Fuente: Manual CFW 300

2.5.5.4 Selección del contactor

Un contactor es un dispositivo electromecánico que controla el flujo de corriente eléctrica en un circuito de potencia. Su función principal es encender y apagar

motores eléctricos a través de un circuito de mando. Según la IEC 158-1, que describe las categorías de empleo normalizadas fijan los valores de corriente que el contactor debe establecer. El contactor que se necesita para la aplicación del presente proyecto, pertenece a la categoría AC-3¹¹, como la corriente nominal del motor es de 3,75 A y la corriente de arranque es de 15 A, se selecciona un contactor de la marca Chint que cumple con estos requisitos (Fig. 47).

Fig. 49 Contactor Chint



Fuente: (chint.eu)

2.5.5.5 Selección del termomagnético

El termomagnético es capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito, cuando este sobrepasa ciertos valores máximo. Según la NB777¹², se debe dimensionar una intensidad no inferior al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.

$$I = 1,25 I_n \quad (39)$$

$$I = 1,25 * 3,75 \rightarrow I = 4,69 A$$

Por lo que se elige un termomagnético tripolar 6 A 230V Siemens 5SL3606-7 (Fig. 48).

¹¹ Se aplica a motores de jaula de ardilla en los que el corte se realiza con el motor lanzado.

¹² La Norma Boliviana 777 Diseño y construcción de instalaciones eléctricas en baja tensión.

Fig. 50 Termomagnético Siemens



Fuente: (Catalogo Siemens)

Selección de conductor

Como se puede observar en la tabla 27, el calibre del conductor puede ser 18 AWG, sin embargo, se recomienda utilizar un calibre de 14 AWG para la aplicación.

Tabla 27 Calibres para conductores de corriente

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A	18 AWG	10 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A	16 AWG	13 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A	14 AWG	18 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A	12 AWG	25 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A		
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A		
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

Fuente: (masvoltaje.com)

2.5.6 Sistema de control

Para circuito de control se necesita detallar cada componente eléctrico.

Tabla 28 Componentes para el circuito de control

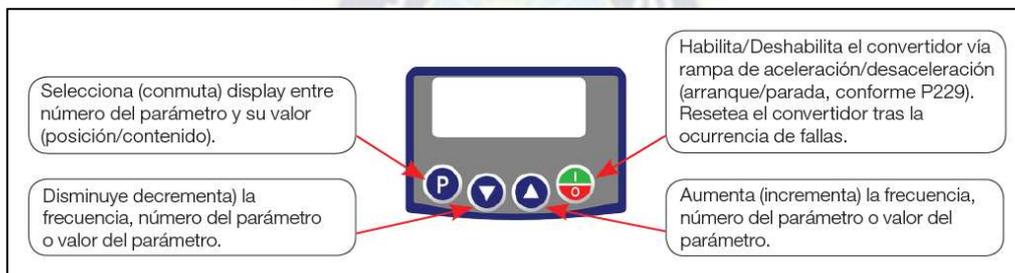
LISTA DE COMPONENTES	
Componente	Característica
	Selector de dos posiciones Se usa como un ON/OFF
	Potenciómetro de 10k Se usa para el control de velocidad

	Pulsador de apagado de emergencia Se usa como un componente de seguridad
	Led 220 V Se usa como señales de encendido y de emergencia
	Interruptor de pedal Se usa para activar y cambiar el movimiento, de derecha a izquierda

Fuente: (Elaboración Propia)

Para que estos componentes cumplan con su función asignada se debe programar en el variador de frecuencia.

Fig. 51 Uso del HMI



Fuente: (Guía Rápida CFW 300)

Con el comando **P** y las flechas **↕**, se busca cada parámetro necesario. Los rangos se rigen a las características del motor y a la necesidad de la máquina laminadora de masa.

En la tabla 29 se encuentran los parámetros con que se debe parametrizar el variador de frecuencia para que cumpla con su aplicación.

Tabla 29 Especificación de parámetros

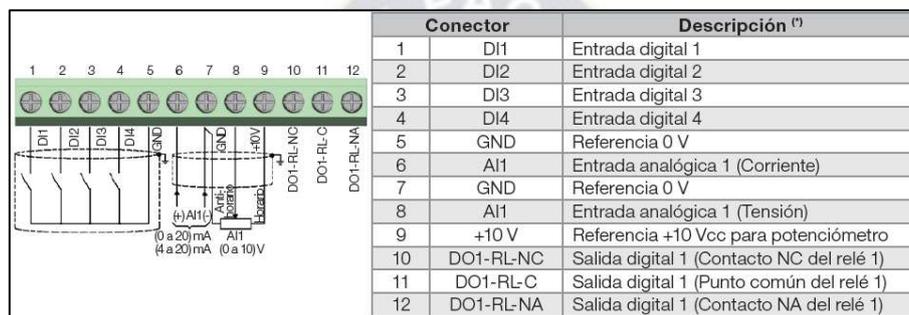
Puesta en marcha		
Función	Rango	Parám
Tensión	220 V	P400
Corriente	3,75 A	P401
Velocidad de giro	1000 RPM	P402
Frecuencia	50 Hz	P403
Potencia	(5) 1 HP	P404
Factor de potencia	0,85	P407
Corriente de sobrecarga	4 ^a	P156
Parámetros de control		
Tiempo de aceleración	1,5 s	P100
Tiempo de desaceleración	2 s	P101
Frecuencia mínima	3 Hz	P133

Frecuencia máxima	50 Hz	P134
Siempre remoto	(1) Siempre remoto	P220
Selección de referencia REM	(0) HMI	P221
Selección de giro	(4) Dlx	P223
Pedal de avance	(4) Avance	P263
Pedal de retorno	(5) Retorno	P264

Fuete: (Elaboración propia)

Las señales de entrada y salida del variador se observan en la Fig. 50.

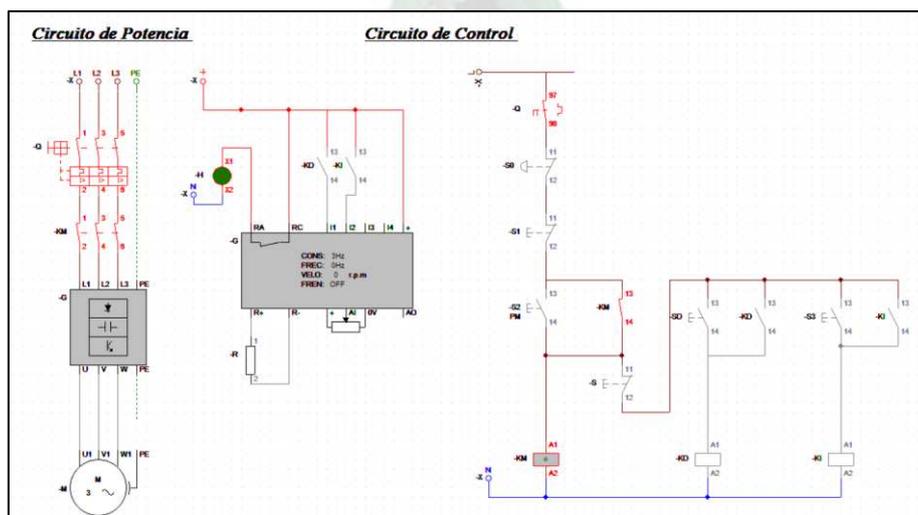
Fig. 52 Circuito de control



Fuente: (Guía CFW 300)

También se presenta a continuación, una breve simulación del circuito de potencia y control (Fig. 51):

Fig. 53 Diagrama de control y potencia



Fuente: (Elaboración Propia)

2.6 Resumen de memoria de cálculo

La memoria de cálculo es un componente esencial de cualquier proyecto de ingeniería, ya que proporciona una descripción detallada de los cálculos realizados para el diseño y la construcción del proyecto. Este documento no sólo sirve como un registro detallado de los cálculos realizados, sino que también proporciona una justificación para las decisiones de diseño tomadas.

Espero que esta memoria de cálculo proporcione una visión clara y comprensible del trabajo realizado en el diseño y la planificación de este proyecto (Tabla 30,31,32 y 33).

Tabla 30 Memoria de cálculo del sistema laminador

MEMORIA DE CALCULO						
Proyecto			Sistema			
Diseño de una Maquina Laminadora de Masa para la Industria Panificadora			Sistema de laminado			
RODILLO LAMINADOR SUPERIOR/INFERIOR						
N	Descripcion	Cant	Plano	Material	Dimensiones	observaciones
1	Eje del rodillo laminador	2	ML-SL-23	Acero SAE 1045	L=800 mm, D= 20mm	Manufacturado
2	Tubo laminador	2	ML-SL-24	Acero inox	L=620 mm, D= 75 mm	Manufacturado
3	Soporte eje/tubo	6	ML-SL-18	Acero inox	D=73,5 mm	Manufacturado
4	Soporte cojinete	2	-	Acero prensado	D= 20 mm	Especificado
5	Rodamiento 6004	4	-	Acero	D= 20 mm	Especificado
6	Chavetas	2	-	Acero inox	H=6 mm b= 3,5 mm	Especificado
7	Brazo regulador de altura 1	1	ML-SL-27	Acero A36	L= 120 mm	Manufacturado
8	Brazo regulador de altura 2	2	ML-SL-28	Acero A36	L= 120 mm	Manufacturado
9	Regla regulador de altura	1	-	Acero A36	R= 300mm, e=10mm	Manufacturado
10	Cojinete lisos	2	-	Bronce solido	D= 20 mm	Especificado
11	Cojinete lisos	2	-	Bronce solido	D= 70 mm	Especificado
12	Seguro para las manos	2	ML-SL-25	Acero inox	L= 650 mm	Manufacturado
13	Bandeja	1	ML-SL-29	Acero inox	L= 650 mm	Manufacturado
14	Manivela	1	-	Aluminio	R= 100 mm	Especificado

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 31 Memoria de cálculo del sistema de transporte

MEMORIA DE CALCULO						
Proyecto			Sistema			
Diseño de una Maquina Laminadora de Masa para la Industria Panificadora			Sistema de transporte			
ACCESORIOS VARIOS						
N	Descripcion	Cant	Plano	Material	Dimensiones	observaciones
1	Cinta transportadora	2	-	Poliuretano (PU)	2980x600x1,3 mm	Especificado
2	Eje de tambor motriz	2	ML-ST-07	Acero SAE 1045	L = 800, D = 20mm	Manufacturado
3	Tambor motriz		ML-ST-08	Acero A 36	L = 650, D = 76,2mm	Manufacturado
4	Tambor tensor	2	ML-ST-05	Acero A 36	L = 650, D = 76,2mm	Manufacturado
5	Eje tambor tensor	2	ML-ST-06	Acero SAE 1045	L =700, D=20mm	Manufacturado
6	Soporte Tampor motriz		ML-ST-11	Acero A 36	L = 100 mm	Manufacturado
7	Soporte tensor	4	ML-ST-09	Acero A 36	L = 170 mm	Manufacturado
8	Chumacera tensor	4	-	Compuesto	D = 20 mm	Especificado
9	Rodamiento 6004	4	-	Acero	D = 20 mm	Especificado

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 32 Memorias de cálculo del sistema de transmisión

MEMORIA DE CALCULO						
Proyecto			Sistema			
Diseño de una Máquina Laminadora de Masa para la Industria Panificadora			Sistema de transmisión			
ACCESORIOS VARIOS						
N	Descripcion	Cant	Plano	Material	Dimensiones	observaciones
1	Cadena PHC 40	-	-	Acero	Dp = 12,7 mm	Especificada
2	Rueda dentada PSH 40-A17	6	-	Acero	Dp = 12,7 mm	Especificada
3	Rueda dentada PSH 40-A24	2	-	Acero	Dp = 12,7 mm	Especificada
4	Rueda dentada PSH 40-A26	2	-	Acero	Dp = 12,7 mm	Especificada
5	Rueda dentada PSH 40-A16	2	-	Acero	Dp = 12,7 mm	Especificada
6	Embrague	4	-	Acero A 36	D = 20 mm	Manufacturado

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 33 Memorias de cálculo del sistema de control

MEMORIA DE CALCULO						
Proyecto			Sistema			
Diseño de una Máquina Laminadora de Masa para la Industria Panificadora			Sistema de control			
ACCESORIOS VARIOS						
N	Descripcion	Cant	Plano	Material	Dimensiones	observaciones
1	Motor 1 Hp	1	-	Acero fundido	P = 1HP, n = 945 rpm	Especificado
2	Contactador	1	-	Plastico	I = 16 A	Especificado
3	Termomagnetico	1	-	Plastico	I = 16 A	Especificado
4	Reductor	1	-	Acero fundido	S90	Especificado
5	Cable 18 AWG	1	-	Cobre	L = 5000mm	Especificado
6	Selector	1	-	Plastico	D = 22 mm	Especificado
7	Interruptor pedal	2	-	Acero	D = 22 mm	Especificado
8	led verde	1	-	Plastico	D = 22 mm	Especificado
9	pulsador de emergencia	1	-	Plastico	D = 22 mm	Especificado

Fuente: (Elaboración Propia)

2.7 Balance de materiales

A continuación, presenta tabla de balance de materiales que desglosa el peso neto y bruto de cada componente involucrado en un proceso o sistema específico. El peso neto se refiere a la cantidad real del componente que se utiliza o se produce, mientras que el peso bruto incluye cualquier material de diseño o subproducto asociado (Tabla34).

Tabla 34 Balance de Materia

BALANCE DE MATERIA									
Sistema:			Sistema Laminado						
N°	Descripción	Cant	Plano	Material	Dimensiones	Peso Bruto	Peso Neto [Kg]		Observaciones
						[Kg]	Unit	Total	
1	Eje del rodillo laminador	2	ML-SM-04	Acero SAE 1045	L=800 mm, D= 20mm	23,90	4,24	8,48	Manufacturado
2	Tubo laminador	2	ML-SL-03	Acero ANSI 304	L=620 mm, D= 75 mm	32,00	2,5	5	Manufacturado
3	Brazo nivelador 1	2	ML-SM-01	Acero A36	H=150 mm, D= 90 mm	36,00	0,5	1	Manufacturado
4	Brazo nivelador 2	2	ML-SM-02	Acero A36	H=180 mm, D= 90 mm	36,00	0,4	0,8	Manufacturado
5	Regla regulador de altura	1	ML-SL-20	Acero A36	R= 300mm, e=10mm	36,00	0,06	0,06	Manufacturado
7	Cortador	1	ML-SL-24	Acero ANSI 304	L=750 MM , D=75 mm	32,00	7	7	Manufacturado
Sistema:			Sistema de cinta transportadora						
1	Eje de tambor motriz	2	ML-SM-06	Acero SAE 1045	L=800, D=20mm	24,90	3,25	6,5	Manufacturado
2	Tambor motriz/tensor	2	ML-SB-05	Acero A 36	L=650, D=76,2mm	32,50	3,3	6,6	Manufacturado
3	Eje tambor tensor	2	ML-SM-07	Acero SAE 1045	L=700, D=20mm	23,90	2,82	5,64	Manufacturado
4	Soporte tensor	4	ML-SB-09	Acero A 36	L= 800 D= 21 mm	37,00	0,8	3,2	Manufacturado
5	Embrague	2	ML-SM-21	Acero A 36	L= 50 mm	36,00	0,22	0,44	Manufacturado
Sistema:			Sistema Estructural						
1	Mesa soporte cinta transportadora	2	ML-SE-015	Acero A 36	H=850 mm L=1120 W=700	14,60	24,6	49,2	Manufacturado
2	Mesa soporte laminadores	1	ML-SE-016	Acero A 36	H=850 mm L=320 W=700	9,80	8	8	Manufacturado
3	Base deslizante	2	ML-SB-016	Acero ANSI 304	L=1120 mm W=700 mm	72,00	6,7	13,4	Manufacturado
4	Base mesa laminador	1	ML-SE-017	Acero A 36	L=320 mm H= 700 mm	36,00	3,5	3,5	Manufacturado
5	Cubierta izquierda	1	ML-SE-014	Acero A 36	H=1120 mm L=320 mm	31,40	10,5	10,5	Manufacturado
6	Cubierta derecha	1	ML-SE-013	Acero A 36	H=1120 mm L=320 mm	31,40	14	14	Manufacturado
7	Tapa inferior	2	ML-SE-018	Acero A 36	H=775 mm L = 695 mm	36,00	3,5	7	Manufacturado
8	Soporte Patas	4	ML-SE-019	Acero A 36	H= 130 mm L= 160 mm	36,00	0,28	1,12	Manufacturado

Fuente: (Elaboración Propia)

2.8 Planos de conjunto y detalle

Cada plano ha sido creado con el objetivo de proporcionar una representación visual precisa y detallada de un aspecto específico del proyecto.

Es importante tener en cuenta que cada plano es una pieza esencial del proyecto y proporciona información valiosa para su comprensión y ejecución. Por lo tanto, se recomienda revisar cada plano con atención y en detalle.

Los mismos se encuentran detalladamente en el “Anexo A”

3 CAPÍTULO III: PROCESOS DE MANUFACTURA

3.1 Procesos de fabricación

Los procesos de fabricación son un conjunto de pasos y operaciones planificadas y coordinadas que se llevan a cabo para convertir materias primas, componentes o materiales en productos finales. Estos procesos implican una serie de actividades que incluyen desde la concepción y diseño de un producto hasta su producción y ensamblaje. El objetivo principal de los procesos de fabricación es crear productos que cumplan con ciertas especificaciones de calidad, cantidad, costos y tiempos de entrega, asegurando la eficiencia, la consistencia y la repetibilidad en la producción.

3.1.1 Tiempos de fabricación

El tiempo de fabricación es la suma del tiempo de preparación y tiempo de ejecución.

$$T_{fa} = T_{pre} + T_{ej} \quad (40)$$

El tiempo de ejecución se define como la sumatoria del tiempo de maquinado y tiempo adicional de ejecución

$$T_{ej} = T_{ma} + T_m \quad (41)$$

3.1.2 Tiempo de torneado

El torneado es un proceso mediante el cual se crean superficies de revolución por medio del arranque de viruta.

La velocidad de rotación en el torneado se relaciona con la velocidad de corte requerida

en la superficie cilíndrica de la pieza de trabajo por la ecuación

$$N = \frac{v}{\pi * D_o} \quad (42)$$

Donde:

N = Velocidad de rotación [rev/min]

v = Velocidad de corte [m/min]

D_o = Diámetro original de la pieza [m]

Este proceso logra reducir el diámetro original a uno adecuado para la maquina

$$D_f = D_o + 2 * d \quad (43)$$

Donde:

d = Profundidad de corte [m]

D_f = Diámetro requerido de la piza de trabajo [m]

Velocidad de avance lineal

$$f_r = N * f \quad (44)$$

Donde:

f_r = Velocidad de avance [mm/min]

f = Avance [mm/rev]

Finalmente, el tiempo de maquinado de torneado, está dado por:

$$T_m = \frac{\pi * D_o * L}{f_v} \quad (45)$$

Donde:

L = Longitud de la pieza de trabajo

3.1.3 Tiempo de taladrado

La velocidad de corte en una operación de taladrado es la velocidad superficial en el diámetro exterior de la broca. Aunque casi todo el corte se realiza realmente a las velocidades más bajas cercanas al eje de rotación. La ecuación para la velocidad es la misma ecuación XX, pero está en función del diámetro de la broca y velocidad de corte.

De la misma manera la ecuación XX es la misma para calcular la velocidad de avance.

El tiempo requerido para taladrar un agujero pasado se puede determinar con la siguiente ecuación:

$$T_m = \frac{t + A}{f_r} \quad (46)$$

Donde:

T_m = Tiempo de maquinado

t = Espesor del taladro [mm]

A = Tolerancia de aproximación que toma en cuenta el ángulo de la punta de la broca.

Esta tolerancia esta determinada por:

$$A = 0.5 * D * \tan\left(90 - \frac{\theta}{2}\right) \quad (47)$$

Donde:

θ = Angulo de la punta de la broca

D = Diámetro de la broca

3.1.4 Tiempo de soldadura por arco

La soldadura es un proceso de unión permanente de dos o más piezas de material (generalmente metales o termoplásticos) mediante la aplicación de calor, presión o ambos, lo que provoca la fusión de las piezas y la formación de una unión sólida.

El tiempo de ejecución se calculó por la siguiente ecuación:

$$T = \frac{45 * C * e^2}{d^{1.5}} \quad (48)$$

Donde:

T = Tiempo de ejecución por metro de soldadura

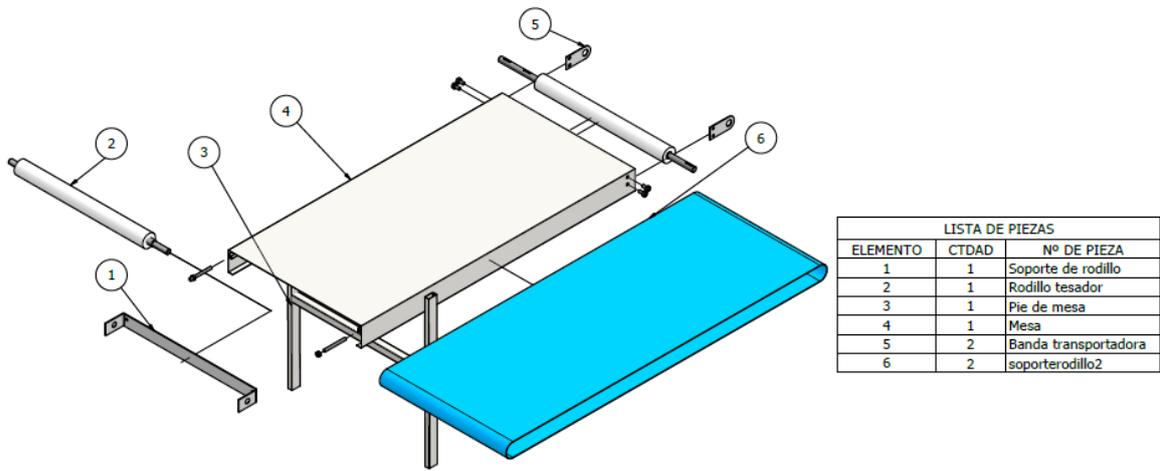
d = Diámetro del electrodo [mm]

C = Constante de soldadura relacionada con la preparación de la pieza de trabajo.

3.2 Proceso de montaje

- En la Fig. 52 vemos el esquema de montaje para el sistema de transporte.

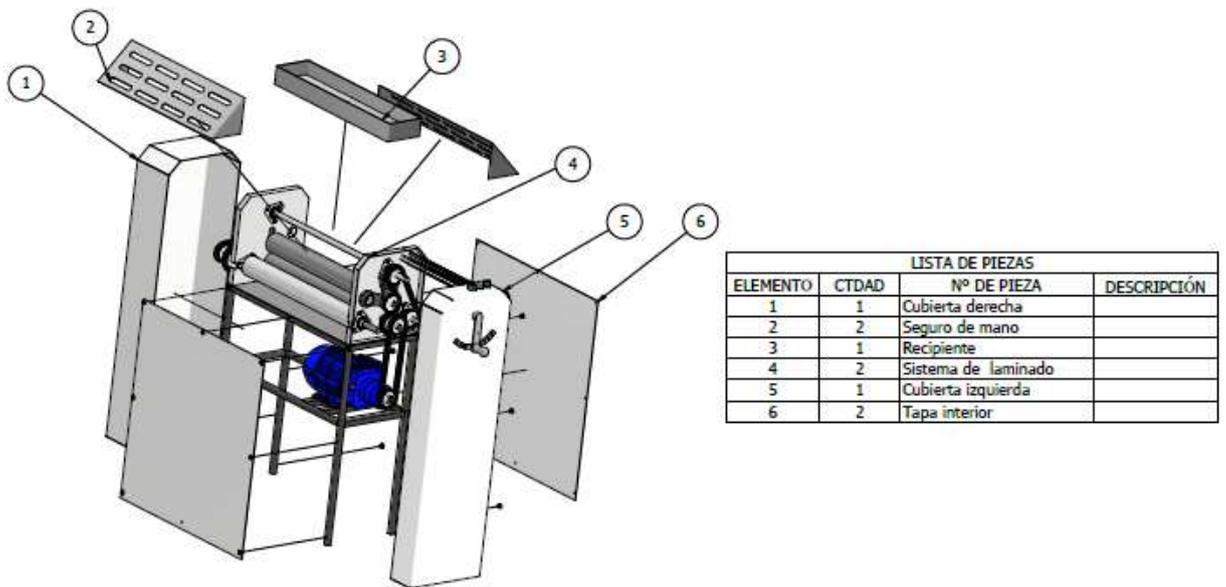
Fig. 54 Sistema de transporte



Fuente: (Elaboración propia)

- En la siguiente figura vemos el esquema de montaje para el sistema de laminado.

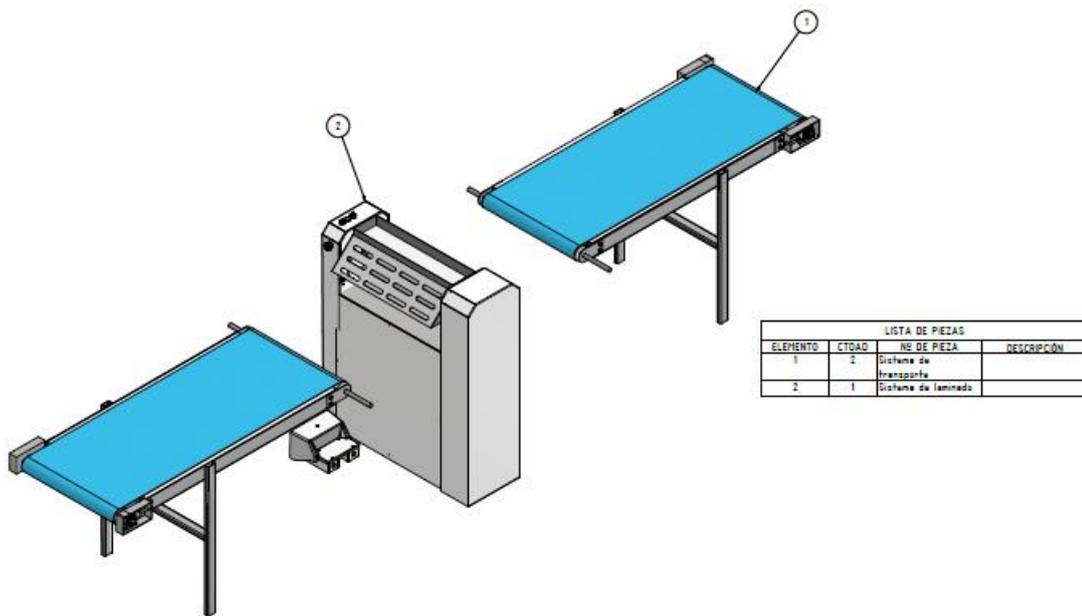
Fig. 55 Sistema de laminado



Fuente: (Elaboración propia)

- Unión de ambos sistemas

Fig. 56 Unión de sistemas

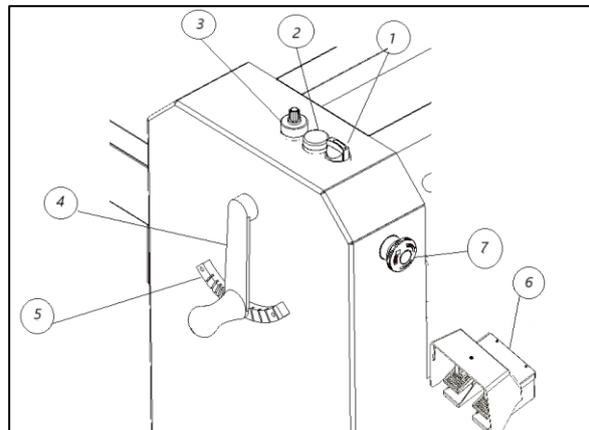


Fuente: (Elaboración propia)

3.3 Recomendaciones de operación y mantenimiento

3.3.1 Operación

- Preparación: Antes de comenzar, asegúrese de que la máquina esté limpia y lista para usar. Verifique que todas las piezas estén en su lugar y que la banda transportadora esté correctamente alineada.



- Encendido: Encienda la máquina cambiando de posición el selector ①, y automáticamente se encenderá la luz piloto verde ②.
- Alimentación de la masa: Alimenta la masa en la máquina de manera uniforme con los rodillos laminadores totalmente abiertos, presione el interruptor de pedal ⑥, para empezar la laminación.
- Cambio de velocidad: Cambie la velocidad de laminación que requiera con el potenciómetro ③.

- Ajuste de la altura: Repace la masa por los rodillos ajustando la altura por medio de la manivela ④, hasta lograr el espesor deseado. Para fijar la altura entre los rodillos, basta con anclar la manivela en la regleta ⑤.
- Emergencia: El botón de emergencia ⑦ solo deberá ser usado en una situación muy extrema, no es aconsejable utilizar la misma para apagar la maquina, esto provocara el desgaste de los mecanismos.
- Banda transportadora: Cuando sea necesario aumentar o disminuir la tensión de la banda transportadora, la máquina cuenta con un tensor tipo tornillo para regular la misma. Esto evitará que la banda se desvíe hacia un lado. En el caso de que la banda se dirija hacia el lado derecho, se debe disminuir la tensión del lado izquierdo y viceversa.

3.3.2 Mantenimiento

- Limpieza: Limpie la máquina después de cada uso. Asegúrese de eliminar cualquier resto de masa de los rodillos y la banda transportadora.
- Inspección: Realiza inspecciones regulares para verificar el estado de las piezas de la máquina, especialmente los rodillos y la banda transportadora.
- Lubricación: Lubrica regularmente las partes móviles de la máquina para asegurar su correcto funcionamiento.
- Reemplazo de piezas: Reemplaza las piezas desgastadas o dañadas a tiempo para evitar daños mayores.
- Servicio técnico: Si se detecta algún problema que no se puede solucionar, no dudes en contactar a un técnico especializado.
- Recuerda, la seguridad es lo más importante. Siempre apaga y desenchufa la máquina antes de realizar cualquier tipo de mantenimiento.

4 CAPÍTULO IV: COSTOS

4.1 Costo de material

En el presente acápite se detallan los costos de la materia prima que se emplearon para la fabricación del presente proyecto (Tabla 35).

Tabla 35 Resumen de costos de material

COSTO DE MATERIALES							
RODILLO LAMINADOR SUPERIOR/INFERIOR							
N	Descripcion	Cant	Caracteristica del material		Peso Neto [Kg]	Costo Unit [Bs]	Costo Total[Bs]
1	Eje del rodillo laminador	2	Acero SAE 1045	L=800 mm, D= 20mm	8,48	22,50	45,00
2	Tubo laminador	2	Acero inox	L=620 mm, D= 75 mm	5	63,60	127,20
3	Asiento rodillos laminadores	2	Acero A36	B = 320 mm	1	33,60	67,20
4	Brazo regulador de altura 1	1	Acero A36	L= 120 mm	0,8	4,62	4,62
5	Brazo regulador de altura 2	2	Acero A36	L= 120 mm	0,06	36,38	72,76
6	Seguro para las manos	2	Acero inox	L= 650 mm	0,97	13,08	26,16
7	Bandeja	1	Acero inox	L= 650 mm	0,95	13,00	13,00
TOTAL SISTEMA							355,94
SISTEMA DE TRANSPORTE							
N	Descripcion	Cant	Plano	Mano de obra	Peso Neto [Kg]	Costo Unit [Bs]	Costo Total[Bs]
1	Eje de tambor motriz	2	Acero SAE 1045	L = 800, D = 20mm	6,5	48,75	97,50
2	Eje de tambor tensor	2	Acero A 36	L = 650, D = 76,2mm	6,6	48,75	97,50
3	Tambor motriz	2	Acero A 36	L = 650, D = 76,2mm	5,64	30,49	60,98
4	Tambor tensor	2	Acero SAE 1045	L=700, D=20mm	3,2	30,49	60,98
5	Soporte Tampor motriz	4	Acero A 36	L = 100 mm	0,44	9,42	37,68
TOTAL SISTEMA							354,64
SISTEMA ESTRUCTURAL							
N	Descripcion	Cant	Plano	Mano de obra	Peso Neto [Kg]	Costo Unit [Bs]	Costo Total[Bs]
1	Mesa soporte cinta transportadora	2	Acero A 36	H= 900 mm	49,2	45,50	91,00
2	Mesa soporte laminadores	1	Acero A 36	H= 800 mm	8	35,50	35,50
3	Base lisa	2	Acero Inox 304	B= 700 mm	13,4	1,75	3,50
4	Base mesa laminador	1	Acero A 36	B= 700 mm	3,5	8,75	8,75
5	Cubierta izquierda	1	Acero A 36	H= 1120 mm	10,5	38,75	38,75
6	Cubierta derecha	1	Acero A 36	H= 1120 mm	14	97,02	97,02
7	Tapa inferior	2	Acero A 36	H= 775 mm	3,5	129,36	258,72
TOTAL SISTEMA							533,24
TOTAL COSTO DE MANO DE OBRA							1243,82

Fuente: (Elaboración Propia)

4.2 Costo de elementos especificados

En la siguiente tabla se observa a detalle los costos de cada elemento especificado (Tabla 36).

Tabla 36 Detalle de los productos especificados

COSTO DE ELEMENTOS ESPECIFICADOS						
SISTEMA LAMINADOR						
N	Descripcion	Cant	Característica del elemento		Costo Unit [Bs]	Costo Total[Bs]
1	Rodamiento 6004	4	Acero prensado	D= 20 mm	30,00	120,00
2	Chavetas	2	Acero	D= 20 mm	30,00	60,00
3	Regla regulador de altura	1	Acero A36	R= 300mm, e=	150,00	150,00
4	Cojinete lisos	4	Bronce solido	D= 20 mm	70,00	280,00
5	Manivela	1	Bronce solido	D= 70 mm	100,00	100,00
6	Cortador	1	Acero inox 304	D = 80 mm	250,00	250,00
TOTAL SISTEMA						960,00
SISTEMA DE TRANSPORTE						
N	Descripcion	Cant	Característica del elemento		Costo Unit [Bs]	Costo Total[Bs]
1	Cinta transportadora	2	Poliuretano (PU)	2980x600x1,3	700,00	1400,00
2	Chumacera tensor	4	Compuesto	D = 20 mm	100,00	400,00
3	Rodamiento 6004	4	Acero	D = 20 mm	30,00	120,00
TOTAL SISTEMA						1920,00
SISTEMA DE CONTROL						
N	Descripcion	Cant	Característica del elemento		Costo Unit [Bs]	Costo Total[Bs]
1	Motor 1 Hp	1	Acero fundido	P = 1HP, n = 94	1549,00	1549,00
2	Contacto	1	Plastico	I = 16 A	80,00	80,00
3	Termomagnético	1	Plastico	I = 16 A	90,00	90,00
4	Reductor	1	Acero fundido	S90	2200,00	2200,00
5	Cable 18 AWG	1	Cobre	L = 5000mm	50,00	50,00
6	Selector	1	Plastico	D = 22 mm	25,00	25,00
7	Interruptor pedal	2	Acero	D = 22 mm	20,00	40,00
8	led verde	1	Plastico	D = 22 mm	12,00	12,00
9	pulsador de emergencia	1	Plastico	D = 22 mm	50,00	50,00
10	Variador de Frecuencia	1	Plastico	CFW 300	1239,00	1239,00
TOTAL SISTEMA						5335,00
SISTEMA DE TRANSMISIÓN						
N	Descripcion	Cant	Característica del elemento		Costo Unit [Bs]	Costo Total[Bs]
1	Cadena PHC 40	1	Acero	Dp = 12,7 mm	1549,00	1549,00
2	Rueda dentada 17	7	Acero	Dp = 12,7 mm	80,00	560,00
3	Rueda Dentada 16	2	Acero	Dp = 12,7 mm	90,00	180,00
4	Rueda Dentada 24	2	Acero	Dp = 12,7 mm	2200,00	4400,00
5	Rueda Dentada 26	1	Acero	Dp = 12,7 mm	50,00	50,00
6	Embrague	2	Acero A 36	D = 20 mm	250,00	500,00
7	Rodamiento bidireccional	4	Acero	D = 20 mm	50,00	200,00
TOTAL SISTEMA						7439,00
TOTAL COSTO DE ELEMENTOS ESPECIFICADOS						5890,00

Fuente: (Elaboración Propia)

4.3 Costo de mano de obra

En la siguiente tabla se observa a detalle los costos de mano de obra para cada elemento (Tabla 37).

Tabla 37 Costo de mano de obra

COSTO DE MANO DE OBRA						
SISTEMA LAMINADOR						
N	Descripcion	Cant	Plano	Mano de obra	Costo Unit [Bs]	Costo Total[Bs]
1	Eje del rodillo laminador	2	ML-SL-23	A1-TM	36,33	72,66
2	Tubo laminador	2	ML-SL-24	A1-A2-TM	13,18	26,36
3	Asiento rodillos laminadores	2	ML-SL-18	A1-A2-TM	18,67	37,34
4	Brazo regulador de altura 1	1	ML-SL-27	A1-TM	26,75	26,75
5	Brazo regulador de altura 2	2	ML-SL-28	A1-TM	26,75	53,50
6	Seguro para las manos	2	ML-SL-25	A1-TM	13,08	26,16
7	Bandeja	1	ML-SL-29	A1-TM	30,00	30,00
TOTAL SISTEMA						272,77
SISTEMA DE TRANSPORTE						
N	Descripcion	Cant	Plano	Mano de obra	Costo Unit [Bs]	Costo Total[Bs]
2	Eje de tambor motriz	2	ML-ST-07	A1-A2-TM	26,00	52,00
3	Eje de tambor tensor	2	ML-ST-07	A1-A2-TM	36,00	72,00
4	Tambor motriz	2	ML-ST-08	A1-A2-TM	12,00	24,00
5	Tambor tensor	2	ML-ST-05	A1-A2-TM	12,00	24,00
6	Soporte Tampor motriz	4	ML-SL-18	A1-A2-TM	9,42	37,68
7	Soporte tensor	4	-	A1-A2-TM	15,17	60,68
TOTAL SISTEMA						270,36
SISTEMA ESTRUCTURAL						
N	Descripcion	Cant	Plano	Mano de obra	Costo Unit [Bs]	Costo Total[Bs]
1	Mesa soporte cinta transpor	2	ML-SL- 01	A1-A2-TM	45,50	91,00
2	Mesa soporte laminadores	1	ML-ST- 13	A1-A2-TM	35,50	35,50
3	Base lisa	2	ML-SL-12	A1-A2-TM	1,75	3,50
4	Base mesa laminador	1	ML-ST-26	A1-A2-TM	8,75	8,75
5	Cubierta izquierda	1	ML-ST-21	A1-A2-TM	38,75	38,75
6	Cubierta derecha	1	ML-ST-20	A1-A2-TM	41,50	41,50
7	Tapa inferior	2	ML-ST-17	A1-A2-TM	16,25	32,50
TOTAL SISTEMA						251,50
TOTAL COSTO DE MANO DE OBRA						794,63

Fuente: (Elaboración Propia)

4.4 Costo de fabricación

En la siguiente tabla se observa a detalle los costos de fabricación de cada elemento (Tabla 38).

Tabla 38 Costos de elementos fabricados

COSTO DE ELEMENTOS FABRICADOS						
SISTEMA LAMINADOR						
N	Descripción	Cant	Plano	Mano de obra	Costo Unit [Bs]	Costo Total[Bs]
1	Eje del rodillo laminador	2	ML-SL-23	A1-TM	105,05	210,10
2	Tubo laminador	2	ML-SL-24	A1-A2-TM	150,48	300,96
3	Asiento rodillos laminadores	2	ML-SL-18	A1-A2-TM	143,46	286,92
4	Brazo regulador de altura 1	1	ML-SL-27	A1-TM	87,15	87,15
5	Brazo regulador de altura 2	2	ML-SL-28	A1-TM	61,23	122,46
6	Seguro para las manos	2	ML-SL-25	A1-TM	136,14	272,28
7	Bandeja	1	ML-SL-29	A1-TM	126,12	126,12
TOTAL SISTEMA						1405,99
SISTEMA DE TRANSPORTE						
N	Descripción	Cant	Plano	Mano de obra	Costo Unit [Bs]	Costo Total[Bs]
1	Eje de tambor motriz	2	ML-ST-07	A1-A2-TM	105,05	210,10
2	Eje de tambor tensor	2	ML-ST-07	A1-A2-TM	70,00	140,00
3	Tambor motriz	2	ML-ST-08	A1-A2-TM	95,15	190,30
4	Tambor tensor	2	ML-ST-05	A1-A2-TM	95,15	190,30
5	Soporte Tampor motriz	4	ML-SL-18	A1-A2-TM	89,32	357,28
6	Soporte tensor	4	-	A1-A2-TM	87,15	348,60
TOTAL SISTEMA						1436,58
SISTEMA ESTRUCTURAL						
N	Descripción	Cant	Plano	Mano de obra	Costo Unit [Bs]	Costo Total[Bs]
1	Mesa soporte cinta transportadora	2	ML-SL- 01	A1-A2-TM	575,90	1151,80
2	Mesa soporte laminadores	1	ML-ST- 13	A1-A2-TM	272,10	272,10
3	Base lisa	2	ML-SL-12	A1-A2-TM	328,78	657,56
4	Base mesa laminador	1	ML-ST-26	A1-A2-TM	164,34	164,34
5	Cubierta izquierda	1	ML-ST-21	A1-A2-TM	385,62	385,62
6	Cubierta derecha	1	ML-ST-20	A1-A2-TM	271,46	271,46
7	Tapa inferior	2	ML-ST-17	A1-A2-TM	114,08	228,17
TOTAL SISTEMA						3131,05
TOTAL COSTO DE ELEMENTOS FABRICADOS						5973,62

Fuente: (Elaboración Propia)

4.5 Otros costos

En esta sección se observa costos de fabricación y montaje (Tabla 39), el detalle del mismo se encuentra en las hojas de procesos (Anexo C).

Tabla 39 Otros Costos

DETALLE	COSTO [Bs]
Alquiler de taller	1500,00
Electricidad	500,00
Montaje y calibracion	2000,00
Diseño	5000,00
Imprevistos	2000,00
TOTAL OTROS COSTOS	11000,00

Fuente: (Elaboración Propia)

4.6 Precio

4.6.1 Determinación del precio de venta

El precio de venta es el valor por el que se desea vender un producto, este precio consiste en la suma del costo total y el margen de utilidad que se desea obtener.

$$P_v = CT(1 + U) \quad (49)$$

Donde:

CT = Costo total [Bs.]

U = Utilidad [%]

Como ya se había mencionado en el primer acápite, en Bolivia no realizan este tipo de máquinas por lo que, se tiene una gran oportunidad de obtener un buen margen de utilidad, además de dar un precio competente a las importaciones que existen de este producto. El margen de seguridad a la que se aspira es igual al 20%.

El costo total del equipo es la sumatoria de todos los costos detallados en el anterior acápite (Tabla 40).

Tabla 40 Costo total

DETALLE	COSTO [Bs]
Costo de elementos especificados	5890,00
Costo de elementos Fabricados	5973,62
Otros costos	11000,00
TOTAL COSOTOS	22863,62

Fuente: (Elaboración Propia)

Reemplazando datos en la ecuación (49)

$$P_v = 22.863,62 * (1 + 0.20)$$

$$P_v = Bs 27.437$$

4.6.2 Determinación del precio de factura

Para determinar el precio de factura se debe incluir el impuesto al valor agregado (IVA) en 13%, y el impuesto a las transacciones (IT) 3 %.

$$P_f = \frac{P_v - 0.13 * C_f}{(1 - I)} \quad (50)$$

Donde:

P_f = Precio de factura [Bs.]

I = Impuesto [%]

C_f = Costo facturado [Bs.]

Sustituyendo datos:

$$P_f = \frac{27.436,34 - 0,13 * 6190}{(1 - 16\%)}$$

$$P_f = Bs 31.705$$

5 CAPÍTULO V: EVALUACIÓN

5.1 Evaluación técnica

La máquina laminadora diseñada se destaca por varias características en comparación con otras disponibles en el mercado. En primer lugar, cuenta con un regulador de velocidad, lo que permite ajustar la velocidad de laminación de acuerdo a las necesidades específicas de la masa. Además, incluye un módulo de corte, lo que aumenta la eficiencia del proceso al entregar el producto listo para hornear.

Otro aspecto importante es su facilidad de uso. La máquina está diseñada para ser fácil de manipular, lo que facilita su operación. Además, su diseño permite una limpieza sencilla y eficiente, lo que es esencial para mantener la higiene y prolongar la vida útil del equipo, asegurando la calidad del producto terminado.

Se realiza una breve comparación con una máquina similar de la empresa argentina 'AMBRO' (Fig. 55)

Fig. 57 Ficha técnica M-6130

AMBRO by Argental		FICHA TÉCNICA	
LAMINADORA M-6130/17			
LAMINADORA CON REGULACION DE ESPESOR MANUAL E INDICACION EN PANEL DIGITAL CON MESA REMOVIBLE, PEDAL DE COMANDO Y BANDEJA RECOLECTORA DE HARINA			
			
DATOS TÉCNICOS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN			
Modelo	Laminadora M. 6130/17		
Uso Planeado*	Equipo diseñado para trabajar de forma artesanal con una masa de 50% a 60% de humedad, con empaste. Capacidad máxima de 10 kg total con empaste y un espesor mínimo de 0.5mm		
Velocidad de lona	Velocidad fija		
Ancho de lona	585 mm		
DIMENSIONES CILINDRO LAMINADOR			
Longitud Cilindro	600 mm		
Diámetro Cilindro	71 mm		
Apertura Cilindro hasta	35 mm		
Horas de trabajo recomendadas	10 horas/día.		
Corriente	Trifásica		
Voltaje	380 V / 220 v		
Frecuencia	50 Hz / 60 Hz		
Potencia Instalada	0,75 Kw		
Peso total	236 Kg		
Acceso mínimo desembalado	Ancho = 1000 mm; Largo = 830 mm; Alto = 1260 mm		

Fuente:(grano.ind.br)

Las características técnicas de la máquina laminadora diseñada se encuentran en la Fig. 56.

Tabla 41 Ficha técnica de la Máquina Diseñada

<i>FICHA TÉCNICA DE LA MÁQUINA LAMINADORA DISEÑADA</i>		
<i>Modelo</i>	MLDC V1	
<i>Velocidad regulable</i>		
<i>Espesor de laminación</i>	0,5-35	[mm]
<i>Contiene módulo de corte</i>		
<i>DATOS TÉCNICOS</i>		
<i>Capacidad</i>	12	[kg]
<i>Potencia</i>	1	[HP]
<i>Voltaje</i>	2200	[V]
<i>Dimensiones</i>	1120x 800x3000	[mm]
<i>Diámetro de rodillos</i>	75	[mm]
<i>Longitud de rodillos</i>	615	[mm]

Fuente: (Elaboración Propia)

Como se puede observar, la máquina laminadora diseñada, satisface las exigencias del mercado, además de tener características similares a la laminadora M-6130, tiene como ventaja el módulo de corte, velocidades variables y mayor área de trabajo.

5.2 Evaluación económica

En el mundo de la producción industrial, la elección de la maquinaria adecuada es crucial para garantizar la eficiencia y la rentabilidad. En este contexto, se realiza un análisis comparativo de varias máquinas laminadoras disponibles en el mercado.

AMBRO M6130

Es un equipo de alta gama por las prestaciones y trayectoria en el mercado, siendo la más difundida en la región. Esta máquina ha sido cotizada por un valor de Bs 74.744,00.

Fig. 58 AMBRO de segunda mano.



Fuente:(mercadolibre.com.ar)

GRANO CML600

Grano es una empresa brasileña, causa una gran satisfacción entre sus clientes. Se entro en contacto con los proveedores de esta marca para una breve cotización. Cuentan con dos gamas del producto, uno con recubrimiento epoxi y el segundo que es totalmente de acero inoxidable, el precio de ambas es de Bs 73.169,00 y Bs 82.766,00 respectivamente.

Fig. 59 Laminadora Grano



Fuente:(Catalogo Grano)

La máquina laminadora que se ofrece presenta una serie de ventajas competitivas en comparación con las marcas de alta gama como AMBRO y GRANO. Aunque estas marcas son reconocidas y tienen características similares, la máquina en cuestión se destaca por su relación calidad-precio. Mientras que las marcas de alta gama suelen tener un costo más elevado, la máquina diseñada ofrece funcionalidades comparables a un precio más accesible.

Además, un aspecto crucial a considerar es el servicio técnico. Las máquinas importadas como AMBRO y GRANO pueden presentar dificultades en términos de mantenimiento y servicio técnico local. En cambio, la máquina diseñada cuenta con un servicio técnico local, lo que garantiza un soporte rápido y eficiente en caso de cualquier eventualidad. Esto no solo minimiza el tiempo de inactividad, sino que también asegura la longevidad y el rendimiento óptimo de la máquina.

En resumen, la máquina laminadora con cinta transportadora ofrece una solución competitiva y rentable sin comprometer la calidad y la eficiencia, respaldada por un sólido soporte técnico local. Esto la convierte en una opción atractiva en comparación con las marcas de alta gama importadas.

Tabla 42 Comparación de precios

MÁQUINA	PRECIO [Bs]
Ambro	74.744,00
Grano	73.169,00
Diseñada	31.705,00

Fuente: (Elaboración Propia)

5.3 Conclusiones

- ✓ Se logró optimizar en un 80% el proceso de laminado mediante de implementación de la máquina laminadora. Resultando así en una mayor eficiencia y consistencia en la producción.
- ✓ Se establecieron con éxito los parámetros necesarios para el diseño de la máquina, incluyendo las dimensiones, los materiales y las capacidades de producción. Esto aseguró que la máquina fuera adecuada para las necesidades específicas de la producción.
- ✓ Se realizaron todos los cálculos necesarios para el diseño de la máquina, incluyendo los cálculos estructurales y de potencia. Esto garantizó que la máquina fuera segura y eficiente en su funcionamiento.

- ✓ Se elaboraron los planos de construcción de la máquina mediante un programa de software adecuado. Esto aseguró que todos los componentes estuvieran claramente representados y dimensionados, facilitando el proceso de construcción.
- ✓ Se realizó el análisis de costos, tomando en cuenta los impuestos para si determinar el precio de la máquina.

5.4 Recomendaciones

- ✓ Mantenimiento de la máquina: Asegúrate de realizar un mantenimiento regular de la máquina para garantizar su funcionamiento óptimo y prolongar su vida útil.
- ✓ Capacitación del personal: Es importante que el personal esté adecuadamente capacitado para operar y mantener la máquina. Esto ayudará a evitar posibles problemas y garantizará que la máquina se utilice de manera eficiente.
- ✓ Evaluación continua: Realiza evaluaciones regulares del rendimiento de la máquina y del proceso productivo en general. Esto te permitirá identificar áreas de mejora y tomar medidas para optimizar aún más el proceso.
- ✓ Investigación de mercado: Mantén un ojo en las tendencias del mercado y las preferencias de los consumidores. Esto te permitirá adaptarte a los cambios y asegurarte de que tus productos sigan siendo relevantes y atractivos para los clientes.
- ✓ Innovación de productos: Considera la posibilidad de innovar y experimentar con nuevos tipos de productos de pastelería. Esto podría ayudarte a atraer a una mayor variedad de clientes y a diferenciarte de la competencia.
- ✓ Análisis de costos: Continúa realizando análisis de costos regulares para asegurarte de que el proceso productivo sigue siendo rentable. Esto te

permitirá hacer ajustes si es necesario para mantener la viabilidad financiera del proyecto.

Bibliografía

Groveer. (2007). Fundamento de Manufactura Moderna.

Mott, R. L. (2006). Diseño de elementos de Maquinas.

Rumelca. (2003). Rodillos y componentes para rodillos de transporte por banda.

Schmid, S. K. (2008). Manufactura.

Shemes. (1997). fluidos.

Casillas A.L. (1988). Maquinas y Calculo de Taller

Hibbeler R.C. (1995). Mecanica de Materiales.

Hamed F. & Jhon M. F. (2000). Dough Rheology and Baked Product Texture

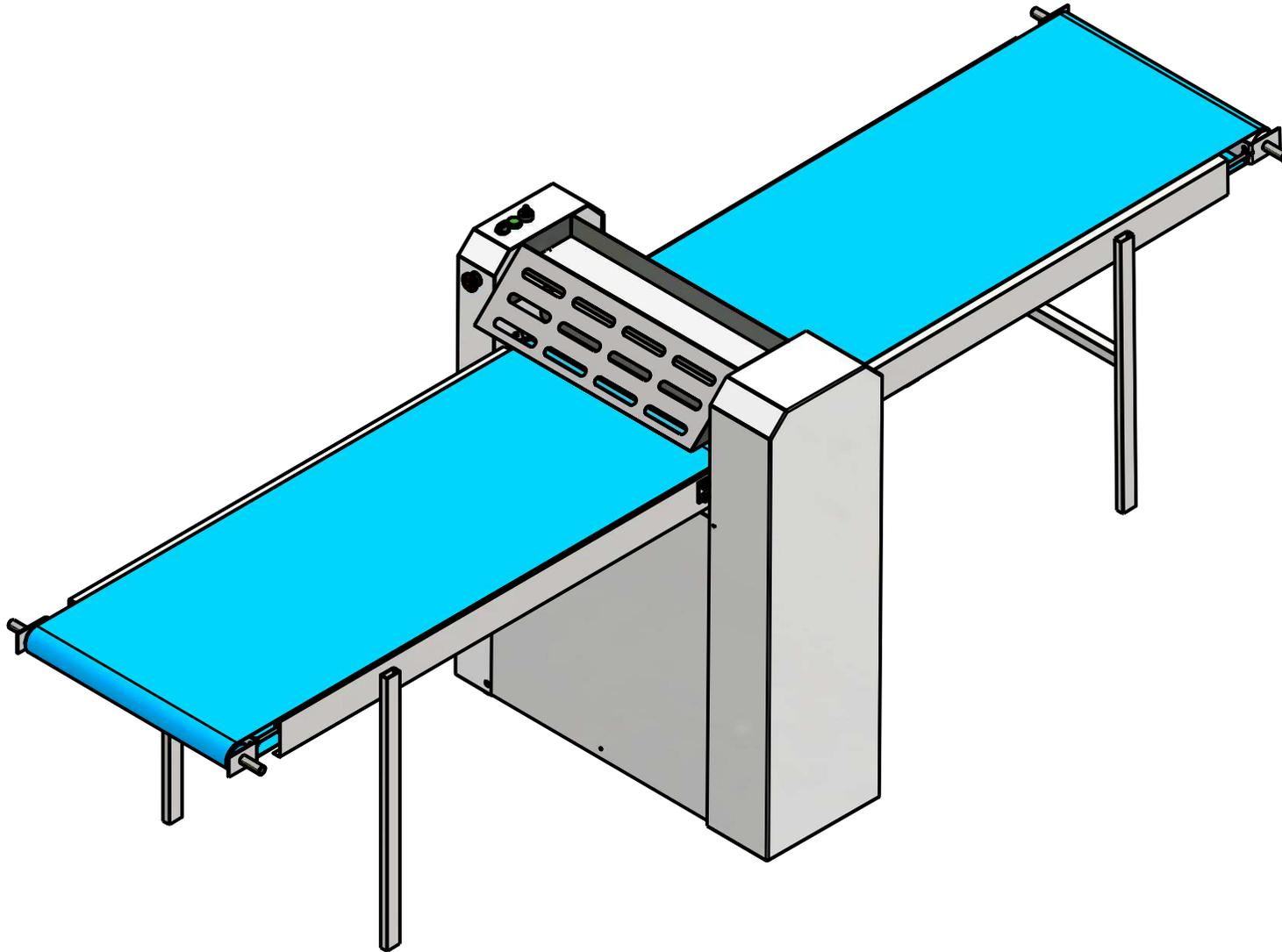
Organización Internacional de Normalización (2006). Cintas Transportadoras (ISO 21183-1).

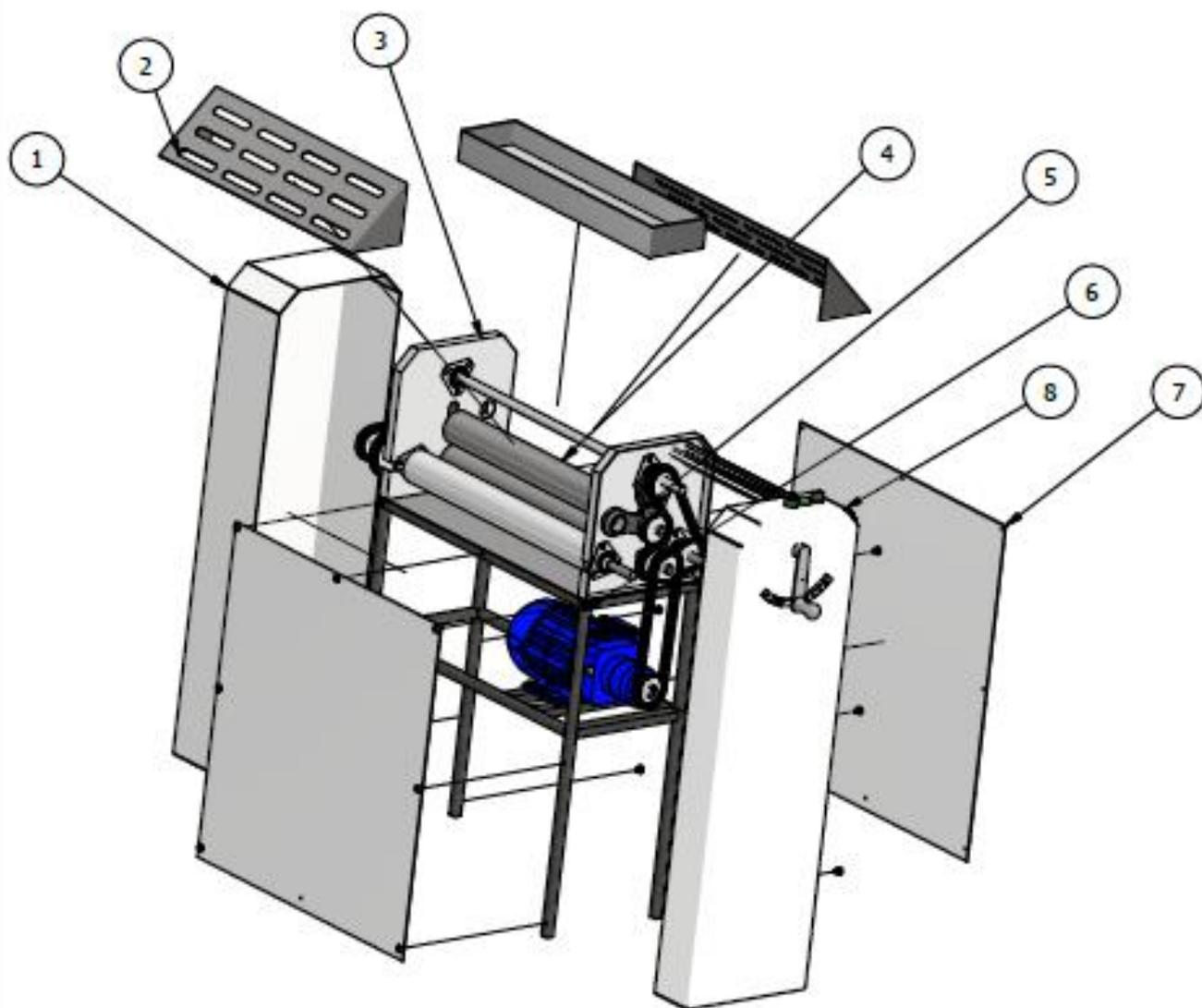
Organización Internacional de Normalización (2002). Diámetro mínimo para tambores de cintas transportadoras (ISO 3684).

Instituto Alemán de Normalización (2020). Fijaciones de tipo de accionamiento sin acción de cono, clavijas paralelas, chaveteros. (DIN 6885-1).

ANEXOS

MÁQUINA LAMINADORA

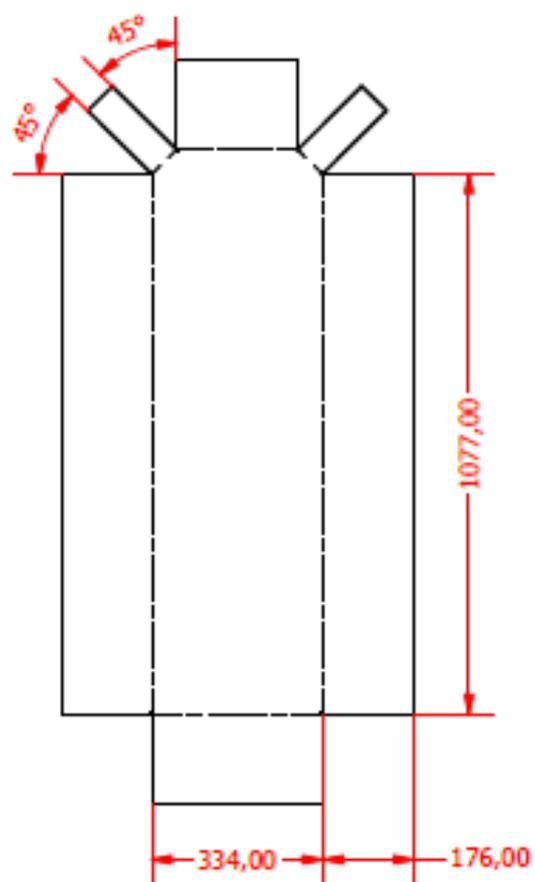
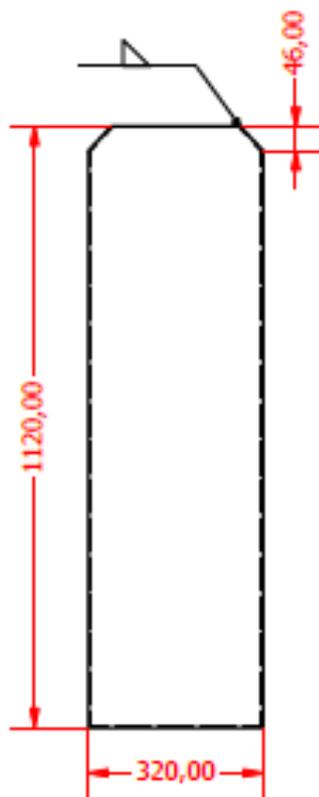
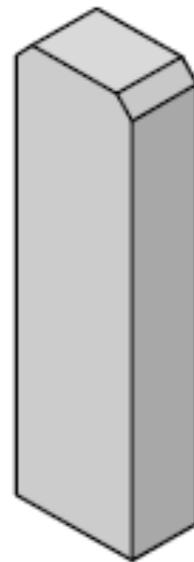
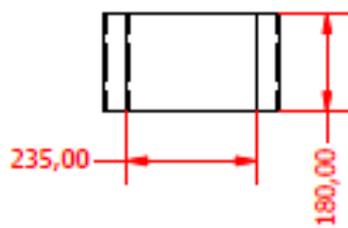




LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Cubierta izquierda	
2	1	Protección	
2	2	Soporte de rodillo	
4	2	Rodillo laminador	
3	2	Brazos	
6	1	Estructura de laminador	
7	2	Tapa interior	
8	4	Cubierta derecha	

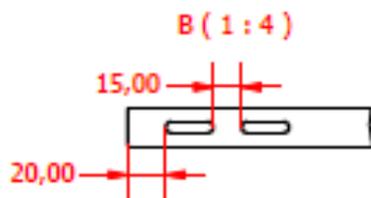
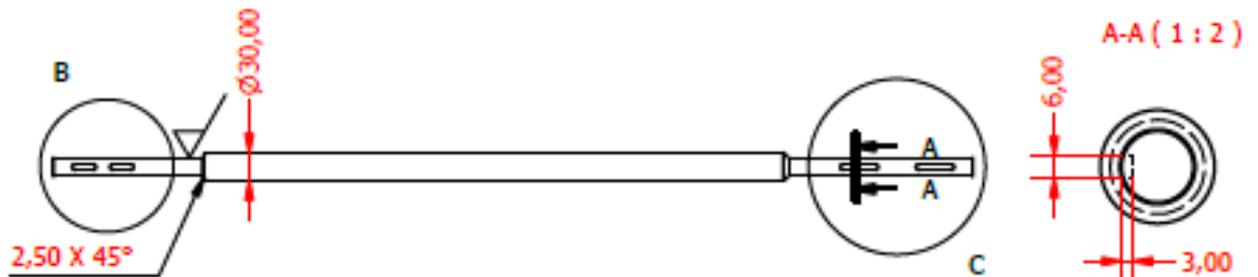
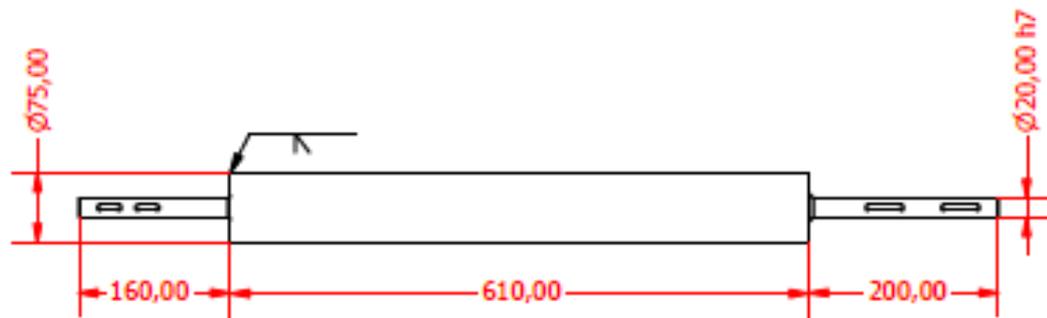
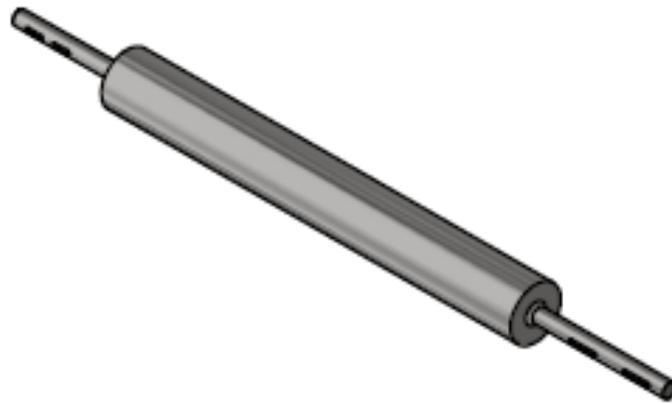
Diseño de Unv. Darlín Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 1/12/2023	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA		SISTEMA LAMINADOR			
		ML-SL-1	Edición	Hoja 1 / 1	

VISTA ISOMÉTRICA (1 : 15)



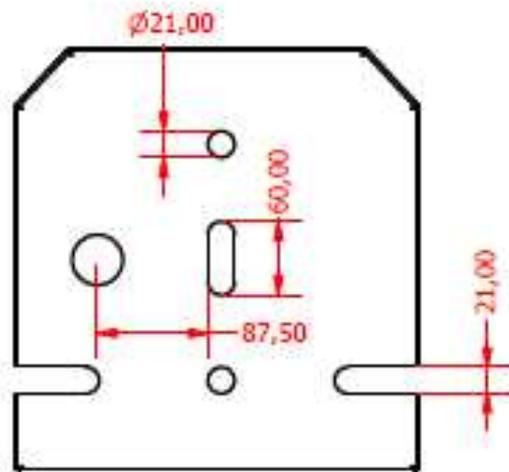
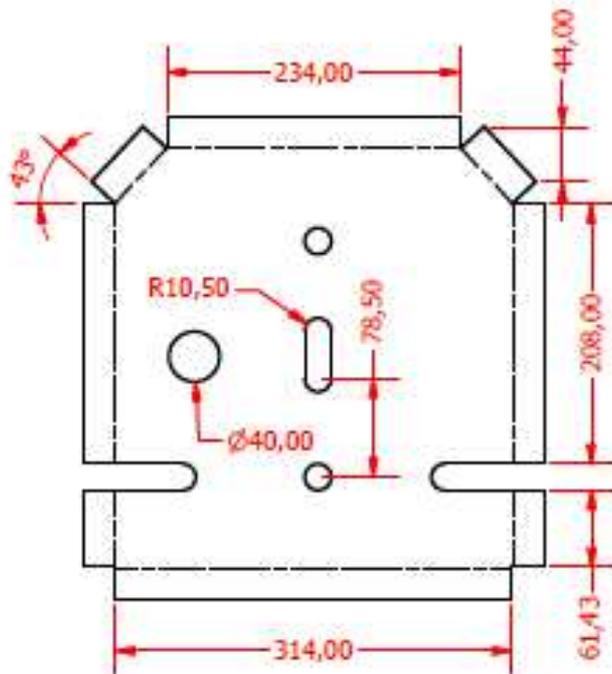
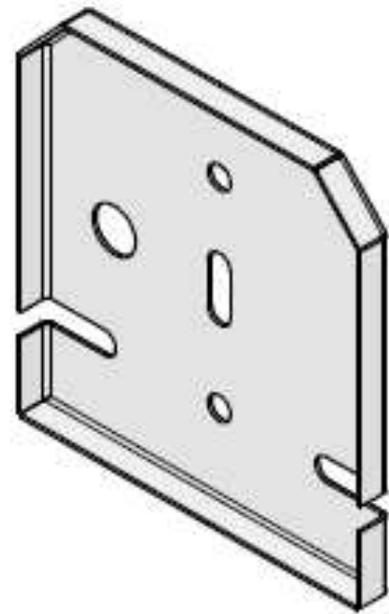
Diseño de Univ. Darlin Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 1/12/2023	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA			CUBIERTA IZQUIERDA		
			ML-SL-1.1	Edición	Hoja 1 / 1

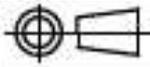
VISTA ISOMÉTRICA (1 : 8)



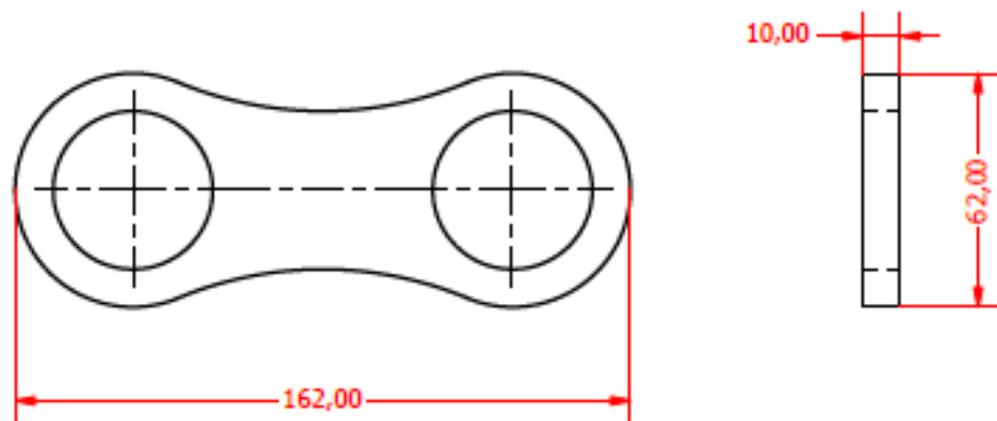
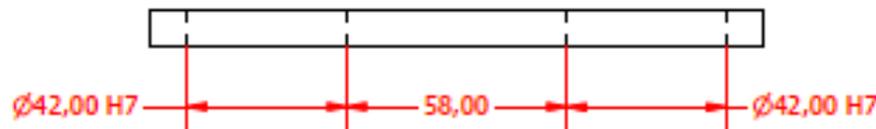
Diseño de Unv. Darlín Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 3/12/2023	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA			RODILLO LAMINADOR		
			ML-SL-1.4	Edición	Hoja

VISTA ISOMÉTRICA (1 : 5)



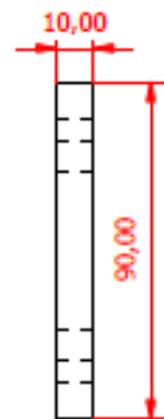
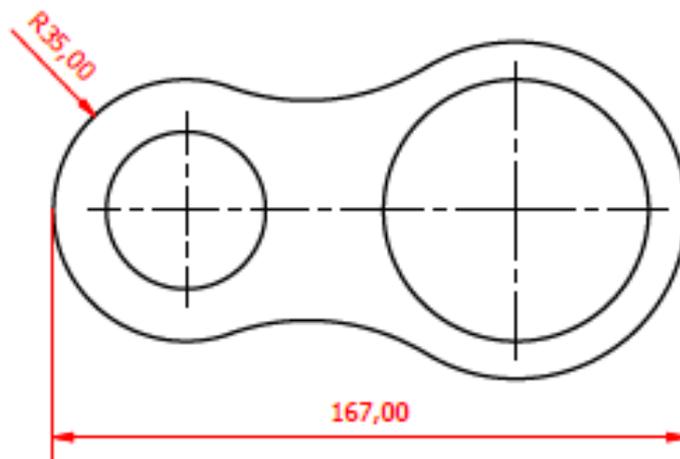
Diseño de Unv. Darlin Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 5/5/2024	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA		Soporte rodillos			
		ML-SL-1.5	Edición	Hoja 2 / 2	

VISTA ISOMÉTRICA (1 : 2)



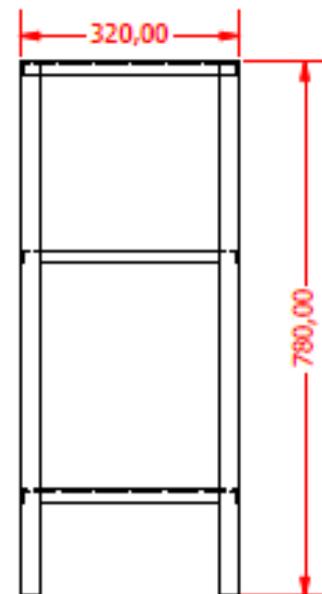
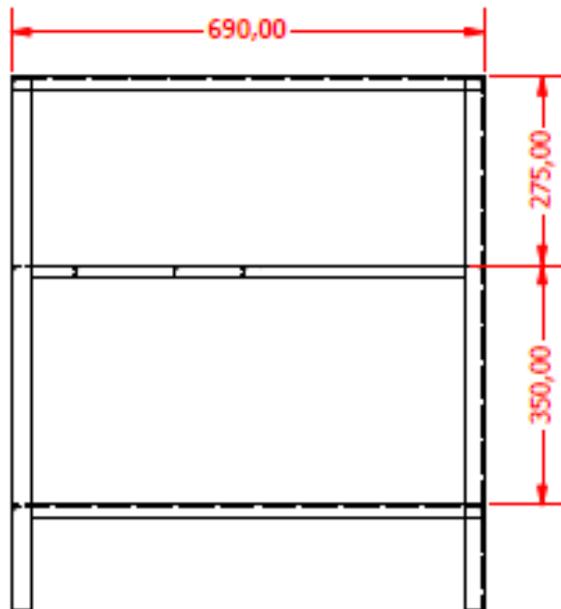
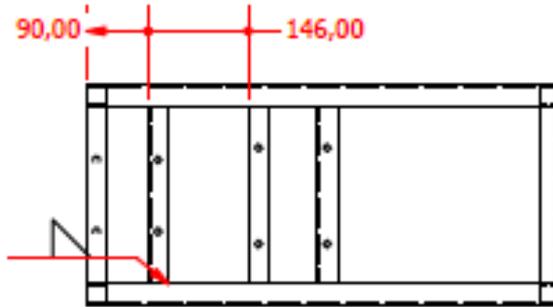
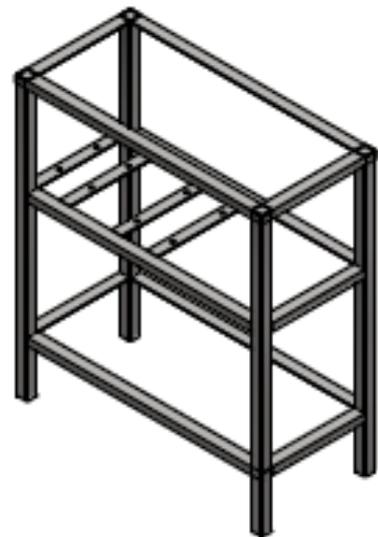
Diseño de Unv. Darlín Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 11/12/2023	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA			BRAZO 1		
			ML-SL-1.5.1		Edición

VISTA ISOMÉTRICA (1 : 2)



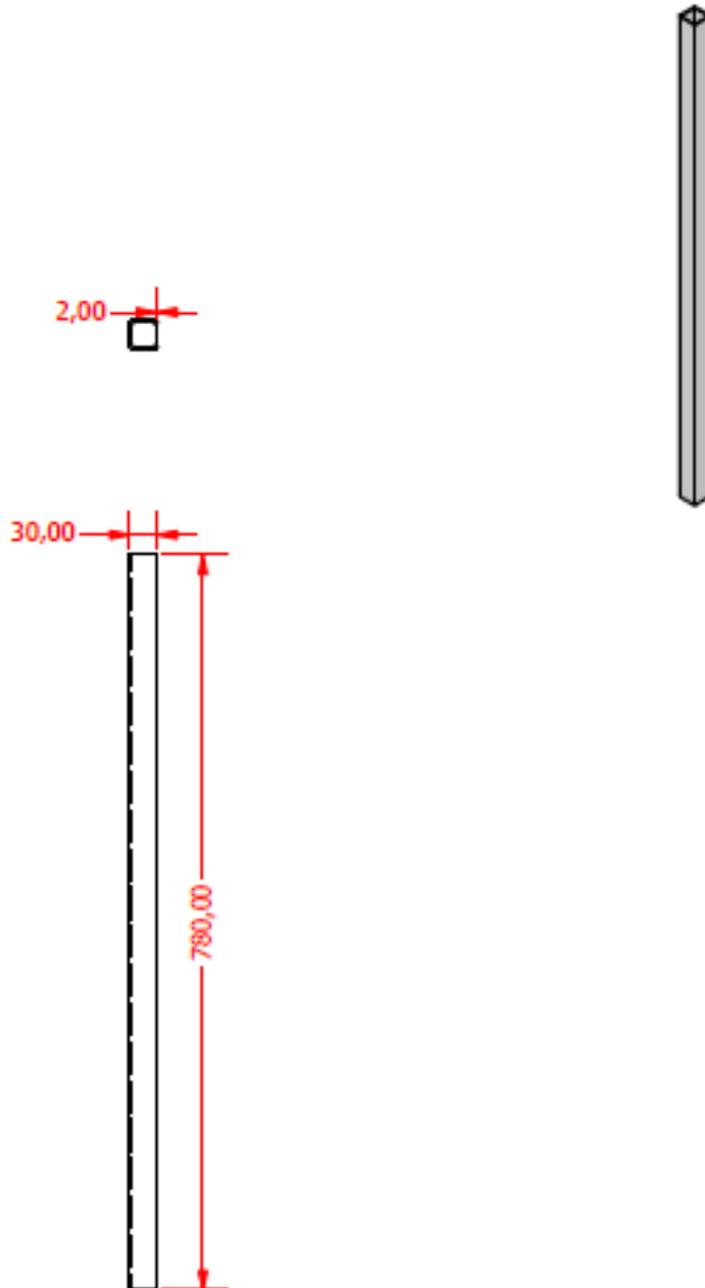
Diseño de Unv. Darlin Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 11/12/2023	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA		BRAZO 2			
		ML-SL-1.5.2	Edición	Hoja 1 / 1	

VISTA ISOMÉTRICA (1 : 15)



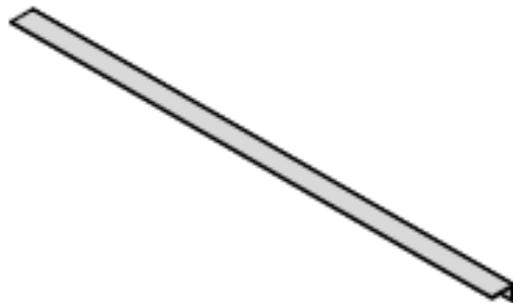
Diseño de Unv. Darlín Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 3/5/2024	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA		Estructura para laminadores			
		ML-SL-1.6	Edición	Hoja	

VISTA ISOMÉTRICA (1 : 10)



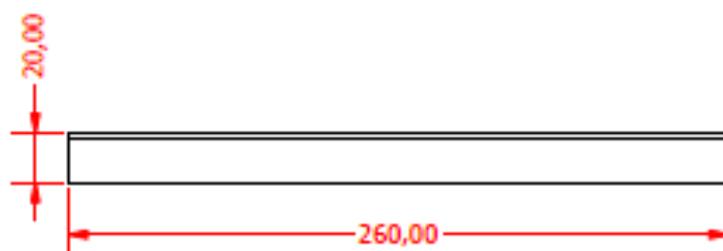
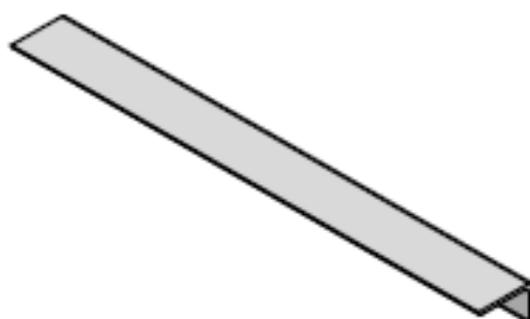
Diseño de Unv. Darlín Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 3/5/2024	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA			Pies de la estructura de laminadores		
			ML-SL-1.6.1	Edición	Hoja

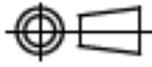
VISTA ISOMÉTRICA (1 : 7)



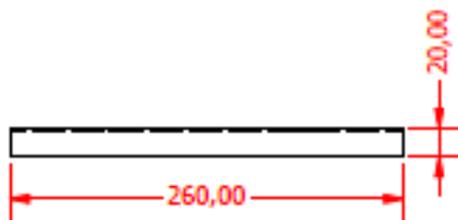
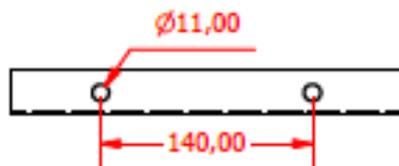
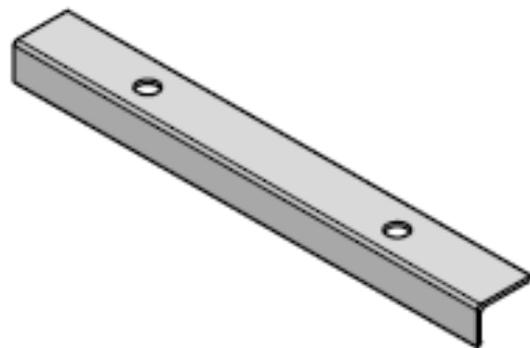
Diseño de Unv. Darlin Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 3/5/2024	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA		Tensdor lateral			
		ML-SL-1.6.2	Edición	Hoja	

VISTA ISOMÉTRICA (1 :3)



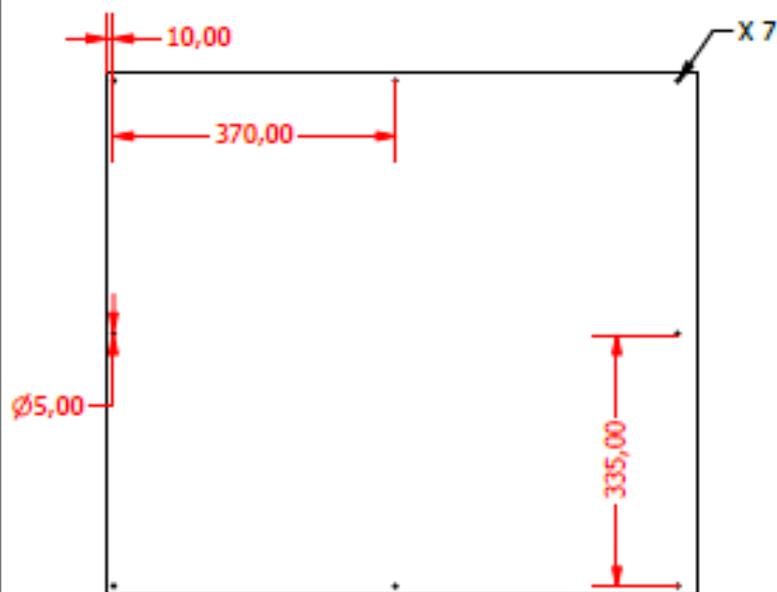
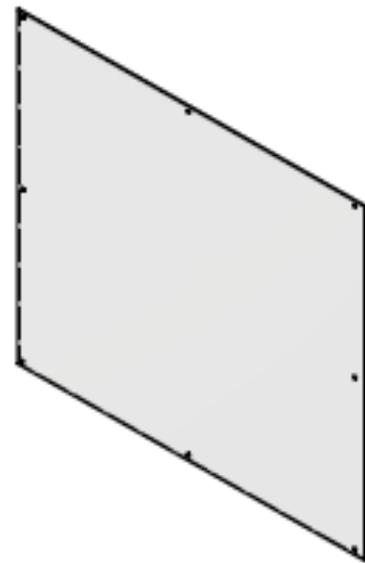
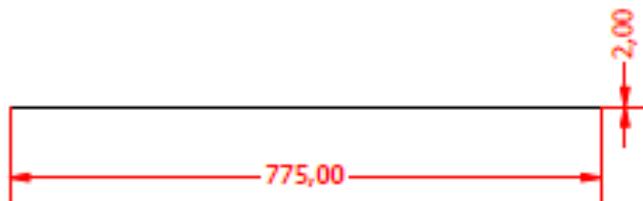
Diseño de Unv. Darlin Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 3/5/2024	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA			TENSOR HORIZONTAL		
			ML-SL-1.6.3	Edición	Hoja

VISTA ISOMÉTRICA (1 : 3)



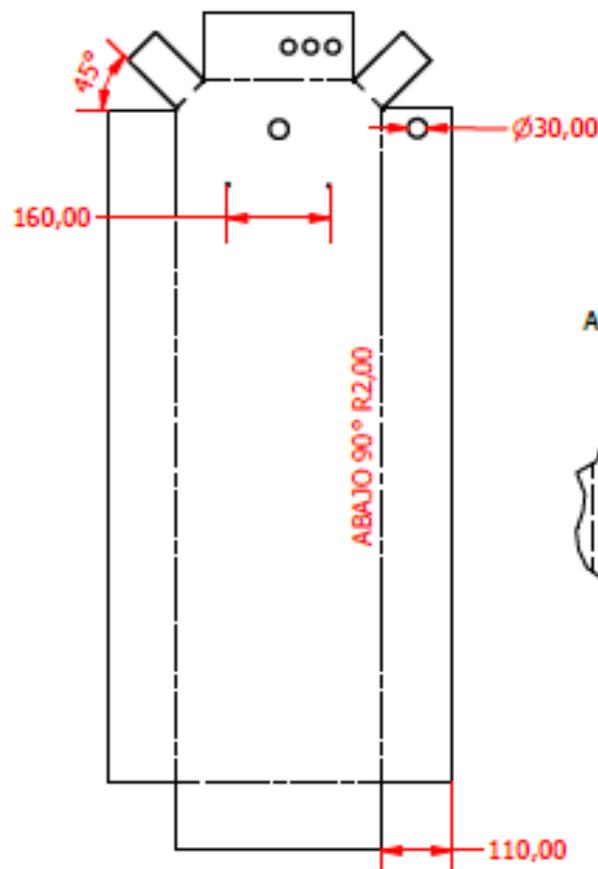
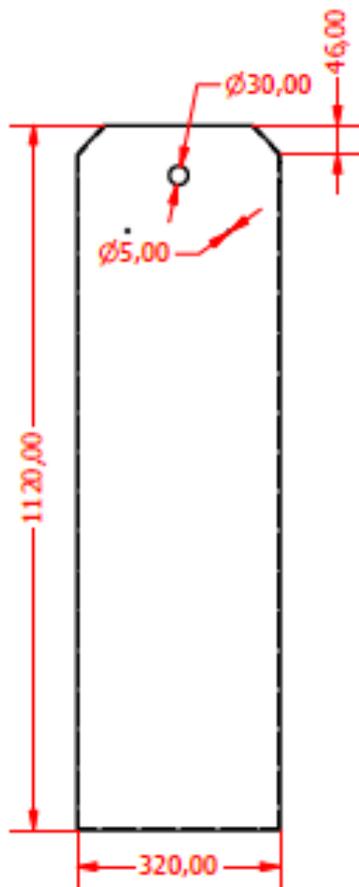
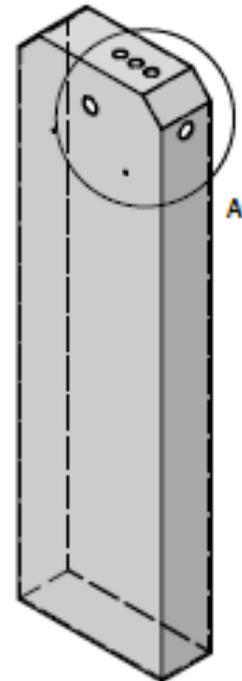
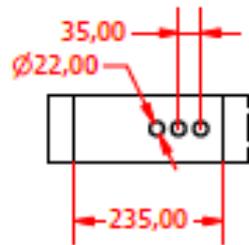
Diseño de Unv. Darlin Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 3/5/2024	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA			BASE DEL MOTOR		
			ML-SL-1.6.4	Edición	Hoja

VISTA ISOMÉTRICA (1 : 12)

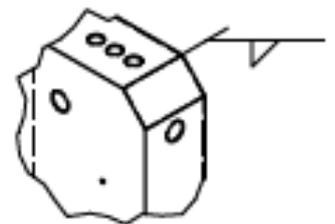


Diseño de Unv. Darlin Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 8/11/2023	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA			TAPA INTERIOR		
			ML-SL-1.7	Edición	Hoja 1 / 1

VISTA ISOMÉTRICA (1 : 12)

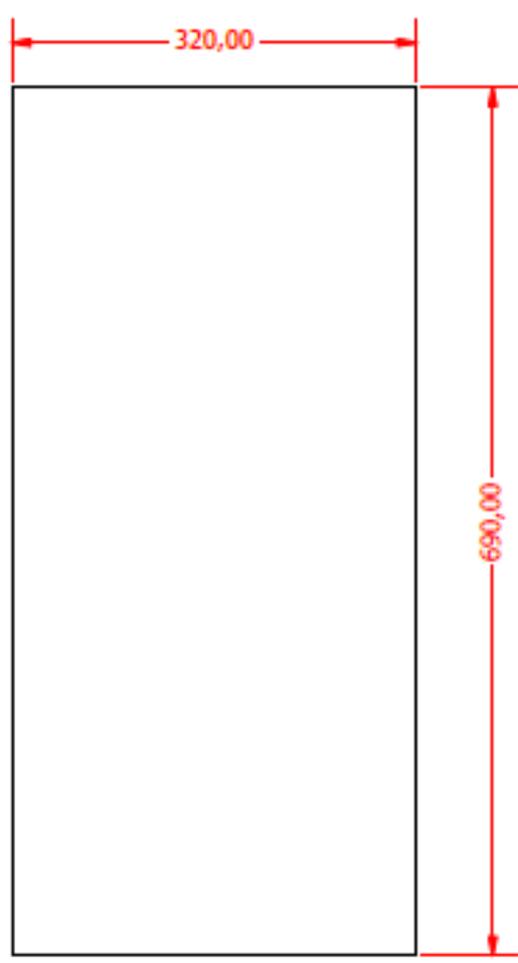
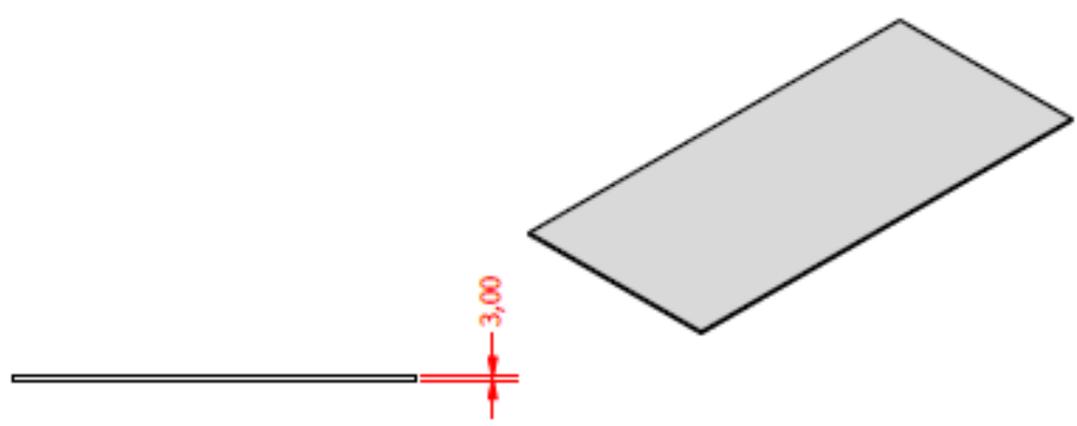


A (1 : 10)

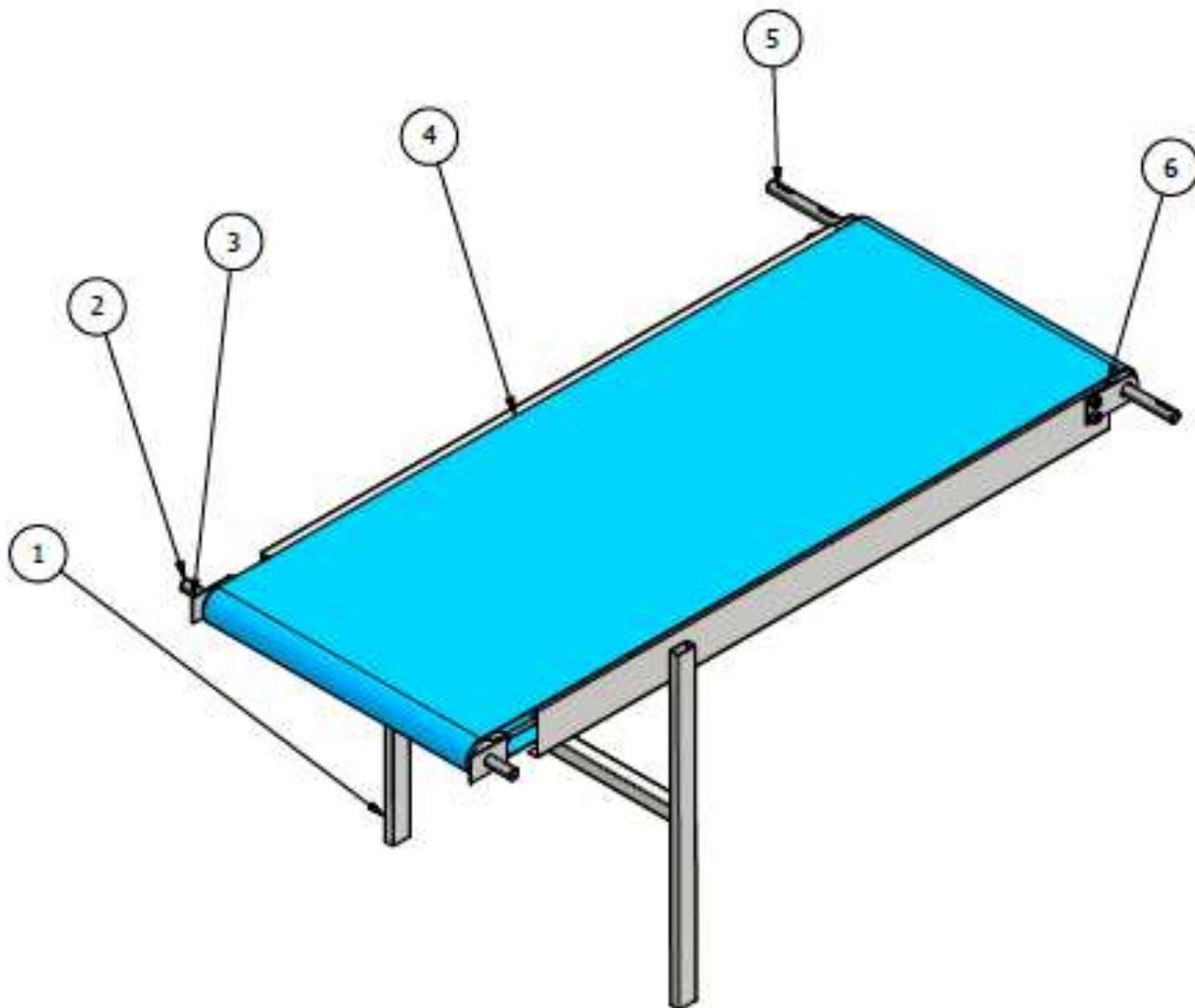


Diseño de Unv. Darlin Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 1/12/2023	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA			CUBIERTA DERECHA		
			ML-SL-1.8	Edición	Hoja 1 / 1

VISTA ISOMETRICA (1 : 10)



Diseño de Unv. Darlín Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 3/5/2024	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA			BASE DE LA ESTRUCTURA		
			ML-SL-1.9	Edición	Hoja

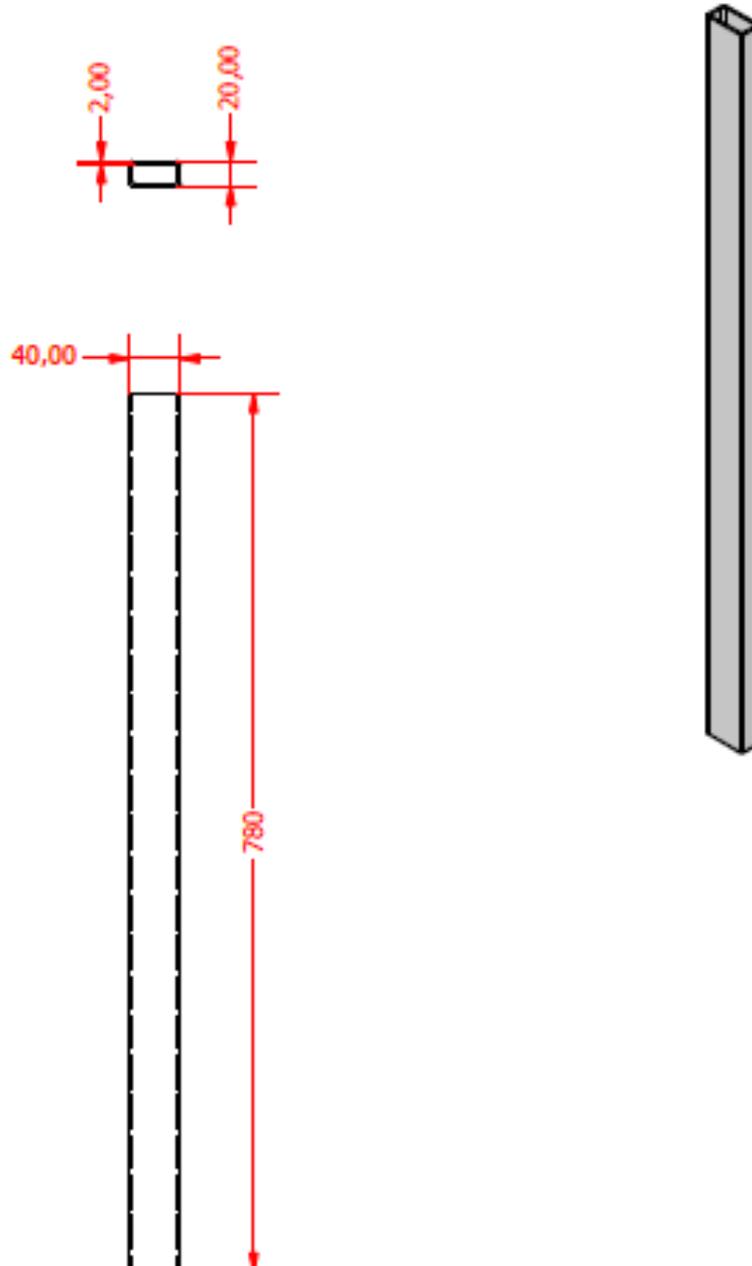


LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	COMENTARIOS
1	1	Pie de mesa	
2	1	Rodillo tesador	
3	1	Soporte de rodillo	
4	1	Mesa	
5	2	Rodillo matriz	
6	2	Soporte de rodillo matriz	

Diseño de Univ. Darlín Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga	Fecha 7/5/2024		
----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-------------------	---	---

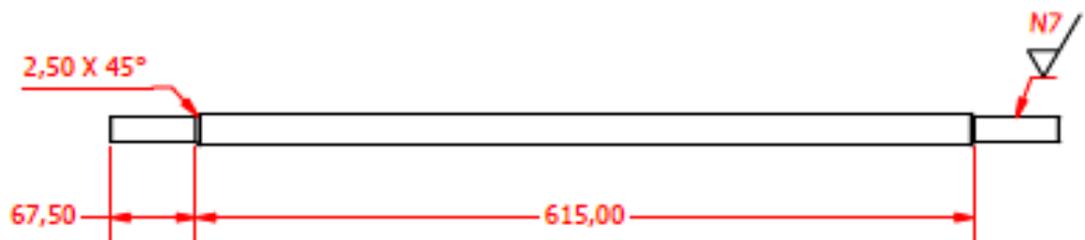
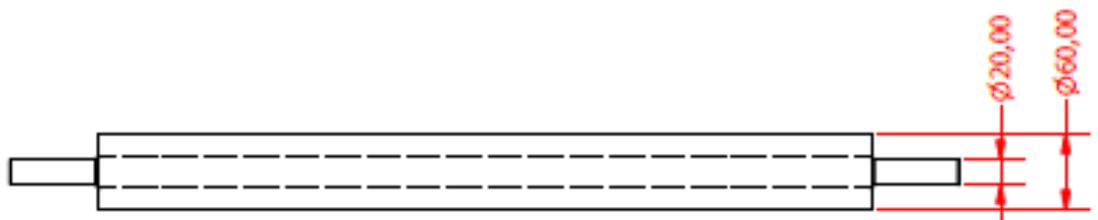
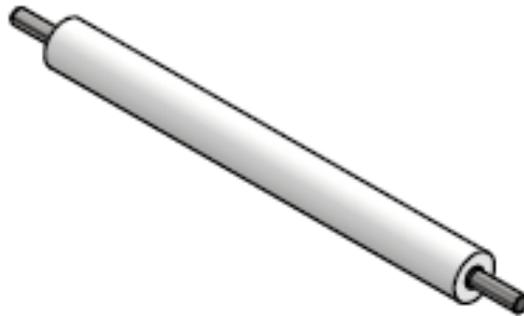
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIARÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA	Sistema de transporte	
	ML-ST-2	Edición Hoja

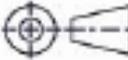
VISTA ISOMÉTRICA (1 : 6)



Diseño de Unv. Darlín Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 7/5/2024	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA		Pie de mesa			
		ML-ST-2.1	Edición	Hoja	

VISTA ISOMÉTRICA (1 : 8)

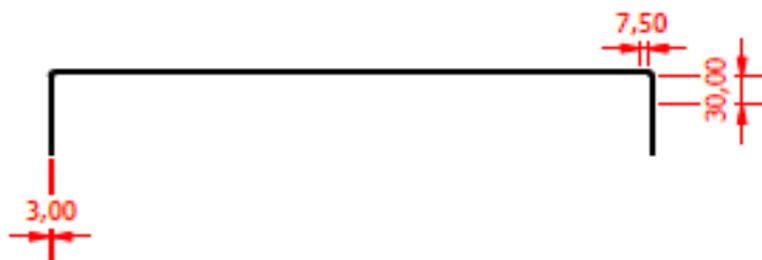
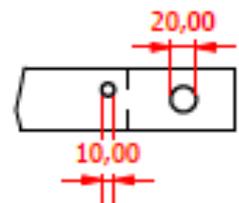


Diseño de Urv. Darlin Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 5/5/2024	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA		RODILLO TESADOR			
ML-ST-2.2			Edición	Hoja	

VISTA ISOMÉTRICA (1 : 8)

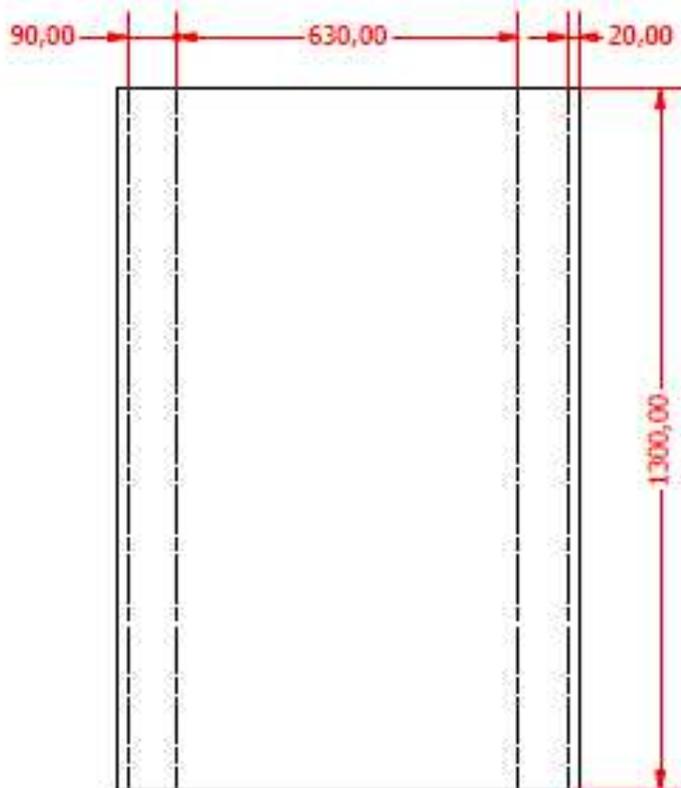
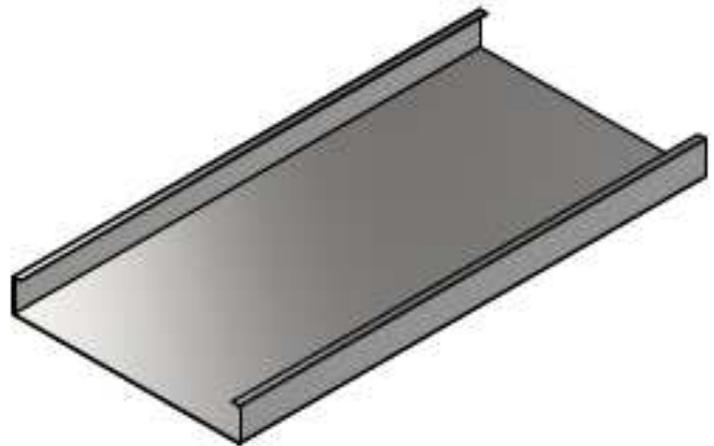


A (1 : 6)



Diseño de Unv. Darlin Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 5/5/2024	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA		SOPORTE DE RODILLO			
		ML-ST-2.3		Edición	Hoja 1 / 1

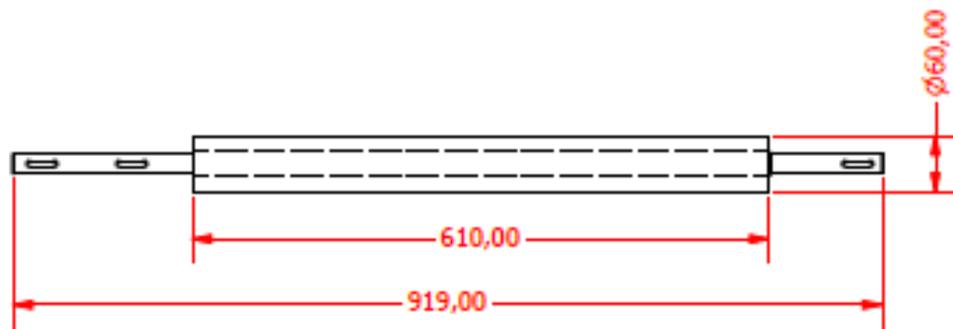
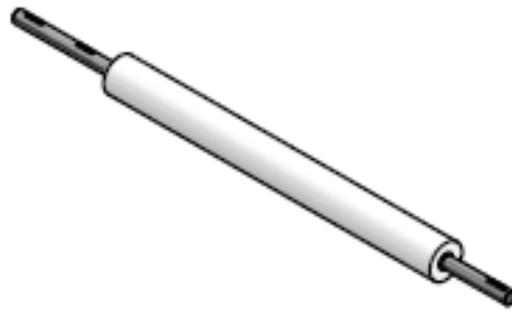
VISTA ISOMÉTRICA (1:15)



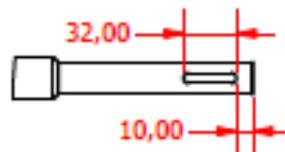
e=1.8 [mm]

Diseño de Unv. Darlin Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 3/12/2023	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA			MESA		
			ML-ST-2.4	Edición	Hoja

VISTA ISOMÉTRICA (1 : 10)

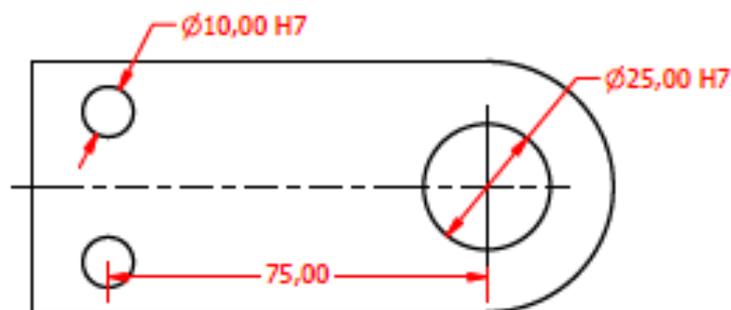
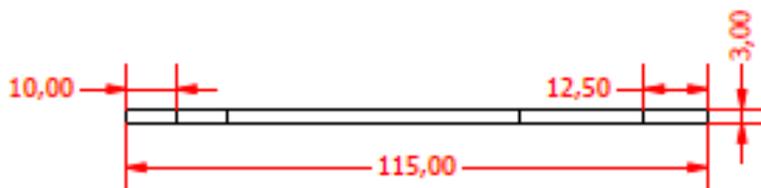
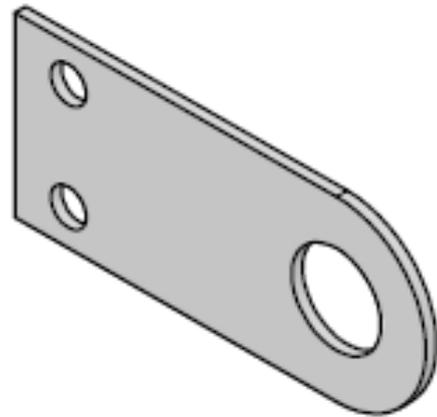


B (0,22 : 1)



Diseño de Umv. Darlín Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 5/5/2024	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA		Rodillo motriz			
		ML-ST-2.5	Edición	Hoja	

VISTA ISOMÉTRICA (1 : 1.5)



Diseño de Urv. Darlín Claros	Revisado por Ing. Gustavo Barriga	Aprobado por Ing. Gustavo Barriga		Fecha 7/5/2024	
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA		Soporte de rodillo motriz			
		ML-ST-2.6		Edición	Hoja

ANEXO B

“HOJAS DE PROCESO”

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS					Elemento:			Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Vista previa del Elemento  Observaciones
						Brazo 2			157,00		0,5		
						Sistema:			Material:				
	Proyecto de grado:		No. De Hoja			Sistema Laminador			ASTM A36				
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:			No. De Piezas:			Costo/kg		Costo Mat/Pieza		
			ML-SL-1.3.2			2			9,24		4,62		
			Tiempo de preparación por pieza [min]	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h máquina herramienta	Costo Mano de obra proceso	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado	
10	Corte de plancha	Plasma CNC	10,00	5,00	15,00	15,00	TM	20,00	200,00	5,00	50,00	55,00	
20	Limpieza y preparación de piezas	Amoladora	2,00	5,00	7,00	22,00	A1	15,00	3,00	1,75	0,35	57,10	
30	Torneado de asiento de rodamiento	Torno	10,00	50,00	60,00	82,00	TM	20,00	5,00	20,00	5,00	82,10	
40													
50													
60													
70													
80													
90													
100													
110													
120													
Elementos Especificados por pieza								Totalización de costos:					
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo			Por cada pieza		Por todas las piezas			
1	Disco desbaste	pza	4,30	1	4,30			Costo de mano de obra		26,75 53,50			
2	Electrodo 7018	kg	5,02	1	5,02								
3	Cepillo de copa	pza	2,15	1	2,15								
4	Broca circular 1"	pza	9,32	1	9,32			Costo de materiales		4,62 9,24			
5	Broca M10	pza	2,98	1	2,98			COSTO TOTAL		86,72 173,44			

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS				Elemento:				Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Vista previa del Elemento  Observaciones
					Brazo 1				157,00		0,4		
					Sistema:				Material:				
	Proyecto de grado:		No. De Hoja		Sistema Laminador				ASTM A36				
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:			No. De Piezas:			Costo/kg		Costo Mat/Pieza		
			ML-SL-1.3.1			2			9,24		3,70		
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]	
10	Corte de plancha	Plasma CNC	10,00	5,00	15,00	15,00	TM	20,00	100,00	5,00	25,00	30,00	
20	Limpieza y preparación de piezas	Amoladora	2,00	5,00	7,00	22,00	A1	15,00	3,00	1,75	0,35	32,10	
30	Torneado de asiento de rodamiento	Torno	10,00	50,00	60,00	82,00	TM	20,00	5,00	20,00	5,00	57,10	
40													
50													
60													
70													
80													
90													
100													
110													
120													
Elementos Especificados por pieza								Totalización de costos:					
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo			Por cada pieza		Por todas las piezas			
1				1	0,00								
2				1	0,00			Costo de mano de obra		26,75	53,50		
3				1	0,00			Costo de materiales		3,70	7,39		
4				1	0,00								
5				1	0,00								
								COSTO TOTAL		60,80	121,59		

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS				Elemento:				Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Vista previa del Elemento  Observaciones
					Rodillo Laminador Sup/Inf				5,40		0,6		
					Sistema:				Material:				
	Proyecto de grado:		No. De Hoja		Sistema Laminador				AISI 304				
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:			No. De Piezas:			Costo/kg		Costo Mat/Pieza		
			ML-SL-1.4			2			17,6		10,56		
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]	
10	Corte de tubo	Englatadora	2,00	5,00	7,00	7,00	A1	15,00	3,00	1,75	0,35	2,10	
20	Limpieza	Lima Redonda	1,00	3,00	4,00	11,00	A1	15,00	2,00	1,00	0,13	3,23	
30	Coorte de apoyos	Plasma CNC	10,00	3,00	13,00	24,00	TM	20,00	200,00	4,33	43,33	50,90	
40	Limpieza de los apoyos	Amoladora, disco	2,00	2,00	4,00	28,00	A2	15,00	3,00	1,00	0,20	52,10	
50	Uniom por soldadura	MIG/MAG, electrodo	5,00	15,00	20,00	48,00	A1	15,00	5,00	5,00	1,67	58,77	
60													
70													
80													
90													
100													
110													
120													
Elementos Especificados por pieza								Totalización de costos:					
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo			Por cada pieza		Por todas las piezas			
1				1	0,00								
2				1	0,00			Costo de mano de obra		13,08	26,17		
3				1	0,00			Costo de materiales		10,56	21,12		
4				1	0,00			COSTO TOTAL		69,33	138,65		
5				1	0,00								

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

 Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS		Elemento:					Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Vista previa del Elemento  Observaciones		
			Eje Rodillo Laminador Sup/Inf					23,90		4,24				
			Sistema:					Material:						
	Proyecto de grado:		Sistema de Transmisión					AISI 1045						
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:			No. De Piezas:			Costo/kg		Costo Mat/Pieza			
			ML-SL-1.4			2			15		63,60			
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado		
10	Corte del perfil tubo	Engletadora, disco	2,00	10,00	12,00	12,00	A1	15,00	3,00	3,00	0,60	3,60		
20	Torneado reduccion de diametro	Torno, cuchilla	5,00	60,00	65,00	77,00	TM	20,00	5,00	21,67	5,42	30,68		
30	Elaboracion de chavetas	Fresadora, cuchilla	5,00	30,00	35,00	112,00	TM	20,00	5,00	11,67	2,92	45,27		
40														
50														
60														
70														
80														
90														
100														
110														
120														
Elementos Especificados por pieza							Totalización de costos:							
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo				Por cada pieza		Por todas las piezas			
1				1	0,00									
2				1	0,00		Costo de mano de obra		36,33		72,67			
3				1	0,00									
4				1	0,00		Costo de materiales		269,66		539,33			
5				1	0,00									
									COSTO TOTAL		314,93		629,86	

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS				Elemento:				Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Vista previa del Elemento  Observaciones
					Rodillo Motriz/Tensor				32,50		3,3		
					Sistema:				Material:				
	Proyecto de grado:		No. De Hoja		Sistema laminador				ASTM A36				
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:			No. De Piezas:			Costo/kg		Costo Mat/Pieza		
			ML-ST-2.2			2			9,24		30,49		
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]	
10	Corte de perfil tubo	Engletadora, disco	2,00	3,00	5,00	5,00	A1	15,00	3,00	1,25	0,25	1,50	
20	Limpieza	Amoladora, disco, lima	2,00	2,00	4,00	9,00	A2	15,00	3,00	1,00	0,20	2,70	
30	Coorte de apoyos	Plasma CNC	10,00	5,00	15,00	24,00	TM	20,00	200,00	5,00	50,00	57,70	
40	Limpieza de los apoyos	Amoladora, disco, lima	2,00	2,00	4,00	28,00	A2	15,00	3,00	1,00	0,20		
50	Uniom por soldadura	MIG/MAG. Electrodo	5,00	10,00	15,00	43,00	A1	15,00	5,00	3,75	1,25		
60													
70													
80													
90													
100													
110													
120													
Elementos Especificados por pieza								Totalización de costos:					
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo			Por cada pieza		Por todas las piezas			
1				1	0,00								
2				1	0,00			Costo de mano de obra		12,00	24,00		
3				1	0,00			Costo de materiales		30,49	60,98		
4				1	0,00			COSTO TOTAL		94,39	188,78		
5				1	0,00								

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS				Elemento:				Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Vista previa del Elemento  Observaciones
					Eje Tambor Motriz				23,90		3,25		
					Sistema:				Material:				
	Proyecto de grado:		No. De Hoja		Sistema de Transmisión				AISI 1045				
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:				No. De Piezas:		Costo/kg		Costo Mat/Pieza		
			ML-ST-2.5				2		15		48,75		
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]	
10	Corte del perfil tubo	Engletadora, disco	2,00	10,00	12,00	12,00	A1	15,00	3,00	3,00	0,60	3,60	
20	Torneado reduccion de diametro	Torno, cuchilla	5,00	60,00	65,00	77,00	TM	20,00	5,00	21,67	5,42	30,68	
30	Elaboracion de chavetas	Fresadora, cuchilla	5,00	20,00	25,00	102,00	TM	20,00	5,00	8,33	2,08	41,10	
40	Limpieza	Amoladora, disco, lima	2,00	2,00	4,00	106,00	A2	15,00	3,00	1,00	0,20	42,30	
50													
60													
70													
80													
90													
100													
110													
120													
Elementos Especificados por pieza								Totalización de costos:					
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo					Por cada pieza	Por todas las piezas		
1				1	0,00								
2				1	0,00			Costo de mano de obra		34,00	68,00		
3				1	0,00								
4				1	0,00			Costo de materiales		48,75	97,50		
5				1	0,00			COSTO TOTAL		91,05	182,10		

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico; TS=Técnico Soldador; A1=Ayudante 1; A2=Ayudante 2

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS				Elemento:				Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Vista previa del Elemento  Observaciones	
					Eje rodillo tesador				23,90		2,82			
					Sistema:				Material:					
	Proyecto de grado:		No. De Hoja		Sistema de Transmisión				AISI 1045					
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:				No. De Piezas:		Costo/kg		Costo Mat/Pieza			
			ML-ST-2.2				2		15		42,30			
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]		
10	Corte de perfil todo	Engletadora, disco	2,00	10,00	12,00	12,00	A1	15,00	3,00	3,00	0,60	3,60		
20	Limpieza	Amoladora, disco, lima	2,00	2,00	4,00	16,00	A2	15,00	3,00	1,00	0,20	4,80		
30	Torneado de reduccion de diametro	Torno, cuchilla	5,00	30,00	35,00	51,00	TM	20,00	5,00	11,67	2,92	19,38		
40														
50														
60														
70														
80														
90														
100														
110														
120														
Elementos Especificados por pieza							Totalización de costos:							
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo				Por cada pieza		Por todas las piezas			
1				1	0,00									
2				1	0,00		Costo de mano de obra		15,67		31,33			
3				1	0,00									
4				1	0,00		Costo de materiales		42,30		84,60			
5				1	0,00									
									COSTO TOTAL		61,68		123,37	

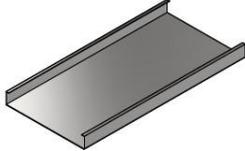
NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS				Elemento:				Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Vista previa del Elemento  Observaciones
					Soporte de rodillo MOTRIZ				31,40		0,23		
					Sistema:				Material:				
	Proyecto de grado:		No. De Hoja		Sistema banda transportadora				ASTM A36				
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:			No. De Piezas:			Costo/kg		Costo Mat/Pieza		
			ML-ST-2.6			4			9,24		2,13		
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]	
10	Corte de plancha	Plasma CNC	10,00	5,00	15,00	15,00	TM	20,00	200,00	5,00	50,00	55,00	
20	Limpieza y preparación de piezas	Amoladora	2,00	5,00	7,00	22,00	A2	15,00	3,00	1,75	0,35	57,10	
30	Perforaciones	Talabro de banca	3,00	5,00	8,00	30,00	A1	20,00	3,00	2,67	0,40	60,17	
40													
50													
60													
70													
80													
90													
100													
110													
120													
Elementos Especificados por pieza								Totalización de costos:					
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo					Por cada pieza	Por todas las piezas		
1				1	0,00								
2				1	0,00			Costo de mano de obra		9,42	37,67		
3				1	0,00								
4				1	0,00			Costo de materiales		2,13	8,50		
5				1	0,00			COSTO TOTAL		62,29	249,17		

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

 Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS		Elemento:				Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Vista previa del Elemento	
			Mesa				72,00		6,7			
			Sistema:				Material:					
	Proyecto de grado:		Sistema banda transportadora				ANSI 304					
No. De Hoja		Nro. De Plano:		No. De Piezas:		Costo/kg		Costo Mat/Pieza				
Diseño de una Máquina		10		ML-ST-2.4		2		37,5		251,25		
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h máquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]
10	Corte de plancha	Plasma CNC	10,00	5,00	15,00	15,00	TM	20,00	200,00	5,00	50,00	55,00
20	Limpieza	Amoladora, disco	2,00	5,00	7,00	22,00	A2	15,00	3,00	1,75	0,35	57,10
30	Plegar extremos	Plegadora	2,00	10,00	12,00	34,00	A1	20,00	5,00	4,00	1,00	62,10
40												
50												
60												
70												
80												
90												
100												
110												
120												
Elementos Especificados por pieza							Totalización de costos:					
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo				Por cada pieza		Por todas las piezas	
1				1	0,00							
2				1	0,00		Costo de mano de obra		10,75		21,50	
3				1	0,00							
4				1	0,00		Costo de materiales		251,25		502,50	
5				1	0,00							
COSTO TOTAL									313,35		626,70	

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

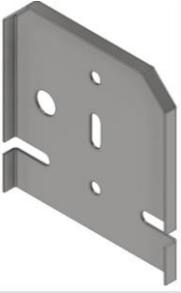
 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS					Elemento:		Peso Bruto [kg]	Peso Neto [kg]	Vista previa del Elemento			
						Protección		72,00	0,97				
						Sistema:		Material:					
	Proyecto de grado:	No. De Hoja	Sistema Laminador					ANSI 304					
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:			No. De Piezas:			Costo/kg		Costo Mat/Pieza		
			ML-SL-1.2			2			37,5		36,38		
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]	
10	Corte de plancha	Plasma CNC	10,00	15,00	25,00	25,00	TM	20,00	200,00	8,33	83,33	91,67	
20	Limpieza y preparación de piezas	Amoladora, disco	2,00	5,00	7,00	32,00	A1	15,00	3,00	1,75	0,35	93,77	
30	Plegar	Plegadora	2,00	10,00	12,00	44,00	A1	15,00	5,00	3,00	1,00	97,77	
40													
50													
60													
70													
80													
90													
100													
110													
120													
Elementos Especificados por pieza								Totalización de costos:					
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo			Por cada pieza		Por todas las piezas			
1				1	0,00								
2				1	0,00			Costo de mano de obra		13,08	26,17		
3				1	0,00			Costo de materiales		36,38	72,75		
4				1	0,00			COSTO TOTAL		134,14	268,28		
5				1	0,00								

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2



Observaciones

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS					Elemento:		Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Vista previa del Elemento  Observaciones
						Soporte de rodillo		31,40		2,8		
						Sistema:		Material:				
	Proyecto de grado:		No. De Hoja			Sistema Estructural		ATSM A36				
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:			No. De Piezas:		Costo/kg		Costo Mat/Pieza		
			ML-SL-1.5			2		12		33,60		
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]
10	Corte de plancha	Plasma CNC	10,00	10,00	20,00	20,00	TM	20,00	200,00	6,67	66,67	73,33
20	Limpieza y preparación de piezas	Amoladora	2,00	5,00	7,00	27,00	A1	15,00	3,00	1,75	0,35	75,43
30	Plegar	Plegadora	2,00	10,00	12,00	39,00	TM	20,00	5,00	4,00	1,00	80,43
40												
50												
60												
70												
80												
90												
100												
110												
120												
Elementos Especificados por pieza							Totalización de costos:					
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo				Por cada pieza		Por todas las piezas	
1				1	0,00							
2				1	0,00		Costo de mano de obra		12,42		24,83	
3				1	0,00							
4				1	0,00		Costo de materiales		33,60		67,20	
5				1	0,00							
COSTO TOTAL									114,03		228,07	

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS					Elemento:	Peso Bruto [kg]	Peso Neto [kg]	Vista previa del Elemento				
						Cubierta Derecha	31,40	14					
						Sistema:	Material:						
						Sistema Estructural	ATSM A36						
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:			No. De Piezas:			Costo/kg		Costo Mat/Pieza		
			ML-SL-1.1			2			9,24		129,36		
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]	
10	Corte de plancha	Plasma CNC	10,00	5,00	15,00	15,00	TM	20,00	200,00	5,00	50,00	55,00	
20	Limpieza y preparación de piezas	Amoladora, disco	5,00	5,00	10,00	25,00	A2	15,00	3,00	2,50	0,50	58,00	
30	Plegar	Plegadora	2,00	10,00	12,00	37,00	A1	15,00	5,00	3,00	1,00	62,00	
40	Perforar	Taladro de mano, broca	3,00	10,00	13,00	50,00	A1	15,00	3,00	3,25	0,65	65,90	
50													
60													
70													
80													
90													
100													
110													
120													
Elementos Especificados por pieza							Totalización de costos:						
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo				Por cada pieza		Por todas las piezas		
1				1	0,00								
2				1	0,00		Costo de mano de obra		13,75		27,50		
3				1	0,00								
4				1	0,00		Costo de materiales		129,36		258,72		
5				1	0,00								
COSTO TOTAL									195,26		390,52		

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico; TS=Técnico Soldador; A1=Ayudante 1; A2=Ayudante 2

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS				Elemento:			Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Vista previa del Elemento  Observaciones
					Cubierta Izquierda			31,40		10,5		
					Sistema:			Material:				
	Proyecto de grado:		No. De Hoja		Sistema Estructural			ATSM A36				
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:			No. De Piezas:			Costo/kg		Costo Mat/Pieza	
			ML-SL-1.8			2			9,24		97,02	
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]
10	Corte de plancha	Plasma CNC	10,00	8,00	18,00	18,00	TM	20,00	200,00	6,00	60,00	66,00
20	Limpieza y preparación de piezas	Amoladora, disco	2,00	10,00	12,00	30,00	A1	15,00	3,00	3,00	0,60	69,60
30	Plegar	Plegadora	2,00	10,00	12,00	42,00	A1	15,00	5,00	3,00	1,00	73,60
40	Perforar	Taladro de mano, broca	3,00	15,00	18,00	60,00	A1	15,00	5,00	4,50	1,50	
50												
60												
70												
80												
90												
100												
110												
120												
Elementos Especificados por pieza							Totalización de costos:					
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo				Por cada pieza		Por todas las piezas	
1				1	0,00							
2				1	0,00		Costo de mano de obra		16,50		33,00	
3				1	0,00							
4				1	0,00		Costo de materiales		97,02		194,04	
5				1	0,00							
COSTO TOTAL									176,62		353,24	

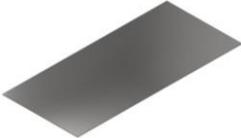
NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS					Elemento:		Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		 Vista previa del Elemento
						Estructura para laminadores		9,80		8		
						Sistema:		Material:				
	Proyecto de grado:		No. De Hoja			Sistema Estructural		ATSM A36				
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:			No. De Piezas:			Costo/kg		Costo Mat/Pieza	
			ML-SI-1.6			1			9,24		73,92	
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]
10	Corte de perfil1	Engletadora, disco	2,00	15,00	17,00	17,00	A1	15,00	200,00	4,25	56,67	60,92
20	Limpieza y preparación de piezas	Amoladora, disco, lima	2,00	5,00	7,00	24,00	A2	15,00	3,00	1,75	0,35	63,02
30	Perforar	Taladro de banca, broca	3,00	5,00	8,00	32,00	A1	15,00	5,00	2,00	0,67	65,68
40	Unión por soldadura	MIG/MAG, electrodo	5,00	40,00	45,00	77,00	A1	15,00	5,00	11,25	3,75	80,68
50												
60												
70												
80												
90												
100												
110												
120												
Elementos Especificados por pieza								Totalización de costos:				
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo					Por cada pieza	Por todas las piezas	
1				1	0,00							
2				1	0,00			Costo de mano de obra		19,25	19,25	
3				1	0,00							
4				1	0,00			Costo de materiales		73,92	73,92	
5				1	0,00			COSTO TOTAL		154,60	154,60	

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS				Elemento:				Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Vista previa del Elemento  Observaciones
					Base Estructura				36,00		3,5		
					Sistema:				Material:				
	Proyecto de grado:		No. De Hoja		Sistema Estructural				ATSM A36				
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:			No. De Piezas:			Costo/kg		Costo Mat/Pieza		
			ML-SL-1.9			1			9,24		32,34		
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]	
10	Corte de perfil1	Plasma CNC	10,00	5,00	15,00	15,00	TM	20,00	200,00	5,00	50,00	55,00	
20	Limpieza y preparación de piezas	Amoladora, disco	2,00	5,00	7,00	22,00	A1	15,00	3,00	1,75	0,35	57,10	
30	Perforar	Taladro de mano. Broca	3,00	5,00	8,00	30,00	A1	15,00	3,00	2,00	0,40	59,50	
40													
50													
60													
70													
80													
90													
100													
110													
120													
Elementos Especificados por pieza								Totalización de costos:					
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo					Por cada pieza	Por todas las piezas		
1				1	0,00								
2				1	0,00			Costo de mano de obra		8,75	8,75		
3				1	0,00								
4				1	0,00			Costo de materiales		32,34	32,34		
5				1	0,00			COSTO TOTAL		91,84	91,84		

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico; TS=Técnico Soldador; A1=Ayudante 1; A2=Ayudante 2

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS				Elemento:				Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Vista previa del Elemento  Observaciones
					Tapa Inferior				36,00		3,5		
					Sistema:				Material:				
	Proyecto de grado:		No. De Hoja		Sistema banda transportadora				ATSM A36				
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:			No. De Piezas:			Costo/kg		Costo Mat/Pieza		
			ML-SL-1.7			2			9,24		32,34		
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]	
10	Corte de perfil1	Plasma CNC	10,00	5,00	15,00	15,00	TM	20,00	200,00	5,00	50,00	55,00	
20	Limpieza y preparación de piezas	Amoladora, disco	2,00	5,00	7,00	22,00	A1	15,00	3,00	1,75	0,35	57,10	
30	Perforar	Taladro de mano. Broca	3,00	10,00	13,00	35,00	A1	15,00	3,00	3,25	0,65	61,00	
40													
50													
60													
70													
80													
90													
100													
110													
120													
Elementos Especificados por pieza								Totalización de costos:					
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo			Por cada pieza		Por todas las piezas			
1				1	0,00								
2				1	0,00			Costo de mano de obra		10,00	20,00		
3				1	0,00			Costo de materiales		32,34	64,68		
4				1	0,00			COSTO TOTAL		93,34	186,68		
5				1	0,00								

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

	UMSA	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS		Elemento:				Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Vista previa del Elemento  Observaciones
	Ingeniería Mecánica Electromecánica			Pie de mesa				36,00		0,28		
		Sistema:		Material:								
		Proyecto de grado:	No. De Hoja	Sistema banda transportadora				ATSM A36				
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:		No. De Piezas:		Costo/kg		Costo Mat/Pieza			
			ML-ST-2.1		4		9,24		2,5872			
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]
10	Corte de perfil	Amoladora, disco	3,00	5,00	8,00	8,00	TM	20,00	200,00	2,67	26,67	29,33
20	Limpieza y preparación de piezas	Amoladora, disco	2,00	5,00	7,00	15,00	A2	15,00	3,00	1,75	0,35	31,43
30	Perforar	Taladro de boca, broca	3,00	5,00	8,00	23,00	A1	15,00	5,00	2,00	0,67	34,10
40												
50												
60												
70												
80												
90												
100												
110												
120												
Elementos Especificados por pieza							Totalización de costos:					
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo				Por cada pieza		Por todas las piezas	
1				1	0,00							
2				1	0,00		Costo de mano de obra		6,42		25,67	
3				1	0,00							
4				1	0,00		Costo de materiales		2,59		10,35	
5				1	0,00							
COSTO TOTAL									36,69		146,75	

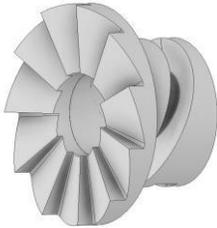
NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS				Elemento:				Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Vista previa del Elemento  Observaciones
					Selector de altura				36,00		0,06		
					Sistema:				Material:				
	Proyecto de grado:		No. De Hoja		Sistema Laminador				ATSM A36				
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Nro. De Plano:				No. De Piezas:		Costo/kg		Costo Mat/Pieza		
			1	2	3	4	1	2	3	4			
			Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]	
10	Mecanizado	ROMI D600	10,00	20,00	30,00	30,00	TM	20,00	420,00	10,00	210,00	220,00	
20	Limpieza y preparación de piezas	Amoladora, disco	2,00	5,00	7,00	37,00	A1	15,00	3,00	1,75	0,35	222,10	
30													
40													
50													
60													
70													
80													
90													
100													
110													
120													
Elementos Especificados por pieza								Totalización de costos:					
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo					Por cada pieza	Por todas las piezas		
1				1	0,00								
2				1	0,00			Costo de mano de obra		11,75	11,75		
3				1	0,00								
4				1	0,00			Costo de materiales		0,55	0,55		
5				1	0,00			COSTO TOTAL		222,65	222,65		

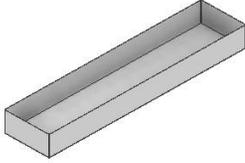
NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS					Elemento:	Peso Bruto [kg]	Peso Neto [kg]	Vista previa del Elemento									
						Cambio de Sentido	36,00	0,22										
						Sistema:	Sistema de Transmisión							ATSM A36				
	Proyecto de grado:	No. De Hoja	Nro. De Plano:			No. De Piezas:	Costo/kg	Costo Mat/Pieza										
Diseño de una Máquina	21				2	9,24	2,03											
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h máquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]						
10	Mecanizado	Romi D600	10,00	30,00	40,00	40,00	TM	20,00	420,00	13,33	280,00	293,33						
20	Limpieza y preparación de piezas	Lima	1,00	5,00	6,00	46,00	A2	15,00	3,00	1,50	0,30	295,13						
30																		
40																		
50																		
60																		
70																		
80																		
90																		
100																		
110																		
120																		
Elementos Especificados por pieza								Totalización de costos:										
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo			Por cada pieza		Por todas las piezas								
1				1	0,00													
2				1	0,00			Costo de mano de obra		14,83	29,67							
3				1	0,00			Costo de materiales		2,03	4,07							
4				1	0,00													
5				1	0,00													
								COSTO TOTAL		297,17	594,33							

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS				Elemento:				Peso Bruto [kg]	Peso Neto [kg]	Vista previa del Elemento  Observaciones	
					Recipiente Para Harina				72,00	1,7		
					Sistema:				ATSM A36			
	Proyecto de grado:	No. De Hoja	Sistema de Laminado		Nro. De Plano:		No. De Piezas:	Costo/kg	Costo Mat/Pieza			
	Diseño de una Máquina	22				1	37,5	63,75				
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h máquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]
10	Corte	Plasma CNC	10,00	3,00	13,00	13,00	TM	20,00	420,00	4,33	91,00	95,33
20	Plegado	Plegadora	2,00	5,00	7,00	20,00	A2	15,00	3,00	1,75	0,35	97,43
30	Union por soldadura	MIG/MAG, electrodo	2,00	5,00	7,00	27,00	A1	15,00	3,00	1,75	0,35	99,53
40												
50												
60												
70												
80												
90												
100												
110												
120												
Elementos Especificados por pieza							Totalización de costos:					
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo				Por cada pieza		Por todas las piezas	
1				1	0,00							
2				1	0,00		Costo de mano de obra		7,83		7,83	
3				1	0,00							
4				1	0,00		Costo de materiales		63,75		63,75	
5				1	0,00							
COSTO TOTAL									163,28	163,28	163,28	163,28

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

 UMSA Ingeniería Mecánica Electromecánica	HOJA DE PROCESOS Y COSTOS					Elemento:	Peso Bruto [kg]	Peso Neto [kg]	Vista previa del Elemento				
						Manivela	36,00	0,2					
						Sistema:	ALUMINIO						
	Proyecto de grado:	No. De Hoja	Nro. De Plano:			No. De Piezas:	Costo/kg	Costo Mat/Pieza					
Diseño de una Maquina	23				1	15	3,00						
Proceso	Descripción	Máquina, Herramienta	Tiempo de preparación por pieza	Tiempo de ejecución por pieza	Tiempo de Fabricación [min]	Tiempo acumulado por piezas	Mano de obra	Costo/h mano de obra [Bs/h]	Costo/h maquina herramienta	Costo Mano de obra proceso [Bs]	Costo de herramientas por proceso [Bs]	Costo por pieza acumulado [Bs/h]	Observaciones
10	Limpieza y preparación de piezas	Lima	2,00	2,00	4,00	4,00	A2	15,00	2,00	1,00	0,13	1,13	
20	Torneado	torno	1,00	60,00	61,00	65,00	TM	20,00	5,00	20,33	5,08	26,55	
30	Union por Soldadura	MIG/MAG, electronico	5,00	10,00	15,00	80,00	A1	15,00	3,00	3,75	0,75	31,05	
40													
50													
60													
70													
80													
90													
100													
110													
120													
Elementos Especificados por pieza							Totalización de costos:						
No	Insumo	Unidad	Costo / Unida	Cantidad	Costo Insumo				Por cada pieza		Por todas las piezas		
1				1	0,00								
2				1	0,00		Costo de mano de obra		25,08		25,08		
3				1	0,00								
4				1	0,00		Costo de materiales		3,00		3,00		
5				1	0,00								
									COSTO TOTAL		34,05		

NOTA: Todos los costos se presentan en Bolivianos y los tiempos en minutos

TM=Técnico Mecánico ; TS=Técnico Soldador ; A1=Ayudante 1 ; A2=Ayudante 2

ANEXO C

“FICHAS TÉCNICAS”

HOJA DE DATOS



Motor Trifásico de Inducción - Rotor de Jaula

Cliente :					
Línea del producto : W22 IE1 Trifásico		Código del producto :		11520031	
Carcasa : 90S Potencia : 0.75 kW (1 HP) Polos : 8 Frecuencia : 50 Hz Tensión nominal : 220/380 V Corriente nominal : 3.75/2.17 A Corriente de arranque : 15.0/8.67 A Ip/In : 4.0 Corriente en vacío : 2.38/1.37 A Rotación nominal : 945 rpm Resbalamiento : 5.50 % Torque nominal : 7.58 Nm Torque de arranque : 220 % Torque máximo : 220 % Clase de aislamiento : F Factor de servicio : 1.00 Momento de inercia (J) : 0.0044 kgm ² Categoría : N		Tiempo de rotor bloqueado : 30s (frío) 0s (caliente) Elevación de temperatura : 80 K Régimen de servicio : S1 Temperatura ambiente : -20°C hasta +40°C Altitud : 1000 m Grado de protección : IP55 Método de refrigeración : IC411 - TEFC Forma constructiva : B3L(D) Sentido de giro ¹ : Ambos Nivel de ruido ² : 45.0 dB(A) Método de Arranque : Partida directa Masa aproximada ³ : 19.7 kg			
Potencia	50%	75%	100%	Fuerzas en la fundación	
Rendimiento (%)	88.0	70.0	70.0	Tracción máxima : 380 N	
Cos Φ	0.51	0.65	0.75	Compresión máxima : 573 N	
Tipo de cojinete :	<u>Delantero</u> 6205 ZZ		<u>Trasero</u> 6204 ZZ		
Sello :	VRing		VRing		
Intervalo de lubricación :	-		-		
Cantidad de lubricante :	-		-		
Tipo de lubricante :	Mobil Polyrex EM				
Notas					
Esta revisión reemplaza y cancela la anterior, la cual deberá ser eliminada. (1) Mirando la punta delantera del eje del motor. (2) Medido a 1m y con tolerancia de +3dB(A). (3) Masa aproximada sujetos a cambios después del proceso de fabricación. (4) Al 100% de la carga completa.			Los valores indicados son valores promedio con base en ensayos y para alimentación en red senoidal, sujetos a las tolerancias de la norma IEC 60034-1.		
Rev.	Resumen de los cambios		Ejecutado	Verificado	Fecha
Ejecutor					
Verificador				Página	Revisión
Fecha	03/12/2023			1 / 1	

6004-2RSH

Rodamiento rígido de bolas con sellos

Los rodamientos rígidos de una hilera de bolas con sellos en uno o en ambos lados son especialmente versátiles, tienen una baja fricción y están optimizados para un bajo nivel de ruido y vibraciones, lo que permite alcanzar altas velocidades de giro. Soportan cargas radiales y axiales en ambos sentidos, son fáciles de montar y requieren menos mantenimiento que otros tipos de rodamientos. El sellado integral puede prolongar significativamente la vida útil del rodamiento porque mantiene el lubricante en los rodamientos y los contaminantes fuera.

- El sellado integral prolonga la vida útil del rodamiento
- Diseño sencillo, versátil y robusto
- Baja fricción y capacidad de alta velocidad
- Soportan cargas radiales y axiales en ambos sentidos
- Requieren poco mantenimiento



Overview

Dimensiones

Diámetro interno	20 mm
Diámetro exterior	42 mm
Ancho	12 mm

Rendimiento

Capacidad de carga dinámica básica	9.95 kN
Capacidad de carga estática básica	5 kN
Velocidad límite	11 000 r/min
Clase de rendimiento SKF	SKF Explorer

Propiedades

Ranuras de llenado	Sin
Cantidad de hileras	1
Elemento de fijación, aro exterior del rodamiento	Ninguna
Tipo de agujero	Cilíndrico
Jaula	Chapa metálica
Disposición ajustada	No
Juego radial interno	CN
Material, rodamiento	Acero para rodamientos
Recubrimiento	Sin
Sellado	Rozante en ambos lados
Tipo de sellado	Sello



PFD 20 FM

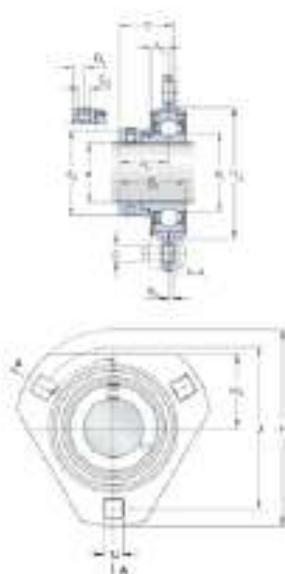
Unidad de rodamientos de bolas con pestaña con soporte de acero prensado.

Unidades de rodamientos de bolas con pestaña con un rodamiento de inserción montado en un soporte de acero prensado que puede atornillarse a la pared o marco de una máquina. Además de formar parte de una unidad, algunos soportes con pestaña para rodamientos de inserción están disponibles como componentes separados. La gama de SKF incluye unidades de rodamientos de bolas que cumplen con varias normas industriales, y que satisfacen muchos requisitos en cuanto a patrones de pernos y mecanismos de fijación en el eje.

- Listo para montar
- Rodamientos lubricados y sellados
- Fijación rápida en el eje
- Gran variedad de formas de soporte, materiales de soporte y métodos de fijación
- Opciones de fijación concéntrica para altas velocidades y bajas vibraciones

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	12.7 kN
Capacidad de carga estática básica	C_0	6.55 kN
Carga límite de fatiga	P_U	0.28 kN
Carga radial admisible del soporte		max. 3.3 kN
Velocidad límite		8 500 r/min
		Velocidad límite con tolerancia de eje h6



Dimensiones

d	20 mm	Diámetro interno
d_1	± 22.2 mm	Diámetro exterior del anillo interior
d_2	22.4 mm	Diámetro exterior del anillo soportado
r_1	4 mm	Ángulo de la ranura del soporte
r_2	2 mm	Ángulo superior
B_1	30.5 mm	Ancho total del rodamiento
B_2	4.75 mm	Distancia entre los centros de los dispositivos de fijación al centro de la masa
H	10 mm	Longitud total
H_1	32 mm	Distancia del borde exterior al centro del eje del rodamiento
H_2	min 55 mm	Diámetro del resaca
d_3	71.4 mm	Diámetro primitivo de los tornillos de fijación
h	8.7 mm	Longitud del agujero del tornillo de fijación
s_1	23.5 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro del camino de medición
T	25 mm	Ancho total de la unidad

PHC 40-1X10FT Cadena simplex, ANSI



Cadena simplex, ANSI

Las cadenas son elementos fundamentales en los sistemas de transmisión de potencia. Las transmisiones de cadena robustas y de calidad prolongan el tiempo medio entre fallas, lo que reduce los costos de mantenimiento. Las cadenas SKF se fabrican en instalaciones de última generación con estrictos controles de calidad.

- Proporcionan un eslabón fuerte
- Rentables
- Reducen el mantenimiento
- Prolongan el tiempo medio entre fallas

Overview

Dimensiones

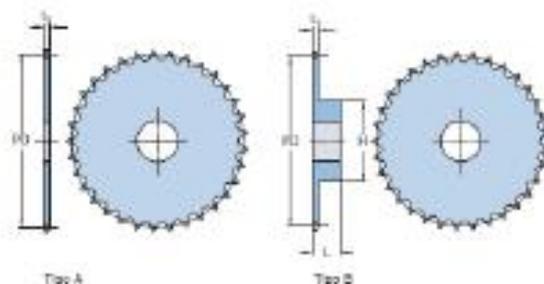
Altura máx. de malla	12 mm
Ancho mín. entre mallas interiores	7.85 mm
Diámetro máx. de rodillo	7.95 mm
Diámetro máximo de perno	3.96 mm
Diámetro primitivo	12.7 mm
Grosor máx. de malla	1.5 mm

Propiedades

Número de cadena	40-1
Peso por metro	0.62 kg
Standard	ANSI

Plíeas métricas, simples, agujero en bruto

ISO 665-1 - 9,525 paso en mm | ISO 665-1 - 12,70 paso en mm



Paso	Número de dientes	Diámetro primitivo	Tipo	Dimensiones		Cable	Error de acople	Paso	Designación	Paso	Número de dientes	Diámetro primitivo	Tipo	Dimensiones		Cable	Error de acople	Paso	Designación				
				Agujero	Agujero exterior									Mín.	Máx.					Mín.	Máx.		
mm	-	mm	-	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	-	mm	-	mm	mm	mm	mm	mm	-				
9,525	24	242,0	8	20	-	-	-	3,57	PAG 960-1880 PAG 960-1885	12,70	22	85,24	8	12	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1822 PAG 960-1825			
																					14	52	30
	36	354,74	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1885 PAG 960-1890	24	91,29	8	12	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1827 PAG 960-1832	
																							14
	48	477,48	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1890 PAG 960-1895	36	97,34	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1837 PAG 960-1842
	60	590,22	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1895 PAG 960-1900	48	103,39	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1847 PAG 960-1852
	72	702,96	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1900 PAG 960-1905	60	109,44	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1857 PAG 960-1862
	84	815,70	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1905 PAG 960-1910	72	115,49	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1867 PAG 960-1872
96	928,44	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1910 PAG 960-1915	84	121,54	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1877 PAG 960-1882	
																							14
108	1041,18	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1915 PAG 960-1920	96	127,59	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1887 PAG 960-1892	
																							14
120	1153,92	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1920 PAG 960-1925	108	133,64	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1897 PAG 960-1902	
																							14
132	1266,66	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1925 PAG 960-1930	120	139,69	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1907 PAG 960-1912	
																							14
144	1379,40	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1930 PAG 960-1935	144	145,74	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1917 PAG 960-1922	
																							14
156	1492,14	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1935 PAG 960-1940	168	151,79	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1927 PAG 960-1932	
																							14
168	1604,88	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1940 PAG 960-1945	180	157,84	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1937 PAG 960-1942	
																							14
180	1717,62	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1945 PAG 960-1950	200	163,89	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1947 PAG 960-1952	
																							14
192	1830,36	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1950 PAG 960-1955	216	169,94	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1957 PAG 960-1962	
																							14
204	1943,10	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1955 PAG 960-1960	240	175,99	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1967 PAG 960-1972	
																							14
216	2055,84	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1960 PAG 960-1965	264	182,04	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1977 PAG 960-1982	
																							14
228	2168,58	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1965 PAG 960-1970	288	188,09	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1987 PAG 960-1992	
																							14
240	2281,32	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1970 PAG 960-1975	300	194,14	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-1997 PAG 960-2002	
																							14
252	2394,06	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1975 PAG 960-1980	324	200,19	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-2007 PAG 960-2012	
																							14
264	2506,80	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1980 PAG 960-1985	360	206,24	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-2017 PAG 960-2022	
																							14
276	2619,54	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1985 PAG 960-1990	396	212,29	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-2027 PAG 960-2032	
																							14
288	2732,28	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1990 PAG 960-1995	420	218,34	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-2037 PAG 960-2042	
																							14
300	2845,02	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-1995 PAG 960-2000	450	224,39	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-2047 PAG 960-2052	
																							14
312	2957,76	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-2000 PAG 960-2005	480	230,44	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-2057 PAG 960-2062	
																							14
324	3070,50	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-2005 PAG 960-2010	504	236,49	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-2067 PAG 960-2072	
																							14
336	3183,24	8	20	-	-	-	-	3,57	PAG 960-2010 PAG 960-2015	540	242,54	8	12	-	-	-	-	-	-	-	3,76	PAG 960-2077 PAG 960-2082	
																							14

Tabla B-3 Propiedades mecánicas de algunos aceros al carbono

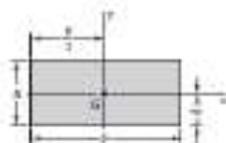
Datos de varias fuentes • Valores aproximados. Consulte a los fabricantes para información más precisa.

Número SAE / AISI	Condición	Resistencia a la cedencia a tensión (2% de deformación)		Resistencia a la última tensión		Alargamiento mayor de 2 pulg %	Duroza Brinell -HB
		Kpsi	MPa	Kpsi	MPa		
1010	Relado en caliente	36	179	47	324	28	95
	Laminado en frío	44	303	53	365	20	105
1020	Relado en caliente	30	207	55	379	25	111
	Laminado en frío	57	393	68	469	15	131
1030	Relado en caliente	38	259	68	469	20	137
	Normalizado @ 1 650°F	50	345	75	517	12	149
	Laminado en frío	64	441	76	524	12	149
	Q&T @ 1 000°F	75	517	97	669	28	255
	Q&T @ 800°F	84	579	106	731	25	300
	Q&T @ 400°F	94	648	123	843	17	495
1035	Relado en caliente	40	276	72	496	18	143
	Laminado en frío	67	462	80	552	12	160
1040	Relado en caliente	42	290	76	524	18	149
	Normalizado @ 1 650°F	54	372	86	593	28	170
	Laminado en frío	71	490	85	596	12	170
	Q&T @ 1 200°F	65	434	92	634	29	190
	Q&T @ 800°F	80	552	110	759	21	241
	Q&T @ 400°F	86	593	113	779	19	260
1045	Relado en caliente	45	310	82	565	16	163
	Laminado en frío	77	531	91	627	12	179
1050	Relado en caliente	50	345	90	621	15	179
	Normalizado a 1 650°F	62	427	108	745	20	217
	Laminado en frío	84	579	100	689	10	197
	Q&T @ 1 200°F	78	538	104	717	28	225
	Q&T @ 800°F	115	793	158	1 089	15	355
	Q&T @ 400°F	117	807	163	1 124	9	514
1060	Relado en caliente	54	372	98	676	12	200
	Normalizado @ 1 650°F	61	421	112	772	18	229
	Q&T @ 1 200°F	76	524	116	800	23	229
	Q&T @ 1 000°F	97	669	140	965	17	277
	Q&T @ 800°F	111	765	166	1 076	14	311
1095	Relado en caliente	65	455	120	827	10	248
	Normalizado @ 1 650°F	72	496	147	1 014	9	13
	Q&T @ 1 200°F	80	552	120	896	21	269
	Q&T @ 800°F	112	772	176	1 213	12	363
	Q&T @ 600°F	118	814	183	1 262	10	375

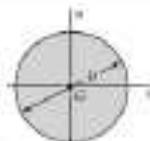
* SAE Handbook, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA; Metals Handbook, American Society of Metals, Metals Park, OH.

APÉNDICE 6: PROPIEDADES DE LOS ACEROS INOXIDABLES

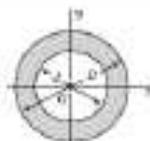
Designación del material			Resistencia a la tracción		Resistencia de fluencia		Ductilidad (porcentaje de elongación en pulgadas)
Número AISI	UNS	Condición	(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)	
Aceros austeníticos							
304	S20100	Recocido	115	793	55	370	55
		1/4 duro	125	862	75	517	30
		1/2 duro	150	1000	110	758	10
		3/4 duro	175	1210	135	931	5
		Duro total	185	1280	140	986	4
304	S30100	Recocido	110	758	40	276	60
		1/4 duro	125	862	75	517	25
		1/2 duro	150	1000	110	758	15
		3/4 duro	175	1210	135	931	12
		Duro total	185	1280	140	986	8
304	S30400	Recocido	85	586	35	241	60
316	S31600	Recocido	95	655	45	310	45
316	S31600	Recocido	80	552	30	207	60
Aceros ferríticos							
425	S40500	Recocido	70	483	40	276	30
430	S43000	Recocido	75	517	40	276	30
446	S44600	Recocido	80	552	50	345	25
Aceros martensíticos							
410	S41000	Recocido	75	517	40	276	30
416	S41600	Q&T 600	180	1240	140	986	15
		Q&T 1000	145	1000	115	793	20
		Q&T 1400	90	621	60	414	30
411	S41100	Q&T 600	195	1344	150	1034	15
440A	S44002	Q&T 600	280	1931	270	1860	5
Aceros endurecidos por precipitación							
17-4PH	S17400	H 900	200	1380	165	1290	14
		H 1150	145	1000	125	862	10
17-3PH	S17700	RH 950	200	1380	175	1290	10
		TH 1050	175	1210	155	1070	12

Punto 1. Propiedades de las secciones. $A = \text{área}$ $G = \text{ubicación del centroide}$ $I_x = \int y^2 dA = \text{segundo momento de área con respecto al eje } x$ $I_y = \int x^2 dA = \text{segundo momento de área con respecto al eje } y$ $I_{xy} = \int xy dA = \text{momento cruzado de área con respecto a los ejes } x \text{ y } y$ $I_G = \int r^2 dA = \int (x^2 + y^2) dA = I_x + I_y$ $= \text{segundo momento polar de área con respecto al eje que pasa por } G$ $k_x^2 = I_x/A = \text{radio de giro al cuadrado con respecto al eje } x$ **Rectángulo**

$$A = bh \quad I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_y = \frac{b^3h}{12} \quad I_{xy} = 0$$

Círculo

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad I_x = I_y = \frac{\pi D^4}{64} \quad I_{xy} = 0 \quad J_G = \frac{\pi D^4}{32}$$

Círculo hueco

$$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \quad I_x = I_y = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4) \quad I_{xy} = 0 \quad J_G = \frac{\pi}{32}(D^4 - d^4)$$

Carril de aplicación		Clavijas				Clavijas						Profundidad			
		Sección		Dist. nom. h	Largo						Eje		Caso		
		Distancia normal h x k	Tolerancia sobre		Tolerancia sobre h			Tolerancia sobre k			Nom. Tol.	Nom. Tol.			
			k ⁺		k ⁻	Por eje	Por perfil	Por eje	Por perfil	Por eje			Por perfil		
De hasta	0	2x7	0	0	2	+0,025	0,000	-0,000	+0,020	+0,012	-0,008	1,7		1	
Más de hasta	8	3x7	0,025	-0,025	4	0	0	-0,001	+0,020	+0,012	-0,011	1,8		1,4	
Más de hasta	10	4x4			4							2,5	+0,1 0	1,8	+0,1 0
Más de hasta	12		0	0		+0,028	0	-0,012	+0,028	+0,015	-0,012			2,3	
Más de hasta	17	5x5	-0,030	-0,030	5	0	-0,030	-0,042	+0,030		-0,042			3	
Más de hasta	22	6x6			6							1,5		3,5	
Más de hasta	27														
Más de hasta	30	6x7	0		8	+0,030	0	-0,012	+0,030	+0,018	-0,012			3,3	
Más de hasta	36		-0,035			0		-0,012	+0,030		-0,012				
Más de hasta	38	10x9			10	0	-0,030	-0,051	+0,030		-0,051			3,3	
Más de hasta	38			0											
Más de hasta	44	12x9		-0,040	12									3,3	
Más de hasta	44														
Más de hasta	46	14x9			14									3,8	
Más de hasta	50		0			+0,032	0	-0,014	+0,030	+0,021	-0,014				
Más de hasta	52	16x10	-0,042		16	0	-0,042	-0,061	+0,030		-0,061			4,3	
Más de hasta	58														
Más de hasta	60	18x11			18									4,4	
Más de hasta	66														
Más de hasta	82	20x12			20								+0,2 0	4,9	+0,2 0
Más de hasta	87														
Más de hasta	91	23x14		0	22	+0,032	0	-0,022	+0,030	+0,026	-0,022			5,2	
Más de hasta	96		-0,052	-0,110	22	0	0,052	-0,074	+0,030		-0,074			5,4	
Más de hasta	92														
Más de hasta	110	28x16			28									6,4	
Más de hasta	119														
Más de hasta	130	32x18			32										
Más de hasta	139														
Más de hasta	150	36x20			36									8,0	
Más de hasta	150		0			+0,062	0	-0,020	+0,030	+0,032	-0,020				
Más de hasta	170	40x22	-0,062		40	0	-0,062	-0,081	+0,030		-0,081			9,4	
Más de hasta	170														
Más de hasta	200	45x25			45									10,4	
Más de hasta	200														
Más de hasta	230	50x28			50									11,4	
Más de hasta	230														
Más de hasta	260	56x32			56									12,4	
Más de hasta	260												+0,2 0	12,4	+0,2 0
Más de hasta	260	63x32			63										
Más de hasta	290		0			+0,074	0	-0,032	+0,030	+0,032	-0,032				
Más de hasta	290	70x30	-0,074		70	0	-0,074	-0,106	+0,030		-0,106			14,4	
Más de hasta	330														
Más de hasta	360	80x30			80									15,2	
Más de hasta	360														
Más de hasta	440	90x35			90	+0,087	0	-0,037	+0,030	+0,042	-0,037			17,0	
Más de hasta	440		0			0		-0,037	+0,030		-0,037				
Más de hasta	440	100x40	-0,087		100			-0,087	-0,124	+0,042	-0,124			19,2	

* La tolerancia es h9 para la sección cuadrada y h11 para la rectangular.



博力顺
BO LI SHUN

GUANGDONG BOSHUN BELTING CO.,LTD.

Product Data Sheet

Type: PU 2L BLUE MATT 1.3MM

Main industry segments

Food

Product structure	
Top cover	
-Thickness	0.25mm
-Material	Polyurethane (PU)
-Features	Non adhesive surface
-Color	blue
-Surface	Matt
-Hardness	86° ShoreA (according to ISO 868)
Bottom cover	
-Thickness	0.4 mm
-Material	Polyester monofilament impregnated PU
-Features	Lateral stability, Antistatic
-Color	Transparent
-Surface	Rigid fabric
-Hardness	-

Technical data	
Total thickness	1.3 mm
Number of plies	2
Weight	1.6 kg/m ²
Maximum width	3000 mm
Effective pull at 1% elongation	6 N/mm (according to ISO 21181)
Twisting force	9.6 N/mm
Maximum admissible tension	11 N/mm
Breaking strength	110 N/mm
Temperature range	-20 °C ~ +80 °C

Minimum roll diameter	
Normal flexion	8 mm
Counter flexion	15 mm

Characteristic			
Slide	Yes	Flame retardant	No
Roller	Yes	Cold resistant	No
Trough	No	Knife edges	Yes
Antistatic	No	Curves	No
Oil and fat resistant	Yes	Guides	Yes
FDA	Yes	Cleats	Yes
Low noise	No	Sidewalls	Yes

Guía de Instalación Rápida

CFW300 Micro Drive



1 INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Esta guía de instalación rápida contiene la información básica necesaria para el correcto funcionamiento del CFW300. El mismo ha desarrollado para ser utilizado por personas con capacitación o calificación técnica adecuada para operar este tipo de equipo. Estas personas deben seguir las instrucciones de seguridad definidas por las normas locales. No seguir las instrucciones de seguridad puede derivar en riesgo de muerte y/o daños en el equipo.

2 AVISOS DE SEGURIDAD EN EL MANUAL

NOTA
No se le atribuye de esta guía a gotar todas las posibilidades de aplicación del CFW300, ni la WEG puede asumir ninguna responsabilidad por el uso del CFW300 que no esté basado en esta guía.
Para más información sobre instalación, lista completa de parámetros y recomendaciones, consulte al sitio web www.weg.net.

PELIGRO!
Las precauciones recomendadas en este aviso tienen como objetivo proteger al usuario contra muerte, heridas graves y daños materiales considerables.

ATENCIÓN!
Las precauciones recomendadas en este aviso tienen como objetivo evitar daños materiales.

NOTA
Las informaciones mencionadas en este aviso son importantes para el correcto entendimiento y buen funcionamiento del producto.

- Teniendo presentes.
- Componentes sensibles a descarga electrostática. No tocarlos.
- Conexión obligatoria a tierra de protección (PE).
- Conexión del blindaje a tierra.

3 RECOMENDACIONES PRELIMINARES

PELIGRO!
Desconecte siempre la alimentación general antes de tocar cualquier componente eléctrico asociado al convertidor. Muchos componentes pueden permanecer cargados con alta tensión o en movimiento (vibraciones), incluso después de que la entrada de alimentación CA haya sido desconectada o apagada. Espere por lo menos 10 minutos para garantizar la total descarga de los condensadores. Siempre conecte el punto de puesta a tierra del convertidor a tierra de protección (PE). El conector XCI10 no presenta compatibilidad USB, por lo tanto, no puede ser conectado a puertos USB. Este conector sirve solamente de interfaz entre el convertidor de frecuencia CFW300 y sus accesorios.

NOTA
Los convertidores de frecuencia pueden interferir en otros equipos electrónicos. Siga las distancias recomendadas en el manual disponible en www.weg.net.

No aplique ningún ensayo de tensión aplicado en el convertidor. En caso de que sea necesario, consulte al fabricante.

ATENCIÓN!
Las tarjetas electrónicas poseen componentes sensibles a descarga electrostática. No toque directamente los componentes o conexiones. En caso de que sea necesario, toque antes el punto de puesta a tierra del convertidor, el que debe estar conectado a tierra de protección (PE) o utilice pulsera de puesta a tierra adecuada.

ATENCIÓN!
Cuando el convertidor sea almacenado por largos períodos de tiempo, se necesario hacer el "refreshing" de los condensadores. Consulte el procedimiento recomendado en www.weg.net.

4 SOBRE EL CFW300

El convertidor de frecuencia CFW300 es un producto de alta performance que permite el control de velocidad y del torque de motores de inducción trifásicos. Este producto proporciona al usuario las opciones de control vectorial (V/F) o escalar (V), ambos programables de acuerdo a la aplicación.

5 NOMENCLATURA

Tabla 1: Nomenclatura de los convertidores CFW300

Producto y Serie	Identificación del Modelo	Corriente Nominal	Nº de Fases	Tensión Nominal	Frenado	Grado de Protección	Versión de Hardware	Versión de Software
CFW300	A	0,55 A	3	230 V	NO	IP20	---	En blanco = estándar S = software especial
CFW300	Consulte la Tabla 2	Consulte la Tabla 2	---	---	---	---	---	En blanco = estándar S = software especial H = hardware especial

Tabla 2: Opciones disponibles para cada campo de la nomenclatura según la corriente y tensión nominal del convertidor

Tamaño	Corriente Nominal de Salida	Nº de Fases	Tensión Nominal	Frenado	
A	0,55 A	3 = alimentación monofásica	1 = 110...127 Vca	ND	
	0,55 A				
	0,55 A				
	0,55 A				
	0,55 A				
	0,55 A				
	T = alimentación trifásica	0,55 A	3 = 200...240 Vca	ND	ND
		0,55 A			
		0,55 A			
		0,55 A			
		0,55 A			
		0,55 A			
D = alimentación 00	0,55 A	3 = 230...240 Vca	ND	ND	
	0,55 A				
	0,55 A				
	0,55 A				
	0,55 A				
	0,55 A				
B	1,1 A	3 = alimentación monofásica o trifásica 000	3 = 200...240 Vca	00	
	1,1 A				
	1,1 A				
	1,1 A				
	1,1 A				
	1,1 A				
	T = alimentación trifásica o 00	1,1 A	3 = 200...240 Vca	00	00
		1,1 A			
		1,1 A			
		1,1 A			
		1,1 A			
		1,1 A			

6 RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO

El CFW300 es suministrado embalado en caja de cartón. En la parte externa del embalaje existe una etiqueta de identificación que es la misma que está fijada en la lateral del convertidor.

Verifique:
 ■ La etiqueta de identificación del CFW300 corresponde al modelo comprado.
 ■ Si ocurren daños durante el transporte.

En caso de que sea detectado algún problema, contacte inmediatamente a la transportadora. Si el CFW300 no es instalado luego de la recepción, almacenarlo en un lugar limpio y seco (temperatura entre -05 °C y 80 °C) con una cobertura para evitar la entrada de polvo en el interior del convertidor.

7 ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN

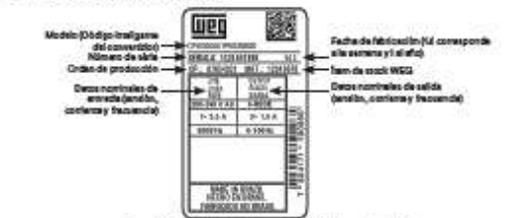


Figura 8: Descripción de esta etiqueta de identificación en el CFW300

8 DIMENSIONES



Tamaño	A	B	H	L	P	Peso	Tamaño de Fijación	Torque de conexión
	mm	mm	mm	mm	mm	kg	Mm (Ref. A)	Nm (Ref. A)
A	165 (± 0,37)	50 (± 0,27)	107 (± 0,30)	730 (± 0,30)	142 (± 0,54)	0,90 (± 0,28)	M6	2 (17,5)
B	165 (± 0,37)	50 (± 0,27)	106 (± 0,30)	730 (± 0,30)	128 (± 0,54)	1,30 (± 0,38)	M6	2 (17,5)

Tabla 3: Dimensiones del convertidor de frecuencia para la instalación mecánica

9 INSTALACIÓN Y CONEXIÓN

Condiciones Ambientales

- Evitar:
- Exposición directa a rayos solares, lluvia, humedad excesiva o brisa marina.
 - Gases o líquidos corrosivos o conductivos.
 - Vibración excesiva.
 - Polvo, partículas metálicas o aceites suspendidos en el aire.

- Condiciones ambientales permitidas para funcionamiento:
- Temperatura alrededor del convertidor: de 0 °C a 50 °C - IP20.
 - Para temperatura alrededor del convertidor mayor que la especificada arriba, es necesario aplicar una reducción de la corriente de 2 %, para cada grado Celsius limitando el incremento a 10 °C.
 - Humedad relativa del aire de 5 % a 95 % sin condensación.
 - Altitud máxima: hasta 1000 m - condiciones normales.
 - De 1000 m a 4000 m - reducción de la corriente de 1 % por cada 100 m por encima de 1000 m de altitud.

■ Grado de contaminación: 2 (conforme EN50178 y UL508), con contaminación no conductiva. La contaminación no debe causar conducción de los neutros acumulados.

10 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

PELIGRO!
 ■ Las informaciones a seguir tienen la intención de servir como guía para observarse una instalación correcta. Sigatambién las normas de instalaciones eléctricas aplicables.
 ■ Asegúrese de que la red de alimentación esté desconectada antes de iniciar las conexiones.
 ■ El CFW300 no debe ser utilizado como reactancia para parada de emergencia. Previa autorización se requiere adicionalmente para este fin.



Figura 9: Forma de conexión, puntos de asentamiento y punto de ajuste recomendados

10.1 CONEXIONES DE POTENCIA

Descripción de los bornes de potencia:
 L1, L2, L3 (R, S, Y) = conexión de la red de alimentación.
 U, V y W = como fin para el motor.
 -U0 = polo negativo de la tensión para el frenado CC.
 -U0+ = polo positivo de la tensión para el frenado CC.
 -BR, BR+ = conexión del resistor de frenado (disponible para los modelos del tamaño B).
 PE = conexión de puesta a tierra.

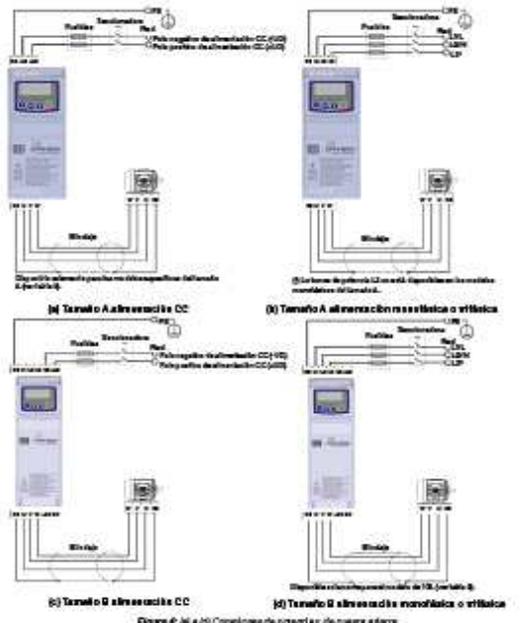


Figura 10: (a) a (d) Conexiones de potencia y de puesta a tierra

10.2 INSTALACIONES DE ACUERDO CON LA DIRECTIVA EUROPEA DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

La serie de convertidores CFW300, cuando son correctamente instalados, cumplen los requisitos de la directiva de compatibilidad electromagnética.

Estos convertidores fueron desarrollados solamente para aplicaciones profesionales. Por eso no se aplican los límites de emisiones de corrientes harmónicas definidas por las normas EN 61000-3-2 y EN 61000-3-3A, 14.

10.2.1 Instalación Conforme

1. Cable de salida (cable del motor) blindado y con el blindaje conectado en ambos lados, motor y convertidor con conexión de baja impedancia para alta frecuencia. Largo máximo del cable del motor y niveles de emisión conducida y radiada conforme la Tabla 8.
2. Cable de control blindado, mantenga la separación de los demás, conforme la Tabla 3.2 del manual del usuario.
3. Puesta a tierra del convertidor conforme instrucciones del ítem 3.2.4 Conexiones de Puesta a Tierra en el manual del usuario.
4. Dado de alimentación puesta a tierra.
5. Use cableado corto para puesta a tierra del filtro externo o del convertidor.
6. ponga a tierra la chapa de montaje, utilizando un cableado lo más corto posible. Conductores planos tienen impedancia menor a altas frecuencias.
7. Use manguitos para conductos siempre que sea posible.

El CFW300 es adecuado para uso en un circuito capaz de proveer no más de 30.000 Ampe amperios alternos, máximo (127 V / 240 V) cuando es protegido por fusibles clasificados como sigue:

Tabla 2: Selección de modelos del área CFW300, especificaciones eléctricas principales

Característica	CFW300 A	CFW300 T	CFW300 D	CFW300 B	CFW300 T	CFW300 D	CFW300 B	CFW300 T	CFW300 D	CFW300 B	CFW300 T	CFW300 D	CFW300 B
Corriente de Salida (CA)	0,55 A	0,55 A	0,55 A	0,55 A	1,1 A	1,1 A	1,1 A	1,1 A	1,1 A	1,1 A	1,1 A	1,1 A	1,1 A
Tensión Nominal de Salida (Vca)	110...127	200...240	230...240	230...240	200...240	200...240	200...240	200...240	200...240	200...240	200...240	200...240	200...240
Nº de Fases	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Frenado	ND	ND	ND	ND	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Grado de Protección	IP20												
Versión de Hardware	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Versión de Software	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Peso (kg)	0,90	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Tamaño de Fijación (Mm)	M6												
Torque de conexión (Nm)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

PELIGRO!
 El convertidor debe ser obligatoriamente conectado a un tierra de protección (PE).
 Utilice cableado de puesta a tierra con cable trifásico igual al indicado en la Tabla 5.
 Conecte los puntos de puesta a tierra del convertidor a una viga de puesta a tierra específica, o al punto de puesta a tierra específico, o inclusive, al punto de puesta a tierra general (resistencia 10 Ω).
 El conductor neutro de la red que se alimenta al convertidor debe ser sólidamente puesto a tierra, no obstante, el mismo no debe ser utilizado para puesta a tierra del convertidor.
 No conecte el cableado de puesta a tierra con otros equipos que operen con alta corriente (ej.: motores de alta potencia, máquinas de soldar, etc.).

NOTA!
 Los valores de los cables de la Tabla 3 son meramente ilustrativos. Para el correcto dimensionamiento del cableado, se deben tomar en cuenta las condiciones de instalación y la máxima caída de tensión permitida.

10.3 CONEXIONES DE CONTROL

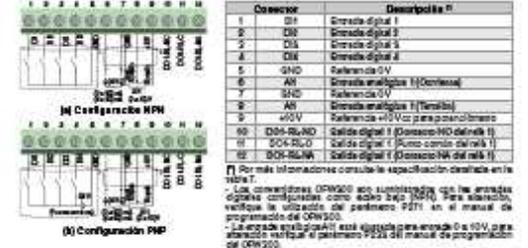


Figura 11: (a) a (d) Señales del conector de la tarjeta de control C200

- Para una correcta instalación del cableado de control, utilice:
1. Cable de los cables: 0,5 mm² (10 AWG) a 1,5 mm² (14 AWG).
 2. Torque máximo: 0,5 Nm (4,50 lb-in).
 3. Cableado en el conector de la tarjeta de control con cable blindado y separados de los demás cableados (potencia, comando en 110 V / 220 Vca, etc.).

10.3.1 Niveles de Emisión e Inmunidad Acústica

Tabla 4: Niveles de emisión e inmunidad acústica

Parámetro	Nivel de Emisión	Nivel de Inmunidad
Emisión		
Emisión (Conducta) (Método Técnico) (Distancia) (Voz) (Rango de Frecuencia) (Método)	ISO 10103-2	Depende del tipo de cable del convertidor, de la longitud del cable del motor. Consulte la Tabla 8.
Emisión Radiada (Voz) (Rango de Frecuencia) (Distancia) (Rango de Frecuencia) (Método)	ISO 10103-2	Depende del tipo de cable del convertidor, de la longitud del cable del motor. Consulte la Tabla 8.
Emisión de Corriente (Rango de Frecuencia) (Método)	ISO 10103-2	Depende del tipo de cable del convertidor, de la longitud del cable del motor. Consulte la Tabla 8.
Emisión de Voltaje (Rango de Frecuencia) (Método)	ISO 10103-2	Depende del tipo de cable del convertidor, de la longitud del cable del motor. Consulte la Tabla 8.
Emisión de Campo Magnético (Rango de Frecuencia) (Método)	ISO 10103-2	Depende del tipo de cable del convertidor, de la longitud del cable del motor. Consulte la Tabla 8.
Emisión de Campo Eléctrico (Rango de Frecuencia) (Método)	ISO 10103-2	Depende del tipo de cable del convertidor, de la longitud del cable del motor. Consulte la Tabla 8.
Emisión de Campo Térmico (Rango de Frecuencia) (Método)	ISO 10103-2	Depende del tipo de cable del convertidor, de la longitud del cable del motor. Consulte la Tabla 8.
Emisión de Campo Acústico (Rango de Frecuencia) (Método)	ISO 10103-2	Depende del tipo de cable del convertidor, de la longitud del cable del motor. Consulte la Tabla 8.

Definiciones de la Norma IEC61800-3: 'Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems'

Primer Ambiente (First Environment): ambientes que incluyen instalaciones domésticas, como establecimientos conectados a transformadores intermedios a la red de baja tensión...

Segundo Ambiente (Second Environment): ambientes que incluyen todos los establecimientos que no están conectados directamente a la red de baja tensión...

- Categoría C1: convertidores con tensiones menores que 1000 V, para uso en el 'Primer Ambiente'.
Categoría C2: convertidores con tensiones menores que 1000 V, que no son proyectados para uso en el 'Primer Ambiente'...

NOTA: Se entiende por profesional a una persona o organización con conocimiento en instalación y/o puesta en funcionamiento de los convertidores...

10.3.2 Características del Filtro Supresor de RF

Los convertidores CPW300 cuando son montados con filtro externo, son utilizados para reducir la perturbación conducida del convertidor hacia la red eléctrica en el rango de altas frecuencias (>150 kHz)...

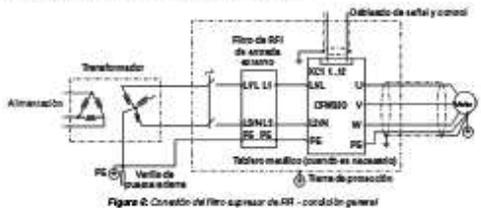


Figura 6: Conexión del filtro supresor de RF - condición general

Tabla 6: Modelo de filtro externo AT para el CPW300. Incluye columnas para Item, Modelo, Nombre y Descripción.

Tabla 6: Modelos de filtro externo con sus características técnicas. Incluye Modelo del Convertidor de Potencia, Emisión Conducida, Longitud Máxima del Cable del Motor, Emisión Radiada y Características de conexión en el sitio.

10.4 ACCESORIOS

Los accesorios son recintos de hardware que pueden ser adicionados en la aplicación con el CPW300. Los accesorios son incorporados de forma simple y rápida a los convertidores, usando el concepto 'Plug and Play'.

11 USO DE LA HMI PARA OPERACIÓN DEL CONVERTIDOR



H.1 INDICACIONES EN EL DISPLAY DE LA HMI



H.2 MODOS DE OPERACIÓN DE LA HMI



Figura 7: Modo de operación de la HMI

12 PREPARACIÓN Y ENERGIZACIÓN

¡PELIGRO! Siempre desconecte la alimentación general, antes de efectuar cualquier conexión.

- 1. Verifique si las conexiones de potencia, puesta a tierra y de control están correctas y firmes.
2. Dentro de los rieles de materiales del interior del convertidor o del accionamiento.
3. Verifique las conexiones del motor y de la corriente y la tensión del motor estén de acuerdo con el convertidor.
4. Desaplique el mecanismo de freno de la carga. Si el motor no puede ser desacoplado, tenga la certeza de que el giro en cualquier dirección (sentido horario o antihorario) no causará daños a la máquina o riesgo de accidentes.



12.1 APLICACION BÁSICA

Tabla 7: Indicaciones en el Display/Acción. Muestra una serie de pantallas de la HMI con sus respectivos códigos de error y acciones recomendadas.

12.2 TIPO DE CONTROL V/F (P202 = 0)

Tabla 7: Indicaciones en el Display/Acción. Muestra una serie de pantallas de la HMI con sus respectivos códigos de error y acciones recomendadas.

13 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

DATOS DE POTENCIA
Fuente de alimentación:
Tolerancia: -15 % a +10 %
Frecuencia: 50/60 Hz (48 Hz a 62 Hz)
Estabilidad de fase: +/- 3 % de tensión de entrada fase-fase nominal.

14 DATOS DE LA ELECTRONICA/GENERALES

Tabla 7: Datos de la electrónica/generales. Incluye una lista de parámetros con sus métodos de configuración y valores.

Tabla 8: Normas consideradas. Incluye una lista de normas internacionales aplicables al producto.

15 NORMAS CONSIDERADAS

Tabla 8: Normas consideradas. Incluye una lista de normas internacionales aplicables al producto.

16 PRINCIPALES PARÁMETROS

En la tabla de abajo son presentados los principales parámetros del CPW300.

NOTA: No es parámetro admisible lectura. V/F: parámetro de configuración, solamente puede ser alterado con el motor parado.

Tabla 8: Principales parámetros. Incluye una lista de parámetros con sus descripciones, rangos de valores y acciones de fábrica.

Tabla 8: Principales parámetros. Incluye una lista de parámetros con sus descripciones, rangos de valores y acciones de fábrica.

17 FALLAS Y ALARMAS

Fallas y alarmas más comunes

Tabla 8: Principales parámetros. Incluye una lista de parámetros con sus descripciones, rangos de valores y acciones de fábrica.

NOTA: Para más información consulte www.weg.net

Esmalte Epoxico

CERTIFICACIONES



Balde de 18 litros a pedido.

DESCRIPCIÓN

Esmalte epóxico poliamida.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Alto brillo y buena flexibilidad.
- Excelente resistencia a la abrasión.
- Buena resistencia a compuestos químicos y agua poluida.
- Recomendado para inmersión continua en agua y exposición atmosférica.
- Muy buena adherencia al acero.
- De fácil limpieza y desinfección.
- Libre de tóxicos.
- Recomendado para acabados de superficies de acero protegidas con (F-27) Anticorrosiva Epoxi y (F-28) Anticorrosiva Epoxi H.B.
- Compatible con sistemas poliuretánicos.
- Excelente protección de superficies de concreto, previa imprimación con imprimante Epóxico (F-05).

COLORES Y BRILLO

Blanco	238.111	Rojo	202.340	Verde	202.910
Creme	238.285	Blau	202.440	Azulclaro	202.820
Naranja	238.200	Azul	202.550	Negro	202.690
Púrpura	238.207				

(otros colores a pedido)

Acabado brillante

INFORMACIÓN BÁSICA A 20 °C

Contenido de sólidos
Espesor recomendado por mano
Rendimiento teórico
Secado al tacto
Intervalo para repintado
Curado total
Estabilidad del envase

Aproximadamente 50 % en volumen (depende del color)
40 - 60 μm película seca
12,5 m²/L a 50 μm - 8,3 m²/L a 60 μm
2 h
mín. 12h
máx. 48 h (pasado este tiempo se recomienda lijar suavemente antes de repintar)
7 días
4 años

RENDIMIENTO TEÓRICO



12,5 m²/L a 50 μm
8,3 m²/L a 60 μm

SECADO A 20°C



Tacto: 2h
Intervalo para repintado:
mín. 12 h máx. 48 h
Curado total: 7 días

SEGURIDAD



Máscara y lentes



Guantes



Overol

DILUCIÓN



AIRLESS SPRAY



BOPLETE



BRUCHA



ROLLO

**CONDICIONES
DE SUBSTRATO Y
TEMPERATURAS**

- para inmersión en agua
- acero, chorro abrasivo SSPC-SP5 (metal blanco).
- Imprimación con Anticorrosivo Epoxi H.B. (F-28).
- para exposición atmosférica
- Acero, chorro abrasivo SSPC-SP5 (metal blanco), SSPC-SP10 (metal casi blanco), mínimamente SSPC-SP6 (comercial).
- Imprimación con Anticorrosiva Epoxi H.B. (F-28) al tratarse de superficies que estarán a la intemperie, se recomienda aplicar como capa final, una mano delgada de Esmalte Poliuretano (F-160).
- Acero galvanizado
- limpieza con detergentes industriales.
- Para todos los casos la temperatura de sustrato debe ser igual o mayor a 8 °C durante la aplicación y curado y, 3 °C sobre el punto de rocío.

MODO DE EMPLEO

Mezclar en la proporción de:
2 partes de componente A (508.111)
1 parte de endurecedor B (590.079)

Tiempo de Inducción
Vida de la mezcla a 20 °C

20 minutos
6 horas

AIRLESS SPRAY
Thinner recomendado
Volumen de thinner

Thinner Epoxi 4044
0 - 15 %

**SOPLETE
CONVENCIONAL**
Thinner recomendado
Volumen de thinner

Thinner epoxi 4044
30 - 45 % depende del espesor requerido y condiciones de aplicación

BROCHA / RODILLO
Thinner recomendado
Volumen de thinner

Thinner Poliuretano 4044
15 - 25 % depende del espesor requerido y condiciones de aplicación

Precauciones / seguridad

Es una pintura en base a solventes orgánicos, evitar el contacto directo con la piel y la inhalación de los solventes, emplear guantes, lentes y máscaras con filtros contra vapores orgánicos.

ENVASES

Cuarto galón 0,9 litros
Galón 3,8 litros
Baide de 18 litros

Autor: Darlin Dayana Claros Perez

Correo: dar.97.dcp@gmail.com

Correo institucional: ddclaros@umsa.com

Celular: 65555653



2024-1163-440-0-1

**DIRECCIÓN DE DERECHO DE AUTOR
Y DERECHOS CONEXOS**
RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NRO. 1-1402/2024
La Paz, 09 de mayo de 2024

VISTOS:

La solicitud de Inscripción de Derecho de Autor presentada en fecha **02 de mayo de 2024**, por **DARLIN DAYANA CLAROS PEREZ** con C.I. N° 5999355 LP, con número de trámite **DA 764/2024**, señala la pretensión de inscripción del Proyecto de Grado titulado: **"DISEÑO DE UNA LAMINADORA DE MASAS PARA LA INDUSTRIA PANIFICADORA"**, cuyos datos y antecedentes se encuentran adjuntos y expresados en el Formulario de Declaración Jurada.

CONSIDERANDO:

Que, en observación al Artículo 4º del Decreto Supremo N° 27938 modificado parcialmente por el Decreto Supremo N° 28152 el "Servicio Nacional de Propiedad Intelectual SENAPI, administra en forma desconcentrada e integral el régimen de la Propiedad Intelectual en todos sus componentes, mediante una estricta observancia de los regímenes legales de la Propiedad Intelectual, de la vigilancia de su cumplimiento y de una efectiva protección de los derechos de exclusiva referidos a la propiedad industrial, al derecho de autor y derechos conexos; constituyéndose en la oficina nacional competente respecto de los tratados internacionales y acuerdos regionales suscritos y adheridos por el país, así como de las normas y regímenes comunes que en materia de Propiedad Intelectual se han adoptado en el marco del proceso andino de integración".

Que, el Artículo 16º del Decreto Supremo N° 27938 establece "Como núcleo técnico y operativo del SENAPI funcionan las Direcciones Técnicas que son las encargadas de la evaluación y procesamiento de las solicitudes de derechos de propiedad intelectual, de conformidad a los distintos regímenes legales aplicables a cada área de gestión". En ese marco, la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos otorga registros con carácter declarativo sobre las obras del ingenio cualquiera que sea el género o forma de expresión, sin importar el mérito literario o artístico a través de la inscripción y la difusión, en cumplimiento a la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, Ley de Derecho de Autor N° 1322, Decreto Reglamentario N° 23907 y demás normativa vigente sobre la materia.

Que, la solicitud presentada cumple con: el Artículo 6º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, el Artículo 26º inciso a) del Decreto Supremo N° 23907 Reglamento de la Ley de Derecho de Autor, y con el Artículo 4º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina.

Que, de conformidad al Artículo 18º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor en concordancia con el Artículo 18º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, referentes a la duración de los Derechos Patrimoniales, los mismos establecen que: "la duración de la protección concedida por la presente ley será para toda la vida del autor y por 50 años después de su muerte, a favor de sus herederos, legatarios y cesionarios"

Que, se deja establecido en conformidad al Artículo 4º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, y Artículo 7º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina que: "...No son objeto de protección las ideas contenidas en las obras literarias, artísticas, o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas ni su aprovechamiento industrial o comercial"

Que, el artículo 4, inciso e) de la ley N° 2341 de Procedimiento Administrativo, instituye que: "... en la relación de los particulares con la Administración Pública, se presume el principio de buena fe. La confianza, la cooperación y la lealtad en la actuación de los servidores públicos y de los ciudadanos ...", por lo que se presume la buena fe de los administrados respecto a las solicitudes



de registro y la declaración jurada respecto a la originalidad de la obra.

POR TANTO:

El Director de Derecho de Autor y Derechos Conexos sin ingresar en mayores consideraciones de orden legal, en ejercicio de las atribuciones conferidas.

RESUELVE:

INSCRIBIR en el Registro de Tesis, Proyectos de Grado, Monografías y Otras Similares de la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos, el Proyecto de Grado titulado: **"DISEÑO DE UNA LAMINADORA DE MASAS PARA LA INDUSTRIA PANIFICADORA"** a favor de la autora y titular: **DARLIN DAYANA CLAROS PEREZ** con C.I. Nº 5999355 LP, quedando amparado su derecho conforme a Ley, salvando el mejor derecho que terceras personas pudieren demostrar.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.

CASA/m

Firmado Digitalmente por:
Servicio Nacional de Propiedad Intelectual - SENAPI
CARLOS ALBERTO GORUCO ARROYO
DIRECTOR DE DERECHO DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS
LA PAZ - BOLIVIA


Firma:



AOLuh8Gi4Gi83G

PARA LA VALIDACIÓN DEL PRESENTE DOCUMENTO IMPRIMIR EN LA PÁGINA WEB www.senapi.gob.bo/verificacion Y COLOCAR CÓDIGO DE VERIFICACIÓN O ESCANEAR CÓDIGO QR.



Oficina Central - La Paz
Av. Moravia, N° 215,
entre Esp. Uruguay y
E. Baraltán Roman.
Telfs: 2116990
2116926 - 2116921

Oficina - Santa Cruz
Av. Uruguay, Calle
prolongación Quijano,
N° 24. E.81. Bicentenario.
Telfs: 3127761 - 7042994

Oficina - Cochabamba
Calle Bolivia, N° 737,
entre 16 de Julio y Aricaiana.
Telfs: 4149400 - 7042997

Oficina - Oruro
Av. Juan Pablo I, N° 2560
E.82. Mercado El Calle
Lido, Pro 2. Of. 58.
Zona 16 de Julio.
Telfs: 2149001 - 7042029

Oficina - Potosí
Calle Edmundo I, N° 305
cr.15 esq. Universidad,
Zona Parque Bolivia.
Telf: 7000887

Oficina - Tarija
Av. La Paz, entre
Calle San Trigo y Anaco
Edif. Santa Cruz, N° 240.
Telf: 12015266

Oficina - Sucre
Calle 5 de Octubre N° 583,
entre Apacache
y Anón, Galerio Central,
Of. 14.
Telf: 6707088

Oficina - Puno
Av. Villalba entre calles
Wenceslao Albo y San Alberto.
Edif. AN. Solinas N° 242,
Pinar Plaza, Of. 11.
Telf: 7007814

