



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE LA TRANSPORTACIÓN PARA
CUERPOS DE LATA TIPO ESBELTOS 12OZ EN
UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE
CILINDROS DE ALUMINIO**

Autor:

Br. Francesco Miguel Napolitano Carpio

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO DE LA TRANSPORTACIÓN PARA
CUERPOS DE LATA TIPO ESBELTOS 12OZ
EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE
CILINDROS DE ALUMINIO**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO

Autor:

Br. Francesco Miguel Napolitano Carpio

Tutor:

Ing. Giovanni Pizzella Pierro

San Diego, enero de 2023



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de INGENIERÍA para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: DISÑO DE LA TRANSPORTACIÓN PARA CUERPOS DE LATA TIPO ESDELTOS 12 02 EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE CILINDROS DE ALUMINIO

Realizado por el (la) Br. NADDFIANO CARPIO FRANCESCO MIGUEL
C.I. N° 27850022 cursante de la carrera de INGENIERÍA MECÁNICA

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

Giovanni Pizzella P
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre:
C.I.: 4455859

El Jurado

Donato Romanello
Jurado
Nombre: DONATO ROMANELLO
C.I.: 4131877

Luis Ortega
Jurado
Nombre: LUIS ORTEGA
C.I.: 3476801

Fecha: 03/07/2023

[Signature]



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Giovanni Pizzella Pierro, portador de la cédula de identidad N° 4.455.859, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Br. Francesco Miguel Napolitano Carpio, portador de la cédula de identidad N° 27.850.022, titulado "DISEÑO DE LA TRANSPORTACIÓN PARA CUERPOS DE LATA TIPO ESBELTOS 120Z EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE CILINDROS DE ALUMINIO"; presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Mecánico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 16 días del mes de junio del año dos mil veintitrés.

Ing. Giovanni Pizzella Pierro

C.I: 4.455.859



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA

FI N 005 2022-3CR TG

Valencia, 14 de abril de 2023

Ciudadano:
NAPOLITANO CARPIO, FRANCESCO MIGUEL
27.850.022
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 02-2023 de fecha 08/02/2023 aprobó el proyecto de grado titulado:

Diseño de la transportación para cuerpos de lata tipo esbeltos 12 oz en una empresa manufacturera de cilindros de aluminio.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Giovanni Pizzella Pierro, titular de la cédula de identidad V-4.455.859

Atentamente

Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería



DEDICATORIA

A Dios y mi familia.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, me gustaría hacer siempre referencia a quien yo considero es clave en el desarrollo humano, desde lo tecnológico hasta lo social, desde lo palpable hasta lo impalpable, desde la vida hasta lo desconocido. Primeramente, agradecer a Dios porque a pesar de la incertidumbre ¿qué fuese de nosotros sin su refugio emocional y espiritual?

Habiendo dado honor y presencia a quien primeramente lo merece , no puedo dejar de lado a quien siempre en presencia me ha apoyado , acompañado y a su manera guiado .Por siempre estar , por siempre ser y por siempre amar a mi padre Franco Napolitano , quien en guía y de la mano de la razón , del perdón , de la cordura y de la incondicionalidad ha sido pilar, mi madre Elisa Carpio porque gracias a ambos en justo balance y armonía han sabido complementar una crianza y crecimiento en libertad, honor y pasión .

No puedo dejar lado a quien por naturalidad ha sido mi complemento porque me ha llenado de inspiración, calma, paciencia y alegría todo el recorrido de mi vida, a mi hermana María Elisa Napolitano, gracias, por tanto.

No puedo ser egoísta, al dejar de tomar en cuenta a quienes me dieron la primera oportunidad como ser humano contemporáneo, a quienes vieron en mi ni lo que yo mismo veía. Aunque textualmente no pueda nombrarlos, muchas gracias. Son motivo de este proyecto.

Como dejar de lado, como olvidar, a quienes supieron entenderme, valorar mi manera de ser, apoyar mi manera de actuar y enseñarme a pesar de mi rebeldía porque, aunque siempre fue difícil entender a quien siempre quiso no ser entendido, ustedes lograron que la razón entrara en mi para poder avanzar y salir de mi zona de confort y de mi refugio. Gracias a mis profesores porque sé que no fue fácil.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO.....	Pag
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xiv
RESUMEN INFORMATIVO.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Formulación del Problema.....	6
1.3 Objetivos de la Investigación.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 Justificación	6
1.5 Alcance y Limitaciones.....	7
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes	8
2.2 Teoría Central de la Investigación	11
2.2.1 Teoría de las Restricciones	11
2.2.2 Teoría de la Energía de Distorsión.....	11
2.3 Bases Teóricas	12
2.3.1 Materia Prima de la Cerveza.....	12
2.3.1.1 Cebada.....	12
2.3.1.2 Malta	12
2.3.1.3 Malteo	13
2.3.1.4 Lúpulo.....	13
2.3.1.5 Adjunto - hojuelas de maíz o arroz	14

2.3.1.6 Agua.....	15
2.3.1.7 Levadura	16
2.3.2 Aluminio	19
2.3.2.1 Características.....	19
2.3.2.2 Envase de Latas.....	21
2.3.3 Transportadores.....	21
2.3.3.1 Sistemas que trabajan por Gravedad.....	21
2.3.3.2 Transportadores accionados Mecánicamente	22
2.4 Cálculos fundamentales para uso de banda transportadora	23
2.4.1 Cálculo de la tracción de la banda o carga de tensión	23
2.4.2 Tracción ajustada de la banda	23
2.4.3 calcular la resistencia de banda permitida	24
2.4.4 Separación máxima entre los engranajes del eje motriz	24
2.4.5 la deformación del eje.....	25
2.4.5 Par torsor del eje	25
2.5 Bases Legales.....	25
2.6 Definición de Términos	26
III MARCO METOLÓGICO	
3.1 Tipo de Investigación.....	27
3.2 Diseño de la Investigación	28
3.3 Nivel de la investigación.....	28
3.4 Población y muestra	29
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	29
3.5.1 Observación Directa.....	30
3.5.2 Revisión documental.....	30
3.5.3 Entrevista no estructurada.....	30
3.5.3 Check-list.....	31

3.6 Técnicas de Análisis de Resultados	31
3.8 Fases Metodológicas	31
IV RESULTADOS	
4.1 Diagnóstico de la situación actual de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”	33
4.1.2 Entrevista no estructurada	35
4.1.3 Análisis de la entrevista no estructurada y observación directa.	36
4.2 Selección de las alternativas de diseño para la transportación de cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”	37
4.3 Diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”	42
4.4 Determinación de la viabilidad económica del diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”	58
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	66
ANEXOS	
A Condiciones de funcionamiento para banda transportadora.....	70
B factor de temperatura de ACETAL.....	71
C Características de engranajes de acetal.....	72
D Factores de resistencia.....	73
E Características según tamaño de engranaje.....	74
F Par de torsión.....	75
G Motores trifásicos cerrados Weq.....	76
H Dimensiones de motores trifásico Weq.....	77
I Características de motoreductores	78
J Factores de servicio para selección de motoreductores	79
K Relaciones de transmisión	80
L Características de acoples	81
M Dimensiones de acoples	82
N Factores de fricción	83

Ñ Estructura para diseño propuesto.....84

O Vista frontal de estrucutra de banda transportadora85

P Plano de diseño propuesto.....88

Q Plano de diseño propuesto89

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	PP.
1	Diagnóstico de banda transportadora actual en la empresa estudio.	33
2	Método Ishikawa aplicada a empresa estudio.	36
3	Banda transportadora escalonada en tramos	37
4	Banda transportadora escalonada con cinta regresiva	38
5	Banda transportadora de etapas regresivas	39
6	Sección circular de banda transportadora.	44
7	Secciones inclinadas de banda transportadora	45
8	Fuerza de tracción en el movimiento de las latas	46
9	Barandillas	54
10	Estructura diseñada para el diseño propuesto.	55
11	Diseño propuesto desde vista de planta.	55
12	Diseño propuesto desde vista frontal	56
13	Diseño propuesto desde vista isométrica	56
14	Análisis de esfuerzos en estructura de soporte de banda transportadora	57
15	Grafica de las producciones reales de empresa estudio	60

ÌNDICE DE TABLAS

TABLA		PP.
1	Comparación de restricciones vs alternativas	44
2	Ponderación de criterios	44
3	Parámetros de puntuación	44
4	Ponderación de soluciones de acuerdo a criterios de selección	45
5	Evaluación de soluciones	45

LISTA DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	Pp.
1	Ventajas y desventajas de Banda transportadora escalonada en tramos	38
2	Ventajas y desventajas de Banda transportadora escalonada con cinta regresiva	39
3	Ventajas y desventajas de Banda transportadora de etapas regresivas	40
4	Criterios y restricciones	40

INDICE DE ECUACIONES

ECUACION		PP.
1	Cálculo de la tracción de la banda o carga de tensión	23
2	Tracción ajustada de la banda	24
3	Calcular la resistencia de banda permitida	24
4	Separación máxima entre los engranajes del eje motriz	24
5	La deformación del eje	25
6	Par torsor del eje	25



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

DISEÑO DE LA TRANSPORTACIÓN PARA CUERPOS DE LATA TIPO ESBELTOS 12OZ EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE CILINDROS DE ALUMINIO.

Autor: Br. Francesco Miguel Napolitano Carpio

Tutor: Ing. Giovanni Pizzella Pierro

Fecha: Enero 2023

RESUMEN INFORMATIVO

Actualmente las tendencias económicas y sociales a nivel nacional y mundial, indican que la tendencia de compra, venta y fabricación de cuerpos de lata camina y se dirige hacia una estilización y elegancia a la hora de manufacturar el mismo, dicha empresa produce latas de aluminio del tipo esbeltos (sleek) 12oz en línea 3; una vez formados los envases, estos son trasladados mediante una banda transportadora que se encuentra dentro de una fosa, por debajo del nivel del piso. El objetivo de la presente investigación fue proponer el diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz” en una empresa manufacturera de cilindros de aluminio. La metodología está basada en una investigación de tipo proyectiva, bajo un diseño no experimental transeccional con enfoque cuantitativo descriptivo. La población del estudio fue los sistemas de transportación de la empresa; siendo la muestra representada por la sección específica que existe entre la salida de las recortadoras hasta la entrada de las lavadoras. Se utilizó para la recolección de datos la revisión documental, la observación directa y entrevista no estructurada y su análisis se presentó en el método de Ishikawa. Por último, los datos serán analizados y presentados a través de la estadística descriptiva frecuencial.

Descriptor: transportación, cuerpos de lata, esbeltos 12oz.

INTRODUCCIÓN

En busca de mejorar las condiciones de operatividad y el aumento de producción de la línea de envasado de latas de una empresa manufacturera de cilindros de aluminio, se plantea la necesidad del diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”, el cual actualmente en la transportación para este cuerpo presenta una inercia de los envases, lo que resulta que al ser transportado por las bandas hasta el proceso de lavado estas latas tienden a caerse generando pérdidas de tiempo en el proceso y paradas de la máquina.

La empresa hoy en día cuenta con dos líneas de producción de envases (L-1, L-3) que operan de forma independiente; utilizan como materia prima el aluminio, que presenta las siguientes características: liviano, maleable, efectiva protección al producto envasado, permite el rápido enfriamiento del líquido que contiene, ecológico, reciclable y atractivo por las posibilidades decorativas. El sistema de producción es continuo, de 24 horas al día, los 7 días de la semana, con el fin de satisfacer las necesidades principalmente de las diversas plantas.

Ahora bien, el desplazamiento de envases se ocupa de 5 elementos: movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio. El transporte consiste, en movimiento de la forma más eficiente al tiempo más adecuado, hacia y desde el lugar correcto, en la cantidad requerida, con la máxima economía de espacio. El desplazamiento añade valor al producto; por ello es de la mayor importancia asegurar una eficiencia máxima del transporte durante todos los movimientos de como materia prima desde el lugar de suministro al almacén o proceso, como producto en elaboración en las etapas del proceso, como producto acabado hacia el embalaje y envío, cualquier reducción en este objetivo claro tendrá como consecuencia una visión restringida con la correspondiente pérdida de efectividad.

Por consiguiente, mejores condiciones de trabajo y reducción de fatiga de los operarios. Todo ello conduce a una mayor productibilidad mejor calidad del producto y reducción del ausentismo. Además, permitirá implementar métodos de mejora del proceso de producción y de la calidad del producto, con la finalidad de ofrecer productos bajo condiciones óptimas garantizando la satisfacción de sus clientes.

Por tal motivo la presente investigación tendrá el propósito de proponer el diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz” en una empresa manufacturera de cilindros de aluminio. Para alcanzar los objetivos propuesto se llevará a cabo una investigación de tipo proyectivo factible, bajo un diseño no experimental transeccional con enfoque cuantitativo

descriptivo porque se utilizará la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías. Para el alcance de los objetivos propuestos se llevará a cabo como técnica de recolección de datos a la revisión documental y la observación directa; de tal manera que a través de un cuestionario se podrá obtener los resultados de los objetivos planteados.

El estudio del presente trabajo de grado fue distribuido en cuatro capítulos:

Capítulo I: Explicar todo lo relacionado con el método y planteamiento del problema, excepto el objetivo del proyecto y las limitaciones que surgen en la resolución del problema.

Capítulo II: Cubre toda la terminología y los conceptos necesarios que servirán de base para realizar el estudio, así como una breve descripción del contexto relevante para el estudio.

Capítulo III: Cubre los diversos pasos metodológicos utilizados para formular estrategias diseñadas para lograr los objetivos propuestos.

Capítulo IV: Presenta el análisis e interpretación de los resultados, donde se muestra el desarrollo de las fases metodológicas de estudio.

Capítulo V: Contiene las conclusiones y recomendaciones. Posteriormente bibliográficas y, por último, los anexos pertinentes.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

A nivel mundial para cualquier empresa, disminuir sus costos y realizar procesos más eficientes son objetivos que tienen que ser alcanzados si quieren permanecer a largo tiempo como una empresa que se caracterice por ser estable, confiable y consolidada en un mundo cada vez más competitivo y exigente. Dado a que, las pérdidas de tiempo, dinero, recursos e insumos causados por desperfectos, una falla o no conformidad en un proceso, interfieren en el alcance de esos objetivos; por ello toda empresa se ve en la búsqueda y necesidad de implementar mejoras y soluciones que sean prácticas, justificadas y efectivas en cada uno de sus ámbitos (Rodríguez y Manjarres, 2022).

De esta manera, conocer a fondo los procesos que se llevan a cabo, las acciones ejecutadas, los responsables, lo que entra y sale de un proceso; y todo lo relacionado con el estudio ayuda a tener una visión mucho más compleja de los puntos que deben ser evaluados, de tal manera que se pueda determinar y analizar el área y los focos que deben ser tratados de forma inmediata. Por lo tanto, la implementación de mejoras permite la actualización y renovación de tecnologías y metodologías empleadas, el hecho de generar un proyecto de estudio y de mejoras de cualquier brecha que se hay identificado da a entender el interés e intención de las empresas de evolucionar y cambiar hacia tendencias y procesos eficientes que sean beneficios para todos (Amat, 2019).

En Latinoamérica, la implantación de la gestión por procesos ha ayudado a mejorar significativamente todos los ámbitos de gestión de las organizaciones, al lograr resultados sistemáticos y predecibles con mayor eficacia y eficiencia al comprender y dirigir las actividades como procesos interrelacionados que funcionan como un sistema coherente. Por lo que los procesos están permanentemente sometidos a revisiones ya que; desde el punto de vista interno, todo proceso es mejorable en sí mismo y siempre se encuentra algún detalle, alguna secuencia que aumenta su rendimiento en aspectos como productividad de las operaciones o de disminución de defectos o costos. Desde el punto de vista externo, los procesos han de cambiar para adaptarse a los deseos de los clientes, los requisitos del mercado, o al surgimiento de nuevas tecnologías (Jaya, Planche y Guerra, 2018).

Cuando un proceso o un sistema de gestión de la calidad no alcanzan sus objetivos, la organización deberá establecer las correcciones y acciones correctivas necesarias para asegurar que las salidas del proceso sean conformes con los requisitos especificados, lo que implica actuar sobre las variables de control para que el proceso alcance los resultados planificados. También puede ocurrir que, aun cuando un proceso esté alcanzando los resultados planificados, la organización identifique una oportunidad de mejora en dicho proceso por su importancia, relevancia o impacto en la mejora global de la organización (Evans y Lindsay, 2015).

En cualquiera de estos casos, la mejora de un proceso se traduce en un aumento de su capacidad para cumplir con los requisitos establecidos, es decir, para aumentar la eficacia y/o eficiencia del mismo. Para Aldea (2021), la mejora del proceso depende de la capacidad para identificar problemas de manera eficaz, desarrollar soluciones adecuadas e implementarlas. Un enfoque de resolución de problemas sistemático, basado en hechos, es vital para lograrlo.

En Venezuela, la situación actual del país y sobre todo la economía global, hace que las empresas estén en la búsqueda de las mejores operaciones de sus procesos, con el fin de hacerlas más confiables y rentables, con el propósito de permanecer en el tiempo ofreciendo artículos, servicios y/o productos de óptima calidad a los más bajos costos posibles, para representar siempre la mejor opción para los clientes. Por consiguiente, las pérdidas de tiempo, recursos, insumos, fallas en los procesos, mala calidad de los materiales e insumos, merma de insumos, desperdicios e incumplimientos de los planes de calidad, hacen que las mismas se alejen del objetivo y que las operaciones se tornen cada día menos rentables (Hernández, 2018).

Se estudia la situación actual de una empresa dedicada al área de cervecería, esta planta se encarga de fabricar envases de aluminio y tapas de aluminio para el envasado de diversas bebidas carbonatadas. Cuenta con la más avanzada tecnología, operando bajo estrictas normas de seguridad e higiene; siendo la producción de envases de aluminio diferente al usado por otras plantas de envases metálicos convencionales, el cual hace pionera a Venezuela en esta área y catalogada como una de las principales fábricas de envases de aluminio en Latinoamérica, con tecnología de punta.

De esta manera, dicha empresa manufacturera, cuenta con dos líneas de producción, línea 1 y línea 3, que operan de forma independiente; línea 1 produce al alrededor de 1.100 latas por minuto de envases de 12 oz con cuello 2-2/16"; y la otra presentación en 10,8oz - 10.0oz - 8.4oz y 8oz, con la capacidad de 2.400 latas por minuto, este último tamaño es comercializado sólo en el

exterior, tiene una producción promedio de 3.600.000 envases por día.

En el proceso de fabricación de envases utiliza como materia prima al aluminio, que presenta cualidades perfectas, es liviano, maleable, efectiva protección al producto envasado, permite el rápido enfriamiento del líquido, ecológico, reciclable y atractivo por las posibilidades decorativas; por el tipo de materia prima el envase es reciclado una vez consumido el producto lo cual favorece a la mejora del deterioro ambiental. Los envases pasan por un proceso como la formación de copas, embutido, corte, tratado químico, enjuagado y secado (Said, 2014).

En la empresa, el proceso de envasado de la cerveza y malta elaborados en envases no retornables se lleva a cabo a través de la ejecución de varias etapas, como lo son la recepción y almacenamiento de insumo cuerpo lata, el despaletizado. El enjuague de las latas, el llenado y tapado, la pasteurización, la inspección de las latas llenas, el secado de los envases el empaquetado, y el paletizado de las cajas; además de contar con un conjunto de vías de transporte que van generando un porcentaje de desperdicio y merma que impacta en la productividad de la línea.

Actualmente la empresa fabrica latas de aluminio del tipo esbeltos (sleek) 12oz en línea 3; una vez formados los envases, estos son trasladados mediante una banda transportadora que se encuentra dentro de una fosa, por debajo del nivel del piso. En una parte de su recorrido, los envases se trasladan a un nivel superior, donde se realizará el proceso de lavado; es aquí donde se encuentra el principal problema del producto no conforme de la planta, dado a que en la transportación para este cuerpo de lata se presenta una inercia, lo que resulta que al ser transportado por las bandas hasta el proceso de lavado estas latas tienden a caerse lo que genera pérdidas de tiempo en el proceso y paradas de la máquina.

Es de saber que el beneficio de una empresa es el ingreso total de producto de la venta del bien o servicio derivado de su actividad principal; el ingreso total en esta empresa son las ganancias que recibe de la venta de la producción de cerveza y malta, menos el coste total que se paga por los factores de producción (alquileres, salarios, coste materia prima entre otros). Por tal motivo, la presente investigación tiene el propósito de proponer el diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz” en una empresa manufacturera de cilindros de aluminio, con la finalidad de mejorar las condiciones del proceso que permita garantizar el aumento de la productividad y alcanzar los perfiles de competitividad y calidad requeridos.

1.2 Formulación del Problema

De acuerdo a lo descrito anteriormente y para hacer el proceso más eficiente, mejorar medidas de desempeño y calidad del servicio, surge la siguiente interrogante: ¿Cómo se puede mejorar la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Diseñar la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz” en una empresa manufacturera de cilindros de aluminio.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”.
- Seleccionar las alternativas de diseño para la transportación de cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”.
- Diseñar la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”.
- Determinar la viabilidad económica del diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”.

1.4 Justificación

La presente investigación se justifica ya que tiene el objeto de proponer el diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz” en una empresa manufacturera de cilindros de aluminio, por lo que presenta un gran aporte teórico e investigativo en cuanto a la variable en estudio. Entre sus implicaciones prácticas, mejorar su diseño de transportación permitirá obtener un proceso operativo con mayor eficiencia para la obtención del producto final. Además, permitirá implementar métodos de mejora del proceso de producción y de la calidad del producto, con la finalidad de ofrecer productos bajo condiciones óptimas garantizando la satisfacción de sus clientes.

Metodológicamente la realización de la presente investigación servirá de apoyo a otros estudios referentes al tema abordado, siendo un antecedente para la línea de investigación de ciencias cognitivas y aplicadas. perteneciente a la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad José Antonio Páez. A nivel social, le presentará a la empresa, una propuesta que les permitirá obtener la calidad de los productos fabricados siendo esencial para su éxito ante el consumidor.

1.5 Alcance y Limitaciones

La presente investigación tendrá un enfoque de proyecto factible con el alcance de proponer el diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz” en una empresa manufacturera de cilindros de aluminio, para evitar la inercia que produce que los envases pierdan su estabilidad y caigan de la banda transportadora.

Respecto a las limitaciones de dicho proyecto podemos encontrar que las dimensiones del espacio disponible para el diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz” son limitadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Tamayo (2012) afirma que “todo hecho anterior a la formulación del problema que sirve para aclarar, juzgar e interpretar el problema planteado constituye los antecedentes del problema” (p.149). Es así, que conocer los antecedentes del problema es importante para no replicar la investigación, es decir, que permitirá identificar que interrogantes ya han sido respondidas frente a un problema. En este mismo sentido, con la presentación de antecedentes se busca aprovechar las teorías existentes sobre el problema con el fin de estructurar el marco metodológico.

Aldea (2021) egresada de la Universidad Alas Peruanas realizó un estudio titulado **“Influencia del rediseño de los procesos productivos de una empresa de envolturas flexibles basado en la mejora continua”**, tuvo el objetivo de dar a conocer el rediseño de los procesos basado en la mejora continua, por medio de la evaluación y ejecución de un plan de autocontrol en la producción, análisis de causa-raíz del producto no conforme y el establecimiento de acciones correctivas. La empresa en estudio pretendía disminuir los índices de scrap de cada proceso de la producción de envoltura flexibles, originados como resultado de malos procedimientos, devoluciones internas, bobinas y/o fardos observados.

Por tal motivo, se esperaba una reducción de reclamos como resultado de la mejora en la calidad del producto terminado. Al reducir el scrap en cada proceso de la división de plásticos, observó una disminución en los reprocesos y costos, lo que a su vez tuvo un impacto positivo en los ingresos de la empresa, dado que al brindar un producto con altos estándares de calidad se fidelizó a los clientes. Además, se mejoró la eficiencia de los procesos de las áreas de extrusión, impresión, corte, laminado y sellado. Al poseer procedimientos y procesos estandarizados, se mejoró el tiempo de ejecución de los mismos, lo que originó una mejor imagen antes los clientes y competidores.

Así mismo, Velásquez (2020) egresado de la Universidad José Antonio Páez realizó un estudio titulado **“Diseño de un sistema de transporte automático para el manejo de envases de una línea de envasado”**, este trabajo abordó el proceso de diseño de un sistema acumulativo de envases sobre una banda transportadora de tipo modular en una línea de envasado, el cual está ejecutando actualmente un incorrecto transporte de los envases y por ende afectando el desempeño

de dicha línea y el deterioro de las bandas. Estuvo enmarcado en un proyecto factible, sustentado en un diseño de campo con un nivel descriptivo. Aplicó una metodología que arrojó un conjunto de alternativas de solución que resultaron en la selección de una propuesta de diseño de acuerdo a los criterios y requerimientos del sistema de estudio.

Dicha propuesta se realizó tomando en consideración los criterios que deben tomarse en el transporte de envases, así como las recomendaciones ofrecidas por el fabricante, a fin de garantizar un diseño óptimo para el correcto funcionamiento de una banda transportadora en condiciones de acumulación. El estudio del sistema actual concluyó que la utilización de una banda incorrecta y sometida a velocidades por encima del necesario contribuye a un acelerado desgaste de estas y un estancamiento de envases, razón por la que es recomendado ajustar los parámetros de operación sobre los cuales el diseño es efectuado.

Por otro lado, Zhou (2020) egresado de la Universidad Politécnica de Cartagena presentó una tesis titulada **“Estudio y diseño de un transportador de acumulación para la optimización de una línea de producción”**, el objetivo fue el estudio de diferentes tipos de transportadores de acumulación cuya función es absorber posibles paradas en líneas de producción por avería o realimentación de consumibles; con la ayuda del software de simulación se redujo considerablemente el tiempo de desarrollo, lo que permitió detectar con antelación los problemas de los diferentes sistemas existentes y evitar hacer pruebas en taller que puede implicar un gasto adicional. Además, la demostración visual del movimiento de flujo a través del programa nos permitió comprender los motivos de problemas encontrados.

Además, empleo el manual de ingeniería de Intralox para conseguir un diseño estándar, reduciendo al máximo piezas a medida o mecanizadas que implican un aumento de coste de fabricación. Al mismo tiempo, el manual ayuda a cumplir algunos puntos críticos de la normativa, y como consecuencia un ahorro de tiempo de diseño. Concluyo que el equipo es totalmente simétrico lo cual permitió estandarizar en gran medida los elementos mecanizados como chasis y ejes, y emplear el diseño tanto para fabricar un pulmón como para hacer transportador de banda modular.

También Hernández (2018) egresado de la Universidad Rafael Beloso Chacín realizó una investigación titulada **“Sistema de gestión de planta para la empresa Alimentos Polar Comercial planta Maracaibo”**, tuvo como objetivo principal proponer un sistema de gestión de planta para el proceso de producción de pasta en la empresa Alimentos Polar Comercial C.A planta

Maracaibo, se fundamentó en una investigación de tipo descriptiva de tipo proyectiva. Realizo un diagnóstico que consistió en una serie de componentes de software y hardware vinculados entre sí mediante redes de comunicación bajo estándares industriales como las normas ISA-S88 e ISA-S95, mediante las topologías sugeridas y los parámetros establecidos por estas. El hardware se conformó por módulos de comunicación Ethernet Industrial de la marca Allen Bradley y Prosoft para comunicación con controladores de otras marcas.

Mediante el desarrollo de algoritmos se obtuvieron y procesaron los datos del proceso para clasificar los tiempos de producción y las cantidades entregadas en cada momento para determinar los puntos críticos y oportunidades de mejora mediante la determinación de tiempos muertos y clasificación de paradas no planificadas. El desarrollo del sistema de gestión de planta aportó información clave para mejorar el rendimiento de los procesos productivos, desempeñándose satisfactoriamente durante la instalación y validación. Dicha investigación tendrá un aporte significativo para el presente estudio a nivel teórico referente al análisis de la situación y una solución a lo investigado con el diseño e implementación de un sistema de gestión de planta para el proceso productivo de la empresa.

Por su parte López (2018), egresado de la Universidad Politécnica de Madrid, realizó una investigación titulada “**Ensayos de compresión sobre latas de refresco. Análisis de tensiones y deformaciones**”, el objetivo fue el estudio del comportamiento y análisis estructural de la lata de refresco ante posibles compresiones que puedan darse sobre la misma. Realizó unos ensayos previos para las deformaciones tanto longitudinales como transversales que sufre la lata de refresco cuando se le aplican cargas de compresión en torno a los cuatro kilos. Empleo la técnica de la extensometría eléctrica para determinar el valor de las deformaciones tanto longitudinales como transversales que experimenta la lata de refresco. Resulto que la velocidad y parámetros de la maquina no variaron, manteniendo una velocidad de desplazamiento de la traviesa de 2mm/min.

De esta manera las investigaciones antes mencionadas tendrán un gran aporte a la presente investigación dado a que se relacionan con el tema abordado, además de la información recopilada referente al rediseño, la transportación de cuerpos de lata, mejoras de producción, diseños automatizados, entre otros puntos relevantes para proponer el diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz” en una empresa manufacturera de cilindros de aluminio.

2.2 Teoría Central de la Investigación

2.2.1 Teoría de las Restricciones

Conceptualizada como una filosofía de mejora continua, la Teoría de las Restricciones o TOC (Theory of Constraints) permite a las organizaciones en un sentido común, construir soluciones basadas en un razonamiento de relación causa y efecto. El doctor en física Eliyahu M. Goldratt explica su teoría con base en un sistema (una planta de producción, una empresa, organización dedicada a servicios o industria) formado por elementos interdependientes, como si de una cadena se tratara. Y el sistema sólo puede ser tan fuerte como el eslabón más débil; como la restricción o cuello de botella (Aguilera, 2000).

Desde una vista general, la teoría de las restricciones afirma que en toda organización siempre habrá por lo menos una restricción, de no encontrarse ninguna restricción la empresa podría generar ganancias ilimitadas. Entendiéndose así que, una restricción es cualquier factor que limita a la organización a obtener más de lo que se esfuerza. No obstante, existen restricciones de las que no se puede tener algún control. Goldratt define un proceso de cinco pasos que pueden utilizarse para fortalecer el o los eslabones más débiles. Y dado que el enfoque es aplicado en las limitaciones, la implementación de TOC puede resultar en una mejora sustancial sin movilizar una gran cantidad de recursos, con resultados después de tres meses de esfuerzo (Zambrano, Soto y Ugalde, 2021).

2.2.2 Teoría de la Energía de Distorsión

Esta teoría de falla también es llamada teoría de la energía de corte o teoría de VonMises-Hencky. Aplicarla es solo un poco más difícil que aplicar la del esfuerzo cortante máximo, y es la más conveniente para el caso de materiales dúctiles. La teoría de la energía de la distorsión se originó debido a que se comprobó que los materiales dúctiles sometidos a esfuerzos hidrostáticos (de igual tensión o compresión), presentan resistencia a la fluencia que exceden en gran medida los valores que resultan del ensayo de tensión simple. Por lo tanto, se postuló que la fluencia no era un fenómeno de tensión o compresión simples, sino más bien, que está relacionada de alguna manera con la distorsión angular del elemento esforzado. Ahora bien, una de las primeras teorías de la falla afirmada que la fluencia se inicia cuando la energía total de deformación, almacenada en el elemento esforzado, llega a ser igual a la energía elástica que hay en un elemento contenido en la probeta de tensión en el punto de cadencia.

La expresión propuesta por Von Mises y H. Hencky, de acuerdo con este criterio una pieza resistente o elemento estructural falla cuando en alguno de sus puntos la energía de distorsión por unidad de volumen rebasa un cierto umbral:

$$e_{\text{dist}} \geq \frac{\sigma_y}{2E}$$

En términos de tensiones este criterio puede escribirse sencillamente en términos de la llamada tensión de von Mises como:

$$\sigma_{\text{VM}} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} \geq \sigma_y$$

Donde: $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$, son las tensiones principales en el punto considerado.

2.3 Bases Teóricas

2.3.1 Materia Prima de la Cerveza

Antiguamente la cerveza se elaboraba con malta, lúpulo, agua y levadura. Con la industrialización, una serie de países incorporaron las hojuelas de cereales, como el maíz y el arroz, y obtuvieron una bebida más refrescante y suave capaz de adaptarse a las exigencias climáticas de cada región. En sus inicios se fabricó cerveza muy similar a las europeas, específicamente a las alemanas, es decir: 100 % cebada malteada, pero el consumidor sentía la sensación de llenura que no le provocaba seguir tomando cerveza. En 1942 con la llegada de Carlos Roubicek a la empresa, se decidió reemplazar entre un 15 y un 25 % el uso de malta por las hojuelas de maíz o arroz. Cada uno de los ingredientes que se utilizan en la fabricación, contribuye de manera particular a la obtención de un producto con cualidades muy estimadas (Camargo, 2004).

2.3.1.1 Cebada

La empresa importa desde Europa y Canadá la más selecta cebada malteada, cuya óptima calidad está garantizada por los rigurosos y sucesivos controles aplicados durante su cultivo, cosecha, malteo y transporte. Contar con un insumo de esta categoría les permite a los maestros cerveceros elaborar productos con la excelencia de siempre (Camargo, 2004).

2.3.1.2 Malta

Existe un gran número de variedades de cebada cervecera, pero pueden clasificarse básicamente de dos formas: por la cantidad de hileras de granos en la espiga (2 y 6 hileras) y por

la temporada de cosecha (invierno y primavera).

Estos cultivos de cebada son objeto de un riguroso seguimiento, pues se sabe que la calidad de la cosecha tendrá una influencia determinante en el nivel que alcanzará la futura materia prima cervecera. Es interesante observar que la cebada, tal como es cosechada en el campo, no está en condiciones de ser empleada por la cervecería. Por ello debe someterse al malteo, el cual consiste en la información controlada del grano de cebada mediante su germinación y tostado. De esta forma se activan las enzimas contenidas en él, con la finalidad de prepararlas para que participen en la maceración, durante la elaboración de cerveza. El producto que se obtiene al final de esta transformación es cebada malteada, o simplemente malta (Said, 2014).

2.3.1.3 Malteo

Para Said (2014), la maltería, luego de recibir la mejor cebada disponible en el mercado, procede a su limpieza, selección, almacenado (para romper el periodo de latencia de la semilla) y malteo. La primera etapa para maltear la cebada la constituye el remojo, durante la cual se incrementa el nivel de humedad en el grano mediante la dosificación de agua y aire para así lograr las condiciones ideales que determinen el inicio de la germinación. Luego de dos días en remojo comienza la germinación, fase que tendrá una duración de 5 días. En este punto se hacen presentes las enzimas y sucede la transformación del almidón contenido en la cebada.

Una vez culminada la germinación, se procede al secado y tostado, reduciendo la humedad de los granos mediante la evaporación de agua con aire caliente, a una temperatura que se incrementa progresivamente hasta 85 °C, durante otros 3 días. Aquí se desprenden las incipientes raicillas de los granos germinados y se obtiene cebada malteada lista para el proceso cervecero, cumpliendo un ciclo de 9 días.

2.3.1.4 Lúpulo

Es una planta trepadora cuya flor en forma de cono contiene la lupulina, un componente insustituible a partir del cual se genera el noble sabor amargo y el aroma tan particular de la cerveza. Hallertau en Alemania es reconocida mundialmente como región productora de excelente lúpulo, debido a sus condiciones ideales de clima y suelo que favorecen la calidad de este tipo de cultivo. En esta zona sólo se siembran plantas femeninas (la de las cuales se obtiene la lupulina), mientras que las plantas masculinas se encuentran en los alrededores de Frankfurt, hacia el centro del país, pues si se cultivan juntas existiría el riesgo de una fecundación, proceso que alteraría la lupulina generando semillas que no pueden ser utilizadas para elaborar cerveza. Las presentaciones

de este producto pueden ser en flor, en polvo, pellets (especie de pequeños taquitos compactos en forma de cilindro), extracto y aceites (Said, 2014).

Dicha empresa manufacturera lo adquiere en extracto, debido a que se obtiene con la más moderna tecnología para concentrar los componentes esenciales para el proceso cervecero, llamado alfa ácidos, alcanzando su máximo aprovechamiento gracias al empleo de gas carbónico (CO₂), un solvente completamente natural, bajo temperaturas y presiones críticas. Los alfa ácidos constituyen el componente más importante en el cervecero porque determinan el característico sabor amargo de la cerveza.

El proceso comienza con la recepción de los sacos de flores secas, luego estas son pulverizadas y convertidas en pellets, para posteriormente proceder con la fase final en los contenedores de alta presión donde, de acuerdo con las especificaciones de cada cliente y el tipo de lúpulo, éste es disuelto con CO₂, cuya apariencia en este momento se asemeja a la niebla (estado intermedio entre gaseoso y líquido). Así se obtiene el extracto, se le sustrae el CO₂ para ser homogeneizado y envasado en tambores de 200 kg. Este moderno procedimiento ofrece un producto de mejor calidad y mayor rendimiento que los pellets, al tiempo que facilita su dosificación durante el proceso cervecero. Las ventajas tecnológicas del extracto son: alta concentración de los componentes amargos, homogeneidad del producto, carácter más fino y mayor estabilidad de la espuma.

A su vez, el contenido estandarizado de alfa ácidos permite un mayor control mediante la realización de análisis más precisos, mientras que su manejo y su manejo son mucho más sencillos y económicos. El amargo generado por los alfa ácidos del lúpulo forma parte del carácter final de una cerveza. Este contenido de amargo en la cerveza se ha establecido buscando la armonía entre cuerpo, sabor y aroma. La intensidad del amargo se expresa en unidades de amargo; así tenemos que la cerveza tipo Pilsen posee 20 unidades, mientras que el promedio en la República Checa es de 30 y en los EEUU se encuentra entre 12 y 15 unidades (Said, 2014).

2.3.1.5 Adjunto - hojuelas de maíz o arroz

La cebada malteada no es la única fuente de almidón que se utiliza en el proceso productivo. De 15 a 25 % es sustituida por hojuelas de maíz o arroz pregelatinizadas. El uso de adjuntos produce cervezas de un color más claro, con un sabor menos saciador, más vigorizante, con mayor luminosidad, mejor estabilidad física y superiores cualidades de aceptación de enfriamiento. Mediante su uso se logra impartirle a la cerveza un toque de frescura y cuerpo

balanceado, sabor ideal para las condiciones de nuestro clima tropical que ha sido aceptado y complace nuestros consumidores. Se utiliza maíz selecto que se somete a un complejo proceso de refinación. La concha y el germen son eliminados con el fin de descartar la grasa. En el endospermo, se encuentra la fécula necesaria para la elaboración de bebida (Said, 2014).

En el caso del arroz, el grano se pule, se elimina el germen y se somete a un estricto proceso de refinación que nos permite contar con una materia prima de comprobada calidad. La intención es producir un mosto para fermentación que tenga la combinación deseada de carbohidratos en solución. Los azúcares que se forman mediante la acción de las enzimas diastásicas sobre el almidón y que son capaces de ser fermentados por la levadura de cerveza son: la glucosa monosacárido, la maltosa disacárida y la maltotriosa disacárida. Dextrinas tales como la tetrasacárida y las de mayor peso molecular no son fermentables y permanecen en la cerveza que está lista para el consumo. Las dextrinas son esencialmente insípidas, pero afectan la viscosidad y por lo tanto se dice que aumentan la “sensación en la boca” de la cerveza (Said, 2014).

2.3.1.6 Agua

La calidad del agua ha sido reconocida durante siglos como un factor importante para determinar la calidad de la cerveza. El agua utilizable para fines de agua potable y/o para la preparación de alimentos en los hogares o en la industria, debe estar libre de organismos que produzcan enfermedades y de sustancias que causen efectos fisiológicos perjudiciales. El agua debe ser también transparente, sin color ni olor y libre de cualquier sabor objetable. El agua para el proceso de fabricación de cerveza no sólo debe satisfacer los requerimientos generales del agua potable, sino que debe cumplir también con los requerimientos específicos para asegurar el debido pH de la masa, la debida extracción del lúpulo, buena coagulación en la paila u olla de cocción, sana fermentación y el debido desarrollo del color y sabor dentro de la cerveza terminada (Said, 2014).

Said (2014), menciona que en 1942 se pretendía fabricar una cerveza de tipo bávaro. Sin embargo, se halló que el agua se extraía de los pozos artesianos recién perforados era sumamente blanda y tenía un reducido contenido de mineral. La cerveza que se produjo sorprendió a todos y fue completamente distinta de lo que se había previsto; no era una cerveza bávara. No obstante, el sabor era muy agradable y de esa manera se creó, por pura casualidad, un nuevo tipo de cerveza: “Pilsen”.

2.3.1.7 Levadura

Las levaduras son hongos unicelulares. El término levadura se aplica a un concepto que se ha desarrollado a través de la historia y que cubre un grupo heterogéneo y mal definido de organismos. Su clasificación es extremadamente compleja y difícil y ha exigido el esfuerzo de muchos microbiólogos. Las levaduras que se usan en la fabricación de cerveza tienen similitudes básicas y en sus propiedades y pueden clasificarse, por lo tanto, como pertenecientes a una u otra de las dos especies del género *Saccharomyces*: *Saccharomyces Cerevisiae* y *Saccharomyces uvarum* (antes denominada *Saccharomyces carlsbergensis*).

La mayoría de las levaduras de fermentación alta (que producen ales, porter y stout) pertenecen a la *Saccharomyces cerevisiae* y la mayoría de las levaduras de fermentación baja (lager) pertenecen a la *Saccharomyces uvarum*. La propagación es asexual, lo cual garantiza la calidad uniforme y continuada de la levadura y por ende de la cerveza. Durante el proceso de fermentación, esta materia prima convierte los azúcares producidos en la maceración en alcohol etílico, gas carbónico y compuestos aromáticos adicionales. La selección de una buena levadura se lleva a cabo considerando sus buenas cualidades, tanto del sabor que produce como de reproductividad, pues debe ser genéticamente estable, reutilizable en dos o tres procesos y permitir una fermentación considerablemente rápida que facilite la obtención del grado alcohólico deseado (Said, 2014).

Además, Said (2014), en su manual señala que debe ser fácil de separar de la cerveza joven o verde, después de cumplir su acción fermentativa. Su buen cuidado y manejo por parte de los maestros cerveceros, es esencial para la calidad de la cerveza.

a) Recepción y almacenamiento: la elaboración de la cerveza comienza con la recepción de la Cebada malteada y de las hojuelas de Maíz o de Arroz. La Cebada Malteada, Proviene de países como Estados Unidos, Alemania, Inglaterra y Francia, entre otros; es transportada hasta Venezuela en barcos que arriban al puerto de Guanta. Las hojuelas de Maíz o Arroz, son materias primas nacionales suministradas por las plantas de la Unidad Estratégica de Negocios de Alimentos. La Cebada malteada y las hojuelas de maíz o arroz: antes de ser descargadas en la tolva de recepción, son analizadas en el laboratorio de aseguramiento de la calidad, para verificar las características cualitativas de cada una de ellas. Cumplido este proceso de verificación de calidad, Las materias primas, son descargadas y enviadas a los silos mediante sistemas de transporte mecánicos que incluyen capaces de pesar y limpiar permitiendo eliminar las partículas extrañas que puedan

contener. Estos equipos deben garantizar una transferencia razonablemente suave de la cebada Malteada, para evitar la rotura de la cáscara (Said, 2014).

b) Molino: para asegurar la formulación apropiada, debe pesarse la Cebada Malteada y las hojuelas de maíz o arroz. La cebada malteada pasa por un molino, donde los granos son triturados para facilitar la extracción de sus componentes solubles, lo que permite el trabajo de las enzimas sobre los almidones y proteínas, para dar origen al mosto. El molino está compuesto por una serie de rodillos que trituran los granos de cebada malteada transformándola en harina y sémola. Adicionalmente posee un sistema de cedazos que apartan la cáscara, la cual se utilizará como material filtrante en el proceso de cocimiento.

c) Mezcla y maceración: una vez triturada la Cebada malteada se envía a la paila de premezcla donde se va a unir con las hojuelas de maíz o arroz y el agua previamente tratada. En esta etapa, los ingredientes permanecen el tiempo necesario para formar una mezcla totalmente homogénea antes de pasar la maceración. En la paila de maceración, la mezcla obtenida anteriormente, permanece aproximadamente una hora y media en constante agitación a temperaturas que oscilan entre 55 y 75 °C. La maceración permite que las enzimas de la Cebada Malteada actúen sobre el almidón contenido en ella y en el de las hojuelas de maíz o arroz, para generar los azúcares fermentables que se requerirán posteriormente; obteniéndose, además, vitaminas y minerales provenientes de la cebada malteada.

d) Filtración del mosto: finalizada la maceración, se bombea la mezcla hacia la cuba de filtración, a fin de separar el líquido llamado mosto, de la parte sólida e insoluble, conocida como afrecho o nepe. La cuba de filtración posee un falso fondo con rejillas que permiten retener toda la parte sólida, la cual se mueve con unos brazos giratorios para que el líquido pase a través de él. Este proceso tiene una duración aproximada de 3 horas. El nepe que se extrae es un subproducto rico en proteínas y fibras que tiene aplicación industrial, como valioso aditivo en la fabricación de alimentos para animales.

e) Hervida: el mosto cervecero obtenido en la filtración, rico en azúcares, aminoácidos, vitaminas y minerales, es transferido a la paila de cocción donde es llevado a punto de ebullición para luego adicionarle el extracto de lúpulo, que impartirá el sabor amargo y aroma característico a la cerveza. Durante este proceso, que dura aproximadamente una hora y media, se logra inactivar las enzimas de la cebada malteada, una vez cumplidas sus funciones, y evaporar el exceso de agua para lograr un mosto con la concentración requerida. Además, durante la ebullición, a través de

reacciones entre azúcares y proteínas, se obtiene el color típico de la cerveza y se esteriliza el mosto para obtener un líquido puro y biológicamente estable.

f) Clarificación y refrigerio: terminado el cocimiento, el mosto es enviado al Rotapool para ser sometido al proceso de clarificación, el cual se logra a través de un movimiento de fuerzas centrífugas que separan la parte líquida de los sedimentos y partículas insolubles, tales como residuos de lúpulo y complejos proteínicos no deseados en el producto terminado. Los sedimentos y partículas insolubles provenientes del Rotapool son clarificados en el Decantador para recuperar el mosto que queda todavía mezclado. Finalmente, el mosto obtenido en el Rotapool y el Decantador, es bombeado al área de refrigerio donde mediante un Intercambiador de calor se enfría hasta alcanzar una temperatura de 10 °C aproximadamente con el fin de obtener las condiciones ideales para que la levadura, que es agregada a la salida del enfriador junto con el aire estéril, efectúe la fermentación.

g) Fermentación y maduración: la fermentación y maduración se realizan en enormes tanques conocidos como tanques cilindros cónicos (TCC), de acero inoxidable, con capacidad de hasta 750.000 litros cada uno. A ellos se envía el mosto frío, aireado y con la levadura necesaria para comenzar con el proceso de la fermentación, la cual es dosificada en proporción de 1 litro por cada 100 litros de mosto. El proceso de fermentación, es sin duda, el más complejo de la elaboración de la cerveza, tarda un promedio de siete (7) días, durante los cuales la Levadura actúa sobre los azúcares fermentables obtenidos de la maceración, para transformarlos en gas carbónico, alcohol etílico y gran número de compuestos aromáticos adicionales, proporcionando el carácter típico de la cerveza (Said, 2014).

El gas carbónico producido durante este proceso es recuperado, purificado y almacenado para posteriormente ser reinyectado a la cerveza o al maltín ya filtrados. Concluida la fermentación, se inicia el proceso de maduración y ya no se habla de mosto, sino de cerveza joven o verde. La levadura es extraída, pudiendo ser utilizada nuevamente hasta cinco (5) veces, si así lo determina el laboratorio de aseguramiento de la calidad. La maduración de la cerveza se realiza en los mismos tanques, durante unas dos semanas, periodo en el cual la cerveza se mantiene en reposo, a una temperatura aproximada de - 1 °C. Este proceso favorece la precipitación de sustancias insolubles y la sedimentación de la levadura aún 42 en suspensión. Con la maduración, la cerveza fija sus propiedades de agradable aroma y un noble sabor.

h) Filtración de la cerveza: aunque durante el proceso de maduración se produzca una cierta clarificación natural, la cerveza no es todavía lo suficiente brillante, por lo que requiere pasar por el proceso de filtración. La filtración de la cerveza se realiza en tanques que poseen gran cantidad de pequeños cilindros o velas, donde se coloca la tierra infusoria. Polvo blanco, muy fino, constituido por microorganismos fósiles, cuyas características permiten eliminar las últimas células de levadura y partículas mínimas de proteínas precipitadas, garantizando la brillantez y estabilidad físico-química de nuestro producto. A la salida del filtro de cerveza, se reinyecta el volumen necesario de gas carbónico (CO₂), producido y recuperado durante la fermentación y extraído para su purificación, proporcionándole frescura a la cerveza y la convierte en una bebida refrescante y apetecible, además promueve la formación de espuma.

i) Tanques de gobierno: finalizada la filtración de la cerveza, ésta es enviada directamente a los tanques de gobierno donde permanece fría hasta 43 el momento de envasado. Estos tanques reciben este nombre ya que, en el trato entre los filtros y ellos, se encuentran medidores que registran los litros de cerveza producidos diariamente. Basado en estos registros, el ministerio de Hacienda determina los impuestos que la planta debe cancelar al fisco nacional por concepto de producción de bebidas con contenido alcohólico (Said, 2014).

2.3.2 Aluminio

El aluminio en la naturaleza, es un metal blanco, que no se encuentra en estado puro, solamente en compuestos tales como silicatos y óxidos. Entre sus propiedades físicas más notables se encuentran el poco peso específico, alta conductividad eléctrica y térmica, reflectividad de la luz y energía radiante, propiedades de metal no magnético y buena resistividad contra las acciones atmosféricas. Como todos los metales son dúctiles, por lo tanto, es muy utilizado en la industria de transporte, así como de conductores eléctricos, equipo de tratamiento de sustancias químicas, así como de alimentos, entre otras funciones (Miranda, 2013).

2.3.2.1 Características

Según Andrade, Veliz y Medina (2019), entre las características físicas del aluminio, destacan las siguientes:

- Es un metal ligero, cuya densidad es de 2700 kg/m³ (2,7 veces la densidad del agua), un tercio de la del acero.
- Tiene un punto de fusión bajo: 660 °C (933 K).
- El peso atómico del aluminio es de 26,9815 u.

- Es de color blanco brillante, con buenas propiedades ópticas y un alto poder de reflexión de radiaciones luminosas y térmicas.
- Tiene una elevada conductividad eléctrica comprendida entre 34 y 38 m/(Ω mm²) y una elevada conductividad térmica (80 a 230 W/(m·K)).
- Resistente a la corrosión, a los productos químicos, a la intemperie y al agua de mar, gracias a la capa de Al₂O₃ formada.
- Abundante en la naturaleza. Es el tercer elemento más común en la corteza terrestre, tras el oxígeno y el silicio. Su producción metalúrgica a partir de minerales es muy costosa y requiere gran cantidad de energía eléctrica. Material fácil y barato de reciclar.

Características mecánicas:

Entre las características mecánicas (Andrade, Veliz y Medina, 2019):

- De fácil mecanizado. Muy maleable, permite la producción de láminas muy delgadas. Bastante dúctil, permite la fabricación de cables eléctricos.
- Material blando (Escala de Mohs: 2-3). Límite de resistencia en tracción: 160-200 N/mm² [160-200 MPa] en estado puro, en estado aleado el rango es de 1400-6000 N/mm².
- El duraluminio es una aleación particularmente resistente para su uso como material estructural se necesita alearlo con otros metales para mejorar las propiedades mecánicas.
- Permite la fabricación de piezas por fundición, forja y extrusión.
- Es un material soldable. Con CO₂ absorbe el doble del impacto.

Características químicas (Andrade, Veliz y Medina, 2019):

- Debido a su elevado estado de oxidación se forma rápidamente al aire una fina capa superficial de óxido de aluminio (Alúmina Al₂O₃) impermeable y adherente que detiene el proceso de oxidación, lo que le proporciona resistencia a la corrosión y durabilidad. Esta capa protectora, de color gris mate, puede ser ampliada por electrólisis en presencia de oxalatos.
- El aluminio tiene características anfóteras. Esto significa que se disuelve tanto en ácidos (formando sales de aluminio) como en bases fuertes (formando aluminatos con el anión [Al(OH)₄]-) liberando hidrógeno.
- La capa de óxido formada sobre el aluminio se puede disolver en ácido cítrico formando citrato de aluminio.
- El principal y casi único estado de oxidación del aluminio es +III como es de esperarse por sus tres electrones en la capa de valencia (Andrade, Veliz y Medina, 2019).

2.3.2.2 Envase de Latas

El desarrollo de la lata de bebida en el mundo ha pasado por innumerables etapas durante el siglo XX, acompañado al desarrollo social y económico que caracteriza a este período. Los primeros intentos de envasar cerveza en lata, de los que hay constancia, datan de 1909 pero también se reseñan las dudas iniciales de que un envase metálico fuera adecuado para la cerveza lo que retrasó su adopción inicial. Los principales obstáculos se debían a la reacción química entre el metal y el contenido y a las dificultades de cierre para soportar la presión interior. Algunas de las principales marcas como Busch y Pabst trabajaron este concepto antes de 1930. Pero la primera lata de cerveza comercial apareció en enero de 1935, de la mano de Krueger, una pequeña cervecería de Newark, Estados Unido (Andrade, Veliz y Medina, 2019).

Las primeras latas que se inventaron, eran latas de tres piezas, pero en las últimas cuatro décadas han crecido significativamente las demandas y utilización de latas de dos piezas, usadas fundamentalmente para envasar bebidas. Entre los tipos de latas está la de tres piezas de hojalata, son de acero recubierto de estaño (son las latas utilizadas para el empaque de productos alimenticios). Las de acero sin revestimiento son las utilizadas para el almacenamiento de pinturas y productos similares). Y las cromadas, son de acero recubiertas con cromo por anodizado (Utilizadas en la industria de aceites minerales y sus derivados). Y las latas de dos piezas, son utilizados para el almacenamiento de bebidas en general, las hay de acero, son latas recubiertas con una delgada capa de barniz sanitario y de aluminio, son idénticas que las anteriores, pero el metal es distinto, en este caso no es acero, sino aluminio.

2.3.3 Transportadores

Para Fernández (2019), son los aparatos para el movimiento horizontal o inclinado. El servicio en general es fijo y el transporte tiene lugar a alturas de trabajo, nivel del suelo y subsuelo pudiéndose transportar productos embalados o en masa. El movimiento de los productos se puede proporcionar por gravedad o manualmente; y por energía.

- Los accionados por gravedad o manualmente: transportadores de canales rodillos y ruedas.
- Los accionados mecánicamente. Transportadores de rodillo, cintas traviesas, cadena, vibratorios, magnéticos, tornillo, peldaño, neumático.

2.3.3.1 Sistemas que trabajan por Gravedad

Los equipos o aparatos incluidos en esta clasificación se caracterizan por ofrecer un medio bastante económico para el transporte de materiales. El hecho de usar la fuerza de gravedad como

energía motriz hace que no se requiera mecanismo impulsor alguno; por otra parte, al estar conformados por ninguna o pocas partes móviles, el desgaste de sus componentes es mínimo y los costos de mantenimiento son prácticamente despreciables. Dentro de este grupo se consideran fundamentalmente tres equipos: ramas, transportadores de ruedas y transportadores de rodillos (Fernández, 2019).

2.3.3.2 Transportadores accionados Mecánicamente

- **Transportadores de rodillos:** pueden ser accionados por cintas (dos rodillos montados sobre la cinta y en fricción con ella) o por cadenas, los rodillos tienen en sus extremos engranajes que se acoplan a cadenas sinfín (Fernández, 2019).

- **Transportadores de banda:** están compuestos por una banda sinfín accionada por fricción en un extremo y soportada en un tambor libre en el otro extremo. Las bandas pueden ser de materiales variados tales como telas sin o con recubrimientos, hilos entretejidos o bandas de acero inoxidable. Pueden ser planas (para el transporte de paquetes) o acanaladas (para el transporte de productos en masa). Son por ello, adecuadas para desplazar casi cualquier clase de productos y materiales, sean secos, húmedos o embalados. Se ha de procurar que en cualquier momento las cintas estén tensas y bien situadas, lo que puede hacerse por tensores de resorte automático o con ajustadores manuales.

- **Transportadores de cadena:** Estos sistemas se utilizan principalmente para transportar envases, con una amplia y eficiente gama de variaciones que adaptan su diseño para distintos materiales de variadas formas. Así se llega a movilizar envases de vidrio; latas; estuches; pomos plásticos y cajas hasta ciertas dimensiones. Las configuraciones de estos sistemas son ampliamente flexibles, por lo que se puede subdividir la categoría en:

- **Transportadores magnéticos:** Las cintas y rodillos electromagnéticos o imantados permanentemente se utilizan para transportar, retener y orientar productos ferromagnéticos. En la industria de los alimentos se les utiliza para transportar latas de alimentos y mantenerlas invertidas para escurrirlas y secarlas. Los rodillos magnéticos se pueden utilizar para distinguir entre el extremo abierto y cerrado de las latas (Fernández, 2019).

2.4 Cálculos fundamentales para uso de banda transportadora

2.4.1 Cálculo de la tracción de la banda o carga de tensión

La resistencia a la tracción en bandas transportadoras en funcionamiento se produce por la combinación de las cargas presentes, por la resistencia de fricción y por el traslado del producto a una elevación diferente (si la hubiera).

Las fuerzas de fricción se desarrollan de dos maneras. En primer lugar, los pesos de la banda y el producto transportado, ejercidos sobre el recorrido de ida, crean una resistencia a medida que la banda se mueve. Segundo, si el producto se mantiene estacionario mientras la banda sigue desplazándose debajo del mismo, se crea una resistencia adicional entre la banda y el producto.

Cada una de estas fuerzas de fricción es proporcional a un coeficiente de fricción. El coeficiente de fricción depende de los materiales concretos, la calidad de las superficies, la presencia o ausencia de lubricante, la limpieza de las superficies, y otros factores. La ecuación a usar se expresa a continuación:

$$BP = [(M + 2W) \times Fw + Mp] \times L + (M \times H)$$

Ec 1

Donde:

BP: Tracción de la banda

M: Carga del producto (N/m²)

W: Peso de la banda (N/m²)

Fw: Coeficiente de fricción entre el material de la cinta y las ruedas dentadas

Mp: Carga del producto en acumulación

L: Longitud del transportador (m)

H: Cambio de elevación (m)

2.4.2 Tracción ajustada de la banda

Las condiciones de servicio pueden variar considerablemente. Ajuste la tracción de la banda para diferentes condiciones aplicando un factor de servicio adecuado. En transportadores bidireccionales o de empuje, donde la tensión de la banda lateral de retorno es alta, ambos ejes terminales deben considerarse motrices al determinar la fuerza de la banda ajustada. La ecuación a usar se expresa a continuación:

$$ABP = BP \times Fs$$

Ec 2

Donde:

ABP: Tracción ajustada de la banda N/m

BP: Tracción de la banda

Fs: Factor de servicio

2.4.3 calcular la resistencia de banda permitida

Las bandas Intralox tienen valores de resistencia, determinados a temperatura ambiente y a baja velocidad. La resistencia de los plásticos decrece por lo general a medida que la temperatura del plástico aumenta. El índice de desgaste es directamente proporcional a la velocidad, pero inversamente proporcional a la longitud del transportador. Debido a estos factores, la resistencia nominal de la banda (BS) se debe ajustar de acuerdo con una de las siguientes fórmulas:

$$ABS = BS \times T \times S$$

Ec 3

Donde:

ABS: Resistencia de banda permitida

BS: Resistencia nominal de la banda

T: Factor de temperatura

S: Factor de resistencia de la banda

2.4.4 Separación máxima entre los engranajes del eje motriz

Para determinar el número de engranajes necesario, debe determinar antes la fuerza de banda en relación a la resistencia disponible de la banda. Utilice la tracción ajustada de la banda y la resistencia permitida de banda para calcular la resistencia permitida de la banda utilizada (ABSU) mediante la siguiente fórmula.

$$ABSU = (ABP/ABS) \times 100\%$$

Ec 4

Donde:

ABSU: Resistencia permitida de la banda utilizada.

ABP: Tracción ajustada de la banda

ABS: Resistencia de la banda permitida

2.4.5 la deformación del eje

$$D = \frac{5}{384} \times \frac{w \times L_s^3}{E \times I}$$

Ec 5

Donde:

D: Deformación del eje motriz

w: Carga total del eje

Ls: Longitud del eje entre cojinetes

E: Modulo de elasticidad

I: Momento de Inercia

2.4.5 Par torsor del eje

Para vencer la resistencia de movimiento de la banda y el producto, el eje motriz debe ser lo suficientemente resistente para permitir transmitir las fuerzas de rotación o torsión impuestas por el motor de accionamiento. La acción de torsión impone esfuerzos de corte sobre el eje. Los esfuerzos de corte son normalmente más críticos en las chumaceras lisas adyacentes al motor.

$$T_0 = ABP \times B \times \left(\frac{PD}{2}\right)$$

Ec 6

Donde:

T₀: Par torsor del eje

PD: Diámetro de paso del engranaje

2.5 Bases Legales

Para Arias (2015), las bases legales son leyes que sustentan de forma legal el desarrollo del proyecto. Entre las leyes, reglamentos y normas necesarias para el desarrollo de la presente investigación se tendrá la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de normalización y calidad en el país. Para llevar a cabo el trabajo de elaboración de normas, esta constituye comités y comisiones técnicas de normalización, donde participan comisiones gubernamentales y, no gubernamentales relacionadas con un área específica. Esta comisión es un cuerpo colegiado que asesora al Ministerio de Fomento y que está integrado por los elementos del sector público y del privado.

2.6 Definición de Términos

Cerveza: es una bebida alcohólica, no destilada, de sabor amargo, que se fabrica con granos de cebada germinados u otros cereales cuyo almidón se fermenta en agua con levadura y se aromatiza a menudo con lúpulo, entre otras plantas.

Lata: Es un envase opaco y resistente que resulta adecuado para envasar líquidos y productos en conserva.

Envase: es un producto que puede estar fabricado en una gran cantidad de materiales y que sirve para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías en cualquier fase de su proceso productivo, de distribución o venta.

Rodillos de gravedad: están compuesto por rodillos de movimiento libre montados horizontalmente en un marco, de forma de obtener una mesa para que el producto se pueda transportar bien, con inclinación (gravedad) u horizontalmente (esfuerzo manual).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Para Arias (2015), el marco metodológico es el “conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas” (p.16). Este método se basa en la formulación de hipótesis las cuales pueden ser confirmadas o descartadas por medios de investigaciones relacionadas al problema. Según Tamayo y Tamayo (2012), es un proceso que, mediante el método científico, procura obtener información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento, dicho conocimiento se adquiere para relacionarlo con las hipótesis presentadas ante los problemas planteados. A continuación, se presenta la metodología del presente estudio.

3.1 Tipo de Investigación

En primera instancia, en cuanto al tipo de investigación, según Arias (2015) se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio. La presente investigación será de tipo proyectiva, dado a que tendrá el propósito de proponer el diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz” en una empresa manufacturera de cilindros de aluminio. Según Hurtado de Barrera (2015), consiste en la elaboración de una propuesta, un plan o procedimiento, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de una institución, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, de los procesos explicativos y de las tendencias futuras.

Por consiguiente, el presente estudio será una investigación de proyecto factible, estos son trabajos que conllevan a propuestas viables para atender necesidades demostradas a través de una investigación de campo o documental ya sea de una organización, grupo social o institución, a ser usados como solución al problema delimitado (Hurtado de Barrera, 2015). Según Balestrini (2006), los proyectos factibles son aquellos proyectos o investigaciones que proponen la formulación de modelos, sistemas entre otros, que dan soluciones a una realidad o problemática real planteada, la cual fue sometida con anterioridad o estudios de las necesidades a satisfacer.

3.2 Diseño de la Investigación

El diseño de investigación según Arias (2012) es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado, dividiéndolo en documental, de campo y experimental. Mientras que Hernández, Fernández y Baptista (2015), solo clasifican en investigación experimental (pre-experimental, experimentos puros y cuasi experimentos) y la investigación no experimental (transeccionales o longitudinales).

Por otra parte, el estudio estará bajo un diseño no experimental transeccional de campo, dado a que no se manipulan las variables y la información se recolecta en una única oportunidad. Hernández, Fernández y Baptista (2015), lo definen como aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de una investigación donde no se hace variar en forma intencional las variables independientes; lo que se hace es observar los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después ser analizados.

Según Palella y Martins (2010), el diseño no experimental es el que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable. El investigador no sustituye intencionalmente las variables independientes. Se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado o no, para luego analizarlos. Por lo tanto, en este diseño no se construye una situación específica si no que se observa las que existen.

Asimismo, Hernández, Fernández y Baptista (2015), el diseño transeccional, son los que recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e intercalación en un momento dado. De igual forma para Hurtado de Barrera (2015), en el diseño transeccional el investigador estudia el evento en un único momento de tiempo” (p.148).

3.3 Nivel de la investigación

Valderrama (2017), explica que, según “su naturaleza o profundidad, el nivel de una investigación se refiere al grado de conocimiento que posee el investigador en relación con el problema, hecho o fenómeno a estudiar” (p.42). De igual modo cada nivel de investigación emplea estrategias adecuadas para llevar a cabo el desarrollo de la investigación.

Teniendo en cuenta lo anterior, el nivel de la investigación tendrá un enfoque cuantitativo porque se utilizará la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías. Además, presenta un alcance descriptivo, al especificar propiedades y características importantes

de cualquier fenómeno que se analice. Así mismo, describe tendencias de un grupo o población (Hernández, Fernández y Baptista, 2015). Para Tamayo y Tamayo (2012), consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, ya sea en forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio.

3.4 Población y muestra

Tamayo y Tamayo (2012), define la población como la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica. Y se le denomina población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio o investigación.

Para Balestrini (2006), desde el punto de vista estadístico define la población como el universo referido a cualquier conjunto de elementos de los cuales se pretende indagar y conocer sus características. En este caso la población del estudio serán los sistemas de transportación de la empresa estudio.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2015), la muestra es un subgrupo de la población de interés, sobre el cual se habrán de recolectar los datos y que se define o delimita de antemano con precisión y tienen que ser representativo de esta. Por su parte Castro (2003), expresa que "si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra" (p.69).

Asimismo, tomando en cuenta que este número de sujeto es finito, accesible estadísticamente, no se realizó un plan de muestreo, en este caso se utilizó la técnica de censo poblacional definido por Sabino (2017), como la técnica muestral donde se toma la información a la totalidad de las personas envueltas en el problema de estudio. Para la presente investigación la muestra está representada por la sección de transportación que existe entre la salida de las recortadoras hasta la entrada de la lavadora en la "Línea 3", mientras que la población está representada por todos los sistemas de transportación por bandas mecánicas transportadoras de la empresa manufacturera de cilindros de aluminio.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Según, Arias (2015), "las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información" (p.53). Son ejemplos de técnicas, la observación directa, la encuesta y la entrevista, el análisis documental, de contenido, entre otros. En cuanto a los

instrumentos, el autor citado anteriormente afirma que son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información, ejemplo de ellos son: formatos de cuestionarios y guías de entrevistas. Entre las técnicas e instrumentos de recolección de datos se encuentran las siguientes:

3.5.1 Observación Directa

Para el alcance de los objetivos propuesto se empleará la técnica de observación directa, los autores Hernández, Fernández y Baptista (2015), expresan que: “la observación directa consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta” (p.316). A través de esta técnica el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación. Por otra parte, se empleará una encuesta según Tamayo y Tamayo (2012), la encuesta “es aquella que permite dar respuestas a problemas en términos descriptivos como de relación de variables, tras la recogida sistemática de información según un diseño previamente establecido que asegure el rigor de la información obtenida” (p.24).

Por tal motivo, el instrumento a emplear será el cuestionario, Tamayo y Tamayo (2012), señala que el cuestionario contiene los aspectos del fenómeno que se consideran esenciales; permite, además, aislar ciertos problemas que nos interesan principalmente; reduce la realidad a cierto número de datos esenciales y precisa el objeto de estudio.

3.5.2 Revisión documental

De igual forma se empleará la técnica de revisión documental a través del instrumento la computadora. La revisión documental, es la consulta exhaustiva y la clasificación de libros, leyes, artículos técnicos, documentos de archivo, revistas de especialidad, resultados de trabajos de campo y otras fuentes de información sobre la materia en estudio. Se concibe como una herramienta que permite preparar el marco teórico, en el cual se evidenciarán las características del problema en estudio (Hernández, Fernández y Baptista, 2015).

3.5.3 Entrevista no estructurada

Se aplicará la entrevista no estructurada que según Bertomeu P. (2016) es “aquella que se realiza sin un guion previo. Sigue un modelo de conversión entre iguales. En esta modalidad, el rol del entrevistador supone no solo obtener respuestas sino también saber que preguntas hacer o no hacer”. Con el propósito de obtener información sobre la situación actual de la empresa estudio.

3.5.3 Check-list

Se aplicará la lista de chequeo o checklist son formatos de control, donde se crean para registrar actividades repetitivas y controlar el cumplimiento de una serie de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de forma sistemática. Se señalan además los principales usos, cómo usarlos, cuáles son los aspectos que se verifican. Según, Arboleda, y otros, (2014); señalan que al Checklist de calidad como: “Un instrumento que revisa de forma ordenada el cumplimiento de procedimientos que se llevan a cabo, mediante el cual se constata el cumplimiento de un conjunto de controladores de seguridad” (pág. 33). En la presente se formulará ciertos parámetros en la fase I para ver si la empresa cumple con los mismos y/o problemas existentes.

3.6 Técnicas de Análisis de Resultados

Por otra parte, Balestrini (2006), señala que la información estadística constituye un medio o herramienta que permite cuantificar (variables) aspectos de la realidad en un momento dado, sobre algún fenómeno o problema determinado, con el fin que se puedan inferir conclusiones y que conlleven a tomar decisiones. Para Hurtado (2015), una vez obtenidos los datos es necesario analizarlos con base a los objetivos planteados al principio de la investigación, por ello el investigador debe especificar a este nivel de la investigación que tipo de análisis utilizara. De acuerdo al tipo de contenido o análisis semiológico. Para la presente investigación se considera aplicar estadística descriptiva frecuencial, analizando la frecuencia absoluta y relativa expresada en porcentajes, por otro lado, estos resultados permitirán evaluar el desempeño de cada indicador con respecto a su dimensión u a su vez de las dimensiones con respecto a la variable.

3.8 Fases Metodológicas

De acuerdo a las fases metodológicas para proponer el diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz” una empresa manufacturera de cilindros de aluminio, se llevará a cabo el siguiente procedimiento:

- **Fase I. Diagnóstico de la situación actual de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”:** Para dar cumplimiento a la primera fase se procederá a aplicar la técnica de observación directa de la transportación actual de los cuerpos de lata en la planta, y se empleará un cuestionario a la muestra del estudio, para diagnosticar la situación actual de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz” en una empresa manufacturera de cilindros de aluminio.

- **Fase II. Selección de las alternativas de diseño para la transportación de cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”:** Seguidamente, se dio continuidad al cuestionario para seleccionar las alternativas de diseño para la transportación de cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz” en una empresa manufacturera de cilindros de aluminio.
- **Fase III. Diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”:** Por último, se procede a diseñar la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz” en una empresa manufacturera de cilindros de aluminio.
- **Fase IV. Determinación de la viabilidad económica del diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”:** En esta fase, se aplicaron preguntas cerradas relacionadas a la viabilidad económica del diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz” en una empresa manufacturera de cilindros de aluminio.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1 Diagnóstico de la situación actual de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”

Se realizó una observación directa en la empresa estudio, lo cual se presenta a continuación las siguientes imágenes:

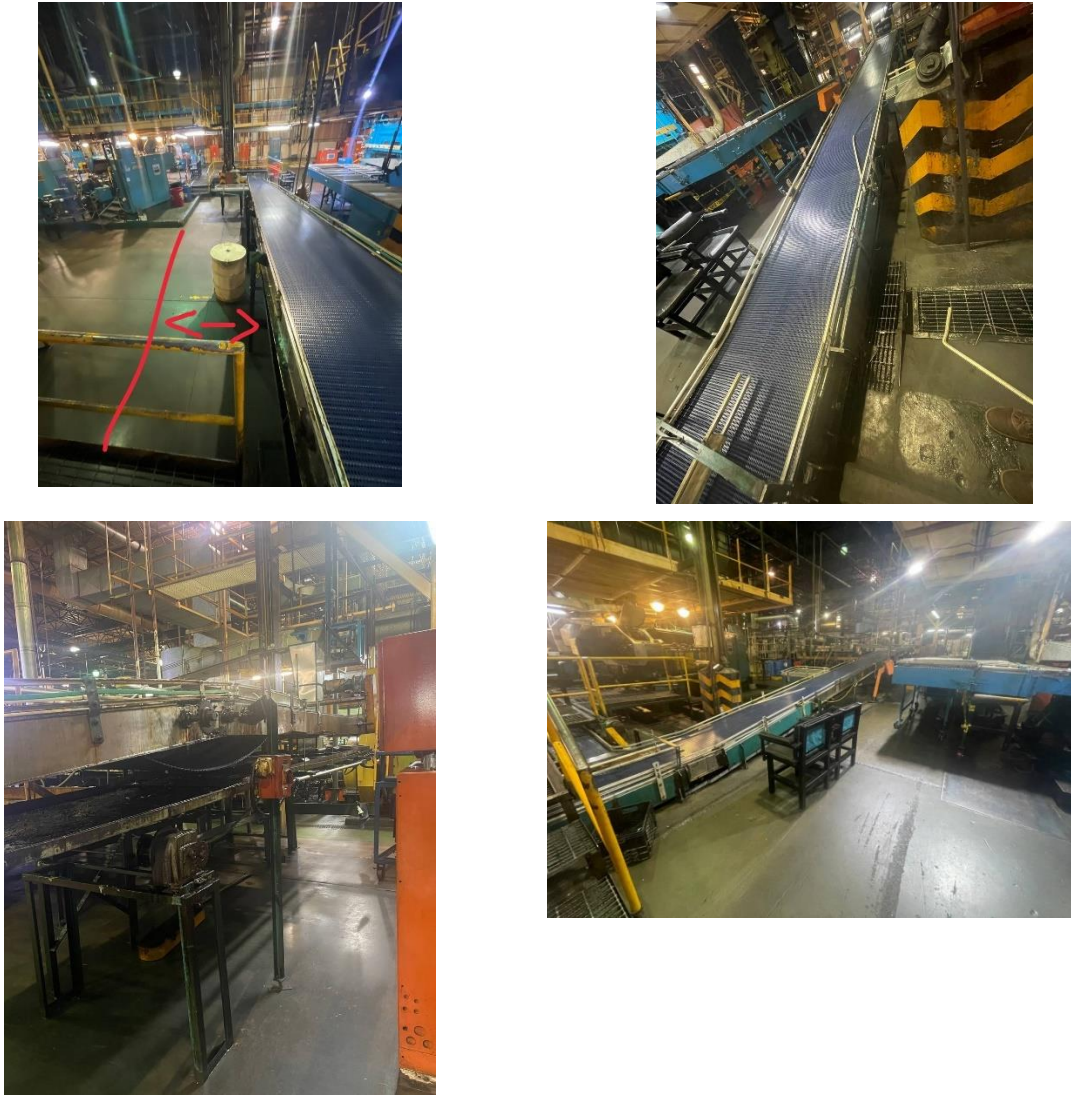


Figura 1. Diagnóstico de banda transportadora actual en la empresa estudio.

Fuente: Napolitano (2023)

En la imagen antes mostrada se pudo observar que, hay poco espacio laboral lo cual es un poco complicado realizar gestiones de mantenimiento en el momento de las caídas de las latas de 12 oz, a su vez se observó la inclinación de la banda transportadora lo cual ocasiona el volcamiento de la pieza estudio.

Por otra parte, se realizó un check-list sobre la situación actual que presenta la empresa estudio.

El equipo recibe un mantenimiento en base a las normas del fabricante.	SI CUMPLE NO CUMPLE ✓
La producción ha disminuido debido a la falla presente en la banda transportadora de envases	SI CUMPLE ✓ NO CUMPLE
El diseño que presenta la banda transportadora aumenta la probabilidad de que la falla persista en el tiempo	SI CUMPLE ✓ NO CUMPLE
El mejorar el diseño de la banda transportadora ayudara a disminuir riesgo de falla y caída de los envases	SI CUMPLE ✓ NO CUMPLE
La planta cuenta con especialista y/o técnicos indicados para el mantenimiento y uso de la banda transportadora	SI CUMPLE NO CUMPLE ✓
El diseño de la banda transportadora actual ocasiona las caídas de la latas estudios	SI CUMPLE ✓ NO CUMPLE

4.1.2 Entrevista no estructurada

Se realizó una entrevista no estructurada con el Ing. Jean Maldonado, el cual es encargado del área de producción de la empresa estudio. El Ing. Maldonado nos da a conocer la producción diaria y/o latas estudios que pasan por la banda transportadora lo cual son un aproximado de 3.600.000 l/d (Latas por día), a su vez no da a conocer un aproximado de las latas a caer por la banda transportadora lo cuales son de 400 a 600 latas por parada, esto hace que se perjudique la producción de la empresa.

El Ing. Maldonado menciona que; cada que hay una caída de latas en la banda transportadora esta hace que arrastre las que vienen detrás de la misma, haciendo que pare la producción para ordenar y/o recoger para así continuar con la seguida de latas en la banda transportadora. La duración aproximada para ordenar las latas y/o recoger es de 10 min aproximadamente, menciona el ingeniero encargado que esto ha sido un gran problema para la empresa ya que esto se verá reflejado en su producción final y a su vez en la ganancia de la empresa que es uno de los factores más importantes para el crecimiento de la misma. Además de esto, el ingeniero también nos indica el promedio de paradas por caídas de latas al día, siendo este de 6 por turno. Por último, el ingeniero nos indica datos que son importantes para el diseño de la misma, ya que es un rediseño debemos conocer el ancho de banda, diámetro de rodillo y longitud actual de la banda transportadora. Donde el ancho de banda es 1118 mm, diámetro de rodillo 133 mm y longitud actual de la banda 10 m.

4.1.3 Análisis de la entrevista no estructurada y observación directa.

A continuación , la figura 2 muestra el Método Ishikawa, que se utilizó como instrumento de análisis .

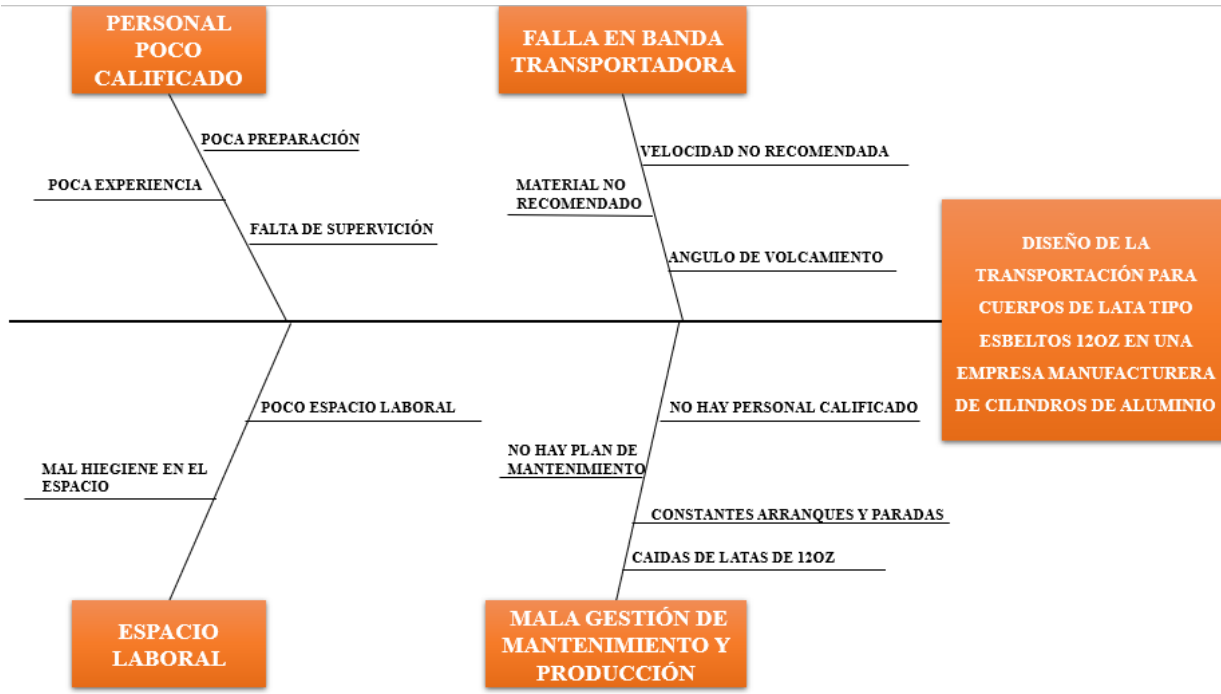


Figura 2. Método Ishikawa aplicada a empresa estudio.

Fuente: Napolitano (2023)

4.2 Selección de las alternativas de diseño para la transportación de cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz

Posibles soluciones para el transporte de latas mediante el método de Vilchez

Tomando en cuenta la información obtenida en el diagnóstico, se plantean las siguientes soluciones para el diseño de un nuevo sistema de transporte de latas que permita dar solución a la situación problemática. La selección se hará considerando la ponderación de criterios y restricciones empleado por el Profesor Nelson Vilchez.

Posible Solución Nro. 1

En esta solución los envases metálicos serán elevados por medio de una cinta transportadora, la cual se inclina desde el nivel del suelo hasta un nivel intermedio plano, para luego subir a la parte superior (lavadora), por lo que presenta ángulos de inclinación que ayuden a que los envases mantengan su posición sin sufrir volcamiento, tomando en cuenta el espacio disponible y la disposición de la maquinaria. Para ello se observa la siguiente ilustración. (ver figura N°3).

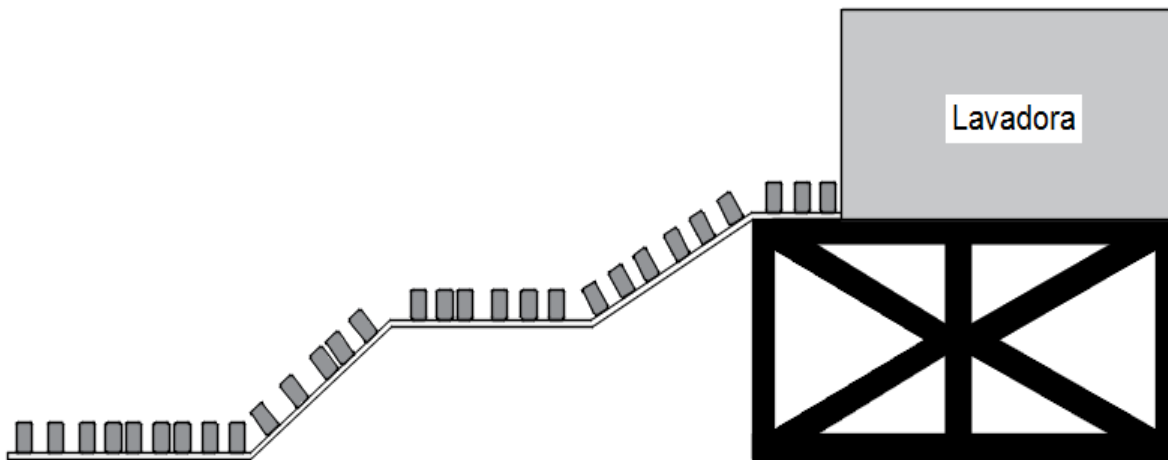


Figura 3. Banda transportadora escalonada en tramos.

Fuente: Napolitano (2023)

Cuadro N°1. Ventajas y Desventajas de la posible solución 1.

Ventaja	Desventaja
Los costos de ejecución son relativamente bajos, dado a que la solución de diseño es sencilla y no requiere gran cantidad de material.	Dado que el sistema presenta un diseño similar a la inicial, el transportador no garantiza en un 100% que las latas mantengan su posición.
Facilidad en cuanto al manejo y visualización por parte del operado para verificar que el proceso continuo correctamente.	

Fuente: Napolitano (2023)

Posible solución Nro. 2

Esta posible solución cuenta con dos etapas hasta llegar al punto superior (lavadora), lo cual beneficiara al proceso con una inclinación moderada del transporte, la cual llega a un nivel intermedio donde los envases llevaran a cabo un giro de 180° en una zona horizontal, para luego seguir su curso con la inclinación moderada hasta llegar a un segundo nivel, en el cual realizan un giro de 180°, para luego continuar su recorrido de forma inclinada hasta llegar al punto de la lavadora. El cual se puede apreciar en la siguiente ilustración. (ver figura N°4).

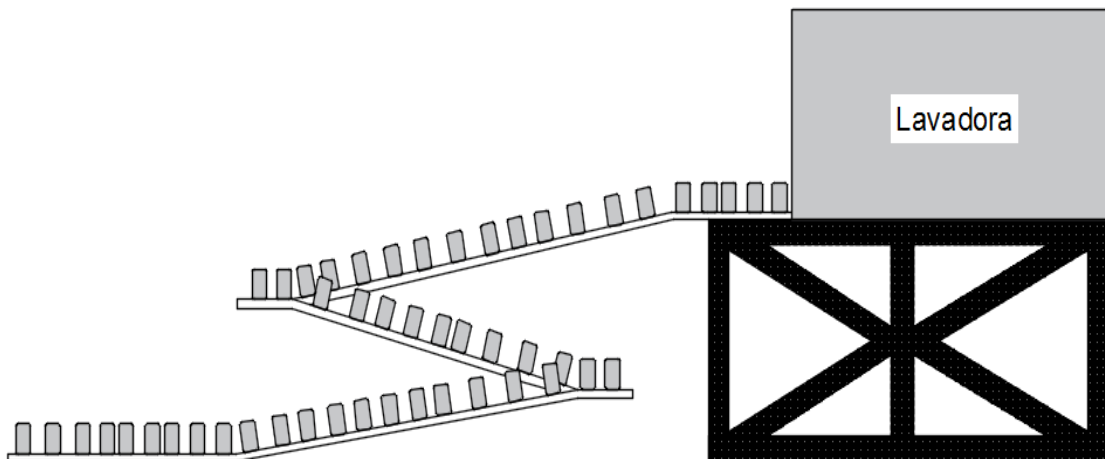


Figura 4. Banda transportadora escalonada con cinta regresiva.

Fuente: Napolitano (2023)

Cuadro N°2. Ventajas y Desventajas de la posible solución 2.

Ventaja	Desventaja
<p>Los costos de ejecución son relativamente bajos, dado a que la solución de diseño es sencilla y no requiere gran cantidad de material</p>	<p>El tiempo y la distancia del recorrido aumenta en comparación con el actual debido al diseño por etapas.</p>
<p>Disminuye significativamente la posibilidad del volcamiento de los envases dado a que el ángulo de inclinación de la cinta transportadora es menos pronunciado, debido a que el sistema está diseñado en etapas</p>	<p>Es necesario la implementación de varios transportadores para lograr la correcta elevación de los envases metálicos hasta el nivel superior (Lavadora). Debido a los giros que este presenta.</p>
<p>La disposición de los transportadores ocupa un espacio físico moderado.</p>	<p>Se debe realizar una estructura completa para el soporte del conjunto de etapas de los transportadores.</p>

Fuente: Napolitano (2023)

Posible solución Nro. 3

En esta posible solución se cuenta de un solo transportador el cual presenta una forma de espiral, permitiendo así elevar los envases hasta el superior (Lavadora), teniendo en cuenta un recorrido de 360° en 4 vuelta, lo cual garantiza un ángulo menos pronunciado. El cual se puede apreciar en la siguiente ilustración. (ver figura N°5).

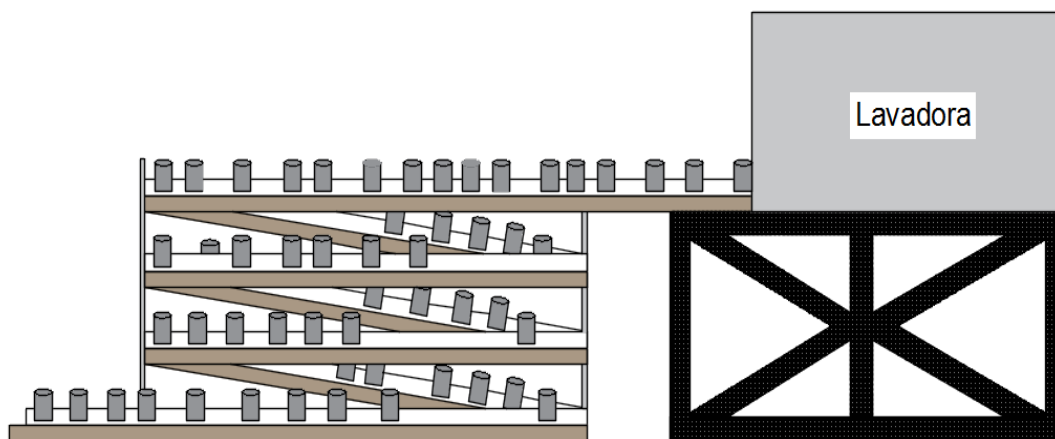


Figura 5. Banda transportadora de etapas regresivas.

Fuente: Napolitano (2023)

Cuadro N°3. Ventajas y Desventajas de la posible solución 3.

Ventaja	Desventaja
Gracias a su forma de espiral el espacio físico que ocupa es relativamente pequeño.	Complejidad en el mantenimiento debido a la complejidad del transportador debido a la forma del mismo
Garantiza una elevación con ángulos muy pequeños, lo que permite disminuir la posibilidad del volcamiento de los envases.	Mayor exigencia en la instalación debido a la complejidad del mismo, lo cual requiere de soporte técnico especializado debido a que el tipo de transportador no es muy común.
	Costos elevando para la implementación del sistema debido a la estructura y bandas radiales que amerita el sistema.
	El tiempo y la distancia del recorrido aumenta en comparación con el actual debido al diseño en espiral.

Fuente: Napolitano (2023)

Criterio de evaluación y escogencia de la propuesta.

A continuación, se presenta una lista de criterios (C) y restricciones (R) para selecciona la mejor solución.

Cuadro N°4.Criterios y Restricciones

CRITERIOS Ci	RESTRICCIONES Ri
C1 Facilidad en la instalación del sistema.	R1 Espacio Físico
C2 Costo accesible de las herramientas y la instalación del sistema	R2 Accesibilidad de manejo del operador.
C3 Facilidad en el mantenimiento del sistema.	R3 Los materiales de construcción deben ser resistentes a la corrosión y alteraciones física, lavables, atoxico y aptos para la industria alimenticia.
C4 Ángulo del no-volcamiento Garantizado	

Fuente: Napolitano (2023)

Evaluación de las posibles soluciones respecto a las Restricciones

A continuación, se elaboró una tabla, la cual estudia las posibles soluciones con respecto a las restricciones aplicadas. Ver tabla N°1.

Tabla N°1. Comparación de Restricciones vs Alternativas.

		Posibles Soluciones (A)		
		A I	A II	A III
RESTRICCIONES	R1	SI	SI	SI
	R2	SI	SI	NO
	R3	SI	SI	SI

Fuente: Napolitano (2023)

Con base a lo que se observa en la Tabla N°1. Se puede observar que la posible solución que no cumple con al menos una de las restricciones establecidas, es la A III. En conclusión, las alternativas A I y A II, serán evaluadas mediante el método de ponderación de criterios (ver tabla N°2).

Tabla N°2. Ponderación de Criterios

CRITERIOS	DESCRIPCIÓN	ORDEN DE IMPORTANCIA
C4	Angulo del no-volcamiento Garantizado	5
C2	Costo accesible de las herramientas y la instalación del sistema	4
C1	Facilidad en la instalación del sistema.	3
C3	Facilidad en el mantenimiento del sistema.	2

Fuente: Napolitano (2023)

Tabla N°3. Parámetros de Puntuación.

PUNTUACIÓN	PARÁMETROS
1	No cumple con el criterio a evaluar.
2	No cumple totalmente con la expectativa generada por el criterio.
3	Cumple totalmente con el criterio a evaluar.

Fuente: Napolitano (2023)

Tabla N°4. Ponderación de soluciones de acuerdo a criterios de selección

	C1	C2	C3	C4
A I	3	2	3	1
A II	2	2	2	3

Como se observa, la Tabla N°3 muestra los parámetros de puntuación. La tabla N°4 muestra la ponderación de soluciones de acuerdo a los criterios empleados para la selección de la mejor solución. La evaluación final de la alternativa seleccionada es la que se muestra a continuación (ver tabla N°5).

Tabla N°5. Evaluación de Soluciones

EVALUAR SOLUCIONES	TOTAL DE PUNTOS
A I	$3x3 + 2x4 + 3x2 + 1x5$ 28
A II	$2x3 + 2x4 + 2x2 + 3x5$ 33

Fuente: Napolitano (2023)

Se concluye que la mejor solución es la posible solución 2, la cual presenta un sistema de transporte escalonado de 2 etapas, ya que es la que satisface los criterios debido a que posee el puntaje más alto. Por lo que la posible solución 1 queda descartada.

4.3 Diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”

Cálculo del ángulo de volcamiento:

Datos:

Diámetro: 58 mm

Volumen: 355ml

Peso: 0,011 kg

$$\alpha_V = \arctng \frac{\varphi}{3xL}$$

Donde:

φ = Diámetro de la lata.

L= Longitud de la lata.

$$\varphi = 58 \text{ mm} = 2.28346 \text{ in}$$

$$L = 10490.2 \text{ mm} = 4,13 \text{ in}$$

$$\alpha_V = \arctng \frac{58 \text{ mm}}{10490.2 \text{ mm} \times 3} = \frac{2,28 \text{ in}}{4,13 \text{ in} \times 3} = 10,43^\circ$$

El sistema de transporte constará de tres elevaciones con un ángulo de inclinación cada una de $\alpha_1 = 6^\circ$, $\alpha_2 = 6^\circ$, $\alpha_3 = 6^\circ$, respectivamente, garantizando de esta forma subir las latas de forma escalonada y con un ángulo mucho menor al de volcamiento de la lata ($\alpha_V = 10,43^\circ$); garantizando así el traslado de las latas correctamente.

Elevaciones parciales de los transportadores en el recorrido de los envases.

$$H = \text{Elevación total} \quad H = 1,83 \text{ m}$$

En la solución planteada se realizarán 3 elevaciones de la siguiente forma:

- **Transportador 1:** Elevará las latas al nivel 1 con un cambio de elevación de $H_1 = 0,73 \text{ m}$.
- **Transportador 2:** Elevará las latas al nivel 2 con un cambio de elevación de $H_2 = 0,47 \text{ m}$.
- **Transportador 3:** Elevará las latas al nivel 3 (nivel de la lavadora) con un cambio de elevación de $H_3 = 0,63 \text{ m}$.

Selección de la banda transportadora

Para la selección de la banda transportadora se utilizó el catálogo INTRALOX (Manual de ingeniería de las bandas transportadoras). Tomando en cuenta que este sistema de transporte tiene secciones curvas, la banda seleccionada es de la **SERIE 2600 SPIRAL 1.1** de material **ACETAL**, en el cual el radio de curvatura mínimo recomendando es de 1.1 veces el ancho de la banda (medidos desde el borde interior), para ancho de cinta de 1118 mm, (Ver Anexo A) datos de la banda y en las propiedades de dicha banda se observan a continuación (Ver tabla N.º 6).

Tabla N°6. Propiedades Del Material De Los Transportadores (Serie 2600).

Propiedades									
Material de la banda	Material de varilla estándar, diámetro 0,24 pulg. (6,1 mm)	Resistencia de la banda en recorridos rectos		Resistencia de la banda espiral ^a		Rango de temperatura (continuo)		Peso de la banda	
		lb/pie	kg/m	lb	kg	°F	°C	lb/pie ²	kg/m ²
Acetal	Acetal	1300	1935	300	136	De -50 a 200	-46 a 93	1,44	7,03

Fuente: Catalogo INTRALOX (2023)

Peso de la banda

Tomando de los datos de la banda (Ver tabla N° 6), el peso de la banda es de:

$$W = 7,03 \frac{Kg}{m^2} \times \frac{9,81 N}{1 Kg}$$

$$W = 68,96 \frac{N}{m^2} \text{ (peso de la banda)}$$

Longitud de la banda transportadora

La banda transportadora está constituida de dos secciones circulares, 3 secciones recta con ángulo de inclinación de 6°, como se muestra en la Figura N° 6, por lo tanto:

Longitud de la sección curva:

Sección curva

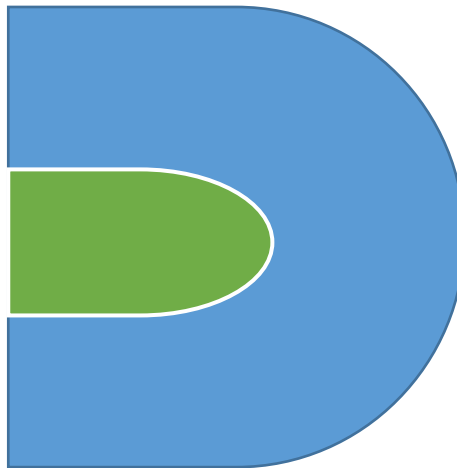


Figura 6. Sección circular de banda transportadora.

Fuente: Napolitano (2023)

$$\text{Ancho de banda} = 1118 \text{ mm} = 1,118 \text{ m}$$

$$r_1 = 0,5m$$

$$R_2 = r_1 + 1m = 1,118 + 0,5 = 1,618 m$$

$$P = 2\pi(R + r) = 2\pi(1,618 + 0,5) = 13,30 m$$

$$\text{Longitud de la banda curva} = L_c = \frac{13,30 m}{2} = 6,65 m$$

Nota: El diseño deseado consta de una mitad de circunferencia, es decir 180°. Se divide la longitud calculada entre dos ya que el perímetro calculado de la corona circular es de 360°. El diseño constara de dos secciones curvas con alturas diferentes.

Longitudes inclinadas

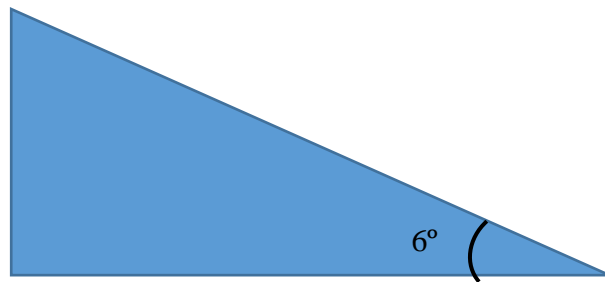


Figura 7. Secciones inclinadas de banda transportadora.

Fuente: Napolitano (2023)

Datos

$$H = 0,63 m$$

$$\theta = 6^\circ$$

$$\text{Sen}\theta = \frac{C.O}{H}$$

$$H = \frac{0,63 m}{\text{Sen}(6^\circ)} = 6,02 m \quad L_1 = 6,02 m$$

$$H = 0,47$$

$$H = \frac{0,47m}{\text{Sen}(6^\circ)} = 4,49 m \quad L_2 = 4,49 m$$

$$H = \frac{0,73 m}{\text{Sen}(6^\circ)} = 6,98 m \quad L_3 = 6,98 m$$

Tracción de la banda

Masa de la lata: 11 gr

$$\text{Peso de la lata : } m \times g = 0,011 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,10791 \text{ N}$$

$$\text{Diametro de la lata} = 58 \text{ mm} = 2.28346 \text{ in}$$

$$BP = [(M + 2W) \times Fw + Mp] \times L + (M \times H)$$

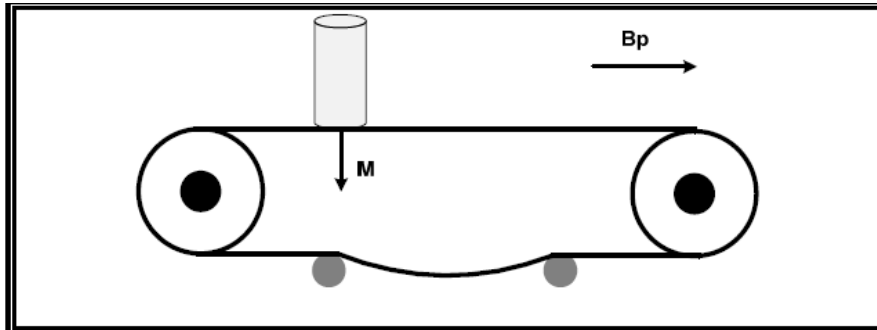


Figura 8. Fuerza de tracción en el movimiento de las latas.

Fuente: Napolitano (2023)

Donde:

BP: Tracción de la banda

M: Carga del producto (N/m^2)

W: Peso de la banda (N/m^2)

Fw: Coeficiente de fricción entre el material de la cinta y las ruedas dentadas

Mp: Carga del producto en acumulación

L: Longitud del transportador (m)

H: Cambio de elevación (m)

Nota: Como no se espera acumulación de producto, se ignora el Mp.

$$M = 24,27 \frac{N}{m^2}$$

$$W = 68,96 \frac{N}{m^2}$$

$$L = 26,526 \text{ m}$$

$$H = 1,83 \text{ m}$$

$$Fw = 0,10$$

$$BP_1 = \left[\left(24,27 \frac{N}{m^2} + 2 \times 68,96 \frac{N}{m^2} \right) \times 0,10 \right] \times 26,526 \text{ m} + \left(24,27 \frac{N}{m^2} \times 1,83 \text{ m} \right)$$

$$BP_2 = \left[\left(24,27 \frac{N}{m^2} + 2 \times 68,96 \frac{N}{m^2} \right) \times 0,10 \right] \times 26,526 \text{ m} + \left(24,27 \frac{N}{m^2} \times 0,47 \text{ m} \right)$$

$$BP_3 = \left[\left(24,27 \frac{N}{m^2} + 2 \times 68,96 \frac{N}{m^2} \right) \times 0,10 \right] \times 26,526 \text{ m} + \left(24,27 \frac{N}{m^2} \times 0,63 \text{ m} \right)$$

$$BP_1 = 447,94 \frac{N}{m}$$

$$BP_2 = 441,63 \frac{N}{m}$$

$$BP_3 = 445,51 \frac{N}{m}$$

Luego de obtener la tracción de la banda se procede a multiplicarlo por el ancho de la misma:

$$BP_1 = \left(447,94 \frac{N}{m} \right) \times (1,118 \text{ m}) = 500,8 \text{ N}$$

$$BP_2 = \left(441,63 \frac{N}{m} \right) \times (1,118 \text{ m}) = 493,74 \text{ N}$$

$$BP_3 = \left(445,51 \frac{N}{m} \right) \times (1,118 \text{ m}) = 498,08 \text{ N}$$

Factor de servicio

Según la velocidad del transportador, carga y la trayectoria. El valor será seleccionado por medias sus condiciones de funcionamiento (Ver anexo A). Por lo tanto, el factor de servicio es:

$$Fs: 1 + 0,2 + 0,4 = 1,6$$

Tracción ajustada de la banda

$$ABP = BP \times Fs$$

Donde:

ABP: Tracción ajustada de la banda N/m

BP: Tracción de la banda

Fs: Factor de servicio

$$BP_1 = 447,94 \frac{N}{m}$$

$$BP_2 = 441,63 \frac{N}{m}$$

$$BP_3 = 445,51 \frac{N}{m}$$

Fs: 1,6

$$ABP_1 = 447,94 \frac{N}{m} \times 1,6 = 716,704 \frac{N}{m}$$

$$ABP_2 = 441,63 \frac{N}{m} \times 1,6 = 706,608 \frac{N}{m}$$

$$ABP_3 = 445,51 \frac{N}{m} \times 1,6 = 712,816 \frac{N}{m}$$

Relación de temperatura

El Factor de temperatura es de T: 0,7 (Ver anexo B).

Resistencia nominal de la banda.

BS: $1935 \frac{Kg}{m}$ (Ver tabla N. 6)

Velocidad del transportador

El cálculo de la velocidad del transportador se realizó en base al funcionamiento de la máquina (embudidora STANDUN), ya que la capacidad del transportador debe ser igual a la capacidad máxima de ésta, por lo cual la línea debe trabajar con una producción de latas máximas de 2400 Latas/min.

Tomando en cuenta el siguiente programa proporcionado por la empresa y como referencia una condición crítica, es decir, el espacio de separación entre las latas se considerará nulo; siendo la densidad de las latas en la banda transportadora de un 100 %. Normalmente se trabaja con una densidad del 80% pero para efectos de diseño se toma la condición crítica de trabajo.

$$V_{banda} = Capacidad \times (Diámetro del envase + separación entre ellas)$$

$$V_{banda} = 2400 \frac{L}{min} \times (5.7999884 \frac{cm}{L} + 0) = 13919,97 \frac{cm}{min} \times \left(\frac{1}{100} \times \frac{1}{60} \right) m/s$$

$$V_{banda} = 2,32 \text{ m/s}$$

Relación velocidad/longitud

$$\frac{Velocidad}{Longitud} = \frac{2,32 \text{ m/s}}{26,526 \text{ m}} = \frac{139,2 \text{ m/min}}{26,526 \text{ m}}$$

$$\frac{Velocidad}{Longitud} = 5,24$$

Selección del engranaje

El tipo de banda transportadora es la serie 2600 1,1 espiral, la cual cuenta con dos tipos de engranaje fabricados en acetal y cuyos números de dientes son (8 y 10) (Ver Anexo C). Para este caso se selecciona un número de dientes N° 10, considerando la acción poliédrica.

Factor de resistencia

El factor de resistencia S se calcula mediante la relación velocidad/longitud y con el número de dientes del engranaje seleccionado. Por lo tanto, Con el N.º de dientes $N=10$ y la relación velocidad-longitud y por medio del (Anexo D) se tiene que:

$$S = 0,6 \text{ N}$$

Resistencia de la banda permitida

Debido a las condiciones de funcionamiento específicas, la resistencia permitida de la banda (ABS) a veces es inferior a la resistencia nominal de la banda.

$$ABS = BS \times T \times S$$

Donde:

ABS: Resistencia de banda permitida

BS: Resistencia nominal de la banda

T: Factor de temperatura

S: Factor de resistencia de la banda

T: 0,7

S: 0,6

BS: $1935 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$

$$ABS = 1935 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times 0,7 \times 0,6 = 812,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$ABS = 812,7 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times 9,81 = 7972,587 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Comprobación de ABP con ABS

Si ABS excede a ABP, la banda es suficientemente fuerte para la aplicación.

$$7972,587 \text{ N/m} > 716,704 \text{ N/m}$$

Separación máxima entre los engranajes del eje motriz

$$ABSU = \left(\frac{ABP}{ABS} \right) \times 100\%$$

Donde:

ABSU: Resistencia permitida de la banda utilizada.

ABP: Tracción ajustada de la banda

ABS: Resistencia de la banda permitida

$$ABSU = \left(\frac{716,704 \text{ N/m}}{7972,587 \text{ N/m}} \right) \times 100\%$$

$$ABSU = 8,98\%$$

Con este valor se calcula a la tabla (Anexo E), de esta forma se lee el valor de la separación máxima entre los engranajes 102 mm.

Carga total del eje

$$w = (ABP + Q) \times B$$

Dónde:

W: Carga total del eje

ABP: Tracción ajustada de la banda

Q: Peso del eje

B: Ancho de la banda

$$ABP = 716,704 \text{ N/m}$$

$$Q = 7,65 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} = 111,61 \frac{\text{N}}{\text{m}} \text{ (Anexo F)}$$

$$B = 1118 \text{ mm} = 1,118 \text{ m}$$

$$w = \left(716,704 \frac{\text{N}}{\text{m}} + 111,61 \frac{\text{N}}{\text{m}} \right) \times 1,118 \text{ m}$$

$$w = 926,05 \text{ N}$$

Deformación del eje motriz

$$D = \frac{5}{384} \times \frac{w \times L_s^3}{E \times I}$$

Donde:

D: Deformación del eje motriz

w: Carga total del eje

Ls: Longitud del eje entre cojinetes

E: Modulo de elasticidad

I: Momento de Inercia

$$w = 926.05 \text{ N} = 94,49 \text{ KgF}$$

$$L_s = 1130 \text{ mm}$$

$$E = 21100 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2} \text{ (Acero al carbono)}$$

$$I = 174817,02 \text{ mm}^4$$

$$D = \frac{5}{384} \times \frac{94,49 \text{ KgF} \times (1130 \text{ mm})^3}{21100 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2} \times 174817,02 \text{ mm}^4}$$

$$D = 0,48 \text{ mm}$$

La deflexión es menor que el límite recomendado por el catálogo, de 2,5 mm, por lo tanto, se puede proporcionar un soporte de dos cojinetes.

Par torsor del eje

$$T_0 = ABP \times B \times \left(\frac{PD}{2}\right)$$

Donde:

T_0 : Par torsor del eje

PD: Diámetro de paso del engranaje

$$ABP = 716,704 \text{ N/m}$$

$$B = 1118 \text{ mm} = 1,118 \text{ m}$$

$$PD = 0,165 \text{ m (Ver anexo C)}$$

$$T_0 = 716,704 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times 1,118 \text{ m} \times \left(\frac{0,165 \text{ m}}{2}\right)$$

$$T_0 = 66,105 \text{ N.m}$$

Con diámetro de mangueta 1 pulgada y el tipo de acero del eje (Acero al carbono 1018).

$$T_{max} = 215,75 \text{ N.m (Ver anexo G)}$$

Comparando $T_0 \leq T_{max}$

Potencia de accionamiento de la banda

$$P_{banda} = \frac{T_0 \times V}{30 \times PD}$$

$$T_0 = \text{Par torsor del eje} = 66,105 \text{ N.m}$$

$$PD = \text{Diámetro de paso del engranaje} = 0,165 \text{ m}$$

$V = \text{Velocidad de banda transportadora} = 2,32 \text{ m/s} = 139,2 \text{ m/min}$

$$P_{banda} = \frac{66,105 \text{ N.m} \times 139,2 \text{ m/min}}{30 \times 0,165 \text{ m}}$$

$$P_{banda} = 1858,95 \text{ V}$$

Potencia del motor

$$P_{motor} = \frac{P_{banda}}{\text{eficiencia}}$$

$$P_{motor} = \frac{1858,95 \text{ V}}{0,98} = 75,73 \text{ V}$$

$$P_{motor} = 1896,88 \text{ V}$$

$$P_{motor} = 2,54 \text{ HP}$$

Nota: El valor 0,98 antes escrito en la ecuación del motor es la eficiencia ideal con que se debería trabajar.

Se seleccionó un motor trifásico cerrado modelo W21 de 3 Hp de motores Weq (Ver anexo H). Se selecciona a su vez las dimensiones del motor trifásico (Ver anexo I).

Selección de motor reductor

Donde:

$P = Na = \text{Potencia.}$

$Ne = \text{Potencia de entrada.}$

$r = \text{Eficiencia.}$

$ns = \text{Velocidad de salida.}$

$$P = Na = 2,54 \text{ HP}$$

$$Ne(\text{Potencia de entrada}) = \frac{Na}{r} = \frac{2,54 \text{ hp}}{0,985} = 2,58 \text{ hp}$$

Velocidad de salida (ns)

$$\omega = \frac{2,32 \text{ m/s}}{0,133 \text{ m}} = 17,44 \frac{1}{s} = 17,44 \frac{\text{rad}}{s} \times \frac{60 \text{ s/min}}{2\pi} = 166,539 \text{ r.p.m}$$

$$n_s = 166,539 \text{ rpm}$$

Preselección del motor reductor

A través del catálogo de motor reductor LENTAX, con una potencia de 2,54 HP (Ver anexo K) Dado que la potencia es de 2,54 HP se aproximó a los motores de 3,00 HP con una velocidad de entrada de 1415rpm. Luego de conocer dichos valores se determina la relación de transmisión mediante la siguiente formula.

Donde:

Rt = Relación de Transmisión.

Ne = Velocidad de entrada.

Ns = Velocidad de salida.

$$Rt = \frac{ne}{ns} = \frac{1415 \text{ rpm}}{166,539 \text{ rpm}} \therefore Rt = 8,5$$

Una vez que se conoce el valor de la relación de transmisión, se preselecciono el modelo del motor reductor, el cual es **FOOT2-3,00** (Ver anexo L).

Fs = 1,7

Potencia de Mando

Nm = **Ne** * **Fs**

Donde:

Nm = Potencia de mando.

Ne = Potencia de entrada.

Fs = Factor de seguridad.

Sustituyendo:

Nm = 2,58 HP * 1,7 = 4,386 HP (Ver anexo M)

Se verifica que la potencia de mando sea mayor que la potencia de entrada.

Nm = 4,386 HP > **Ne** = 3,00 HP.

En conclusión, el motor reductor seleccionado es; **F1T2 5,50**

Selección del acoplamiento del motor y motor reductor de la banda transportadora

P = 2,58 HP

RPM = 1415 r.p.m

Fs = 1,00

Potencia de diseño = **P** * **Fs** = 2,58 HP

Siguiendo los datos obtenidos el tamaño del acoplamiento es de 3,62 (Ver anexo M), conociendo a su vez que su designación es PHEF40RSBFLG (Ver anexo N).

Catalogo SKF de acoplamientos

Barandillas.

Para guiar las latas colocadas sobre las bandas transportadoras hasta la lavadora con un mínimo roce y sin que vuelquen o se caigan del transportador, es necesario la utilización de barandillas. La selección de estas se realizó siguiendo el catálogo Nolu Plastics, en donde recomiendan para este tipo de producto utilizar barandillas tipo VGSSM. Las longitudes van desde 8 pies hasta 20 pies.

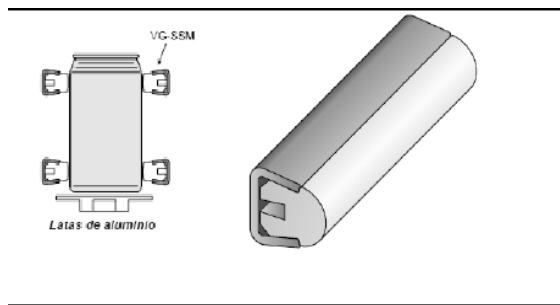


Figura 9. Barandillas.

Fuente: Catalogo Intralox

Soporte para barandillas

El soporte para barandillas sujeta las barandillas a lo largo del transportador. Se encuentran espaciadas a una distancia de 60 cm longitud. El soporte seleccionado es tipo VG203LTC-58. La selección se realizó con la ayuda del catálogo Nolu Plastics.

4.3 Diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”

A continuación, se ilustrará el diseño propuesto para la empresa estudio, siendo este el diseño viable para la solución de dichos problemas menciona. Este diseño impedirá la caída de las latas en la banda transportadora. Consta de 3 elevaciones con ángulos menores a 7 grados. Por otra parte, para las uniones de dichas secciones inclinadas se unió dos secciones curvas para una mejor continuidad de las latas estudio.

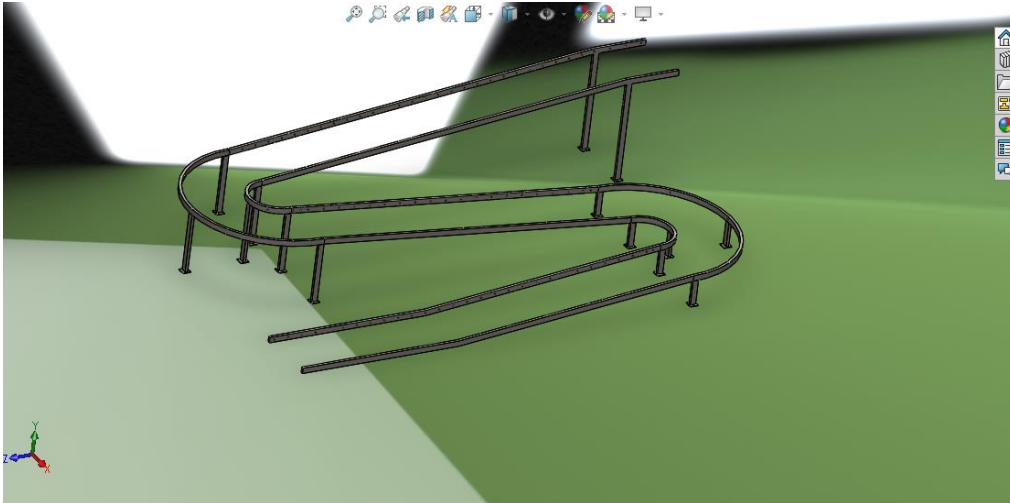


Figura 10. Estructura diseñada para el diseño propuesto.
Fuente: Napolitano (2023)

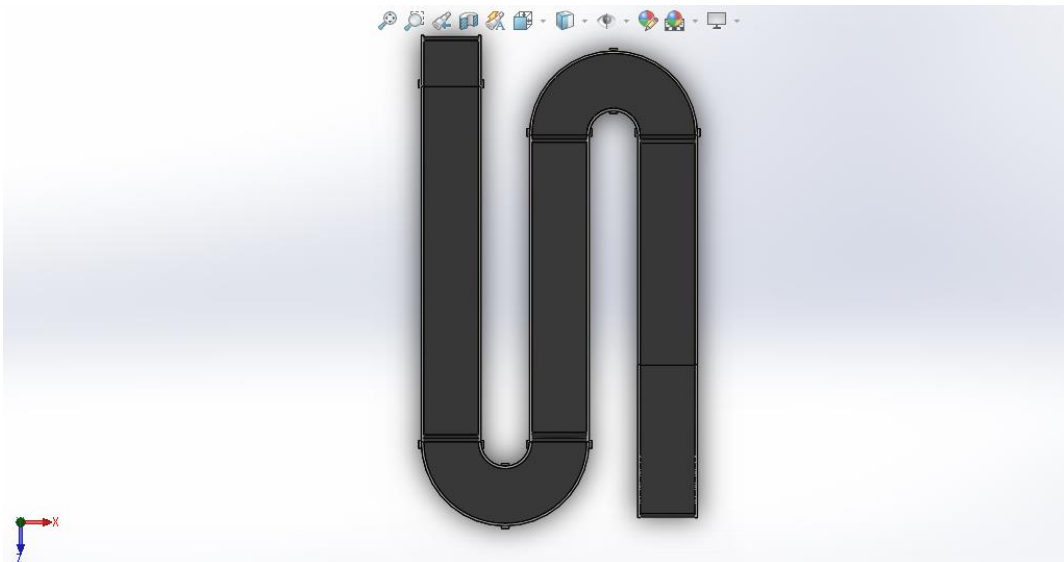


Figura 11. Diseño propuesto desde vista de planta.
Fuente: Napolitano (2023)

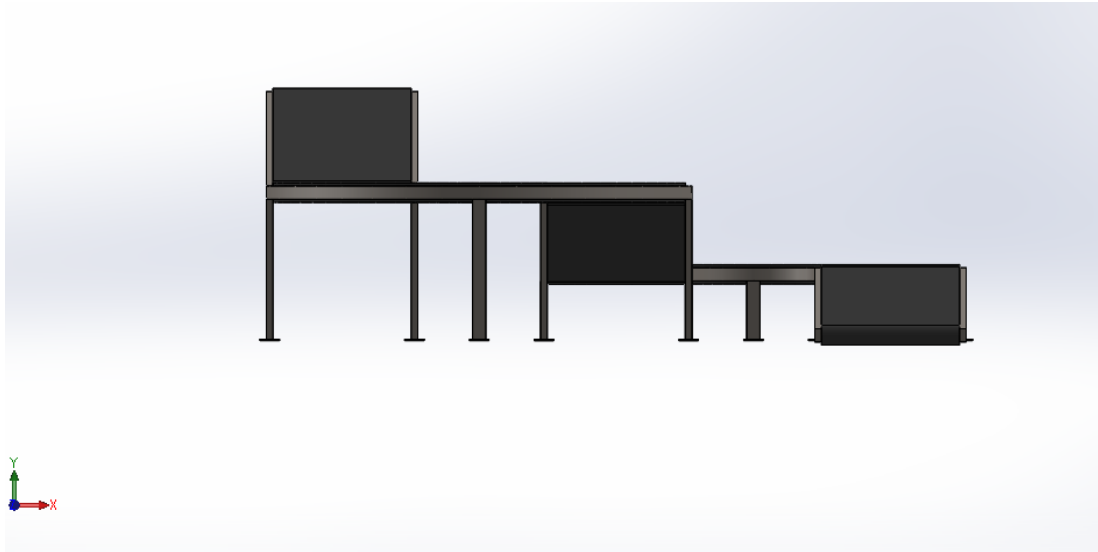


Figura 12. Diseño propuesto desde vista frontal.
Fuente: Napolitano (2023)

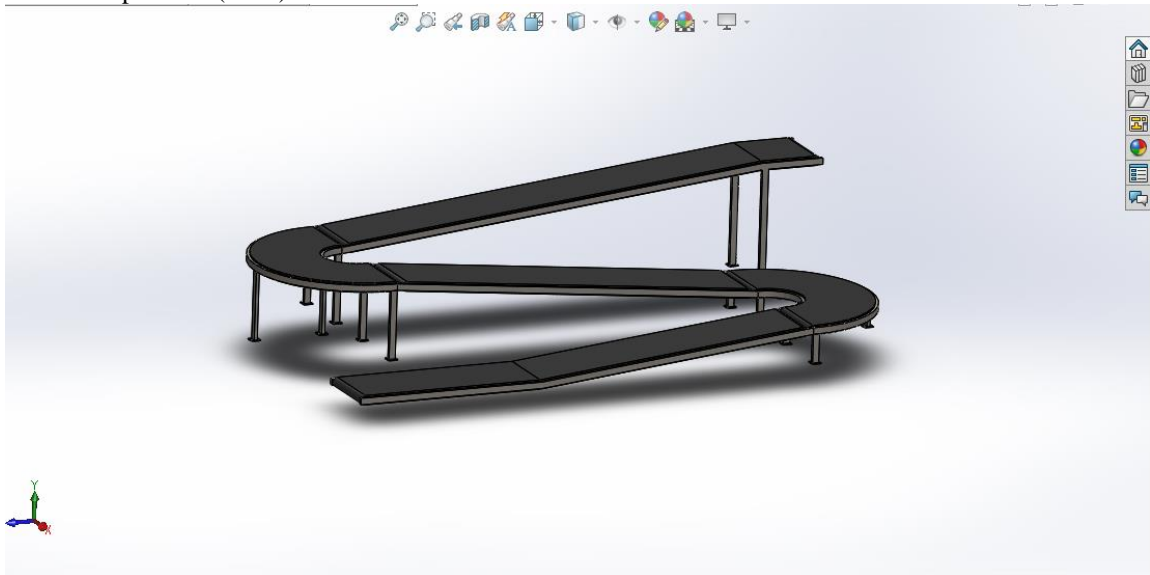


Figura 13. Diseño propuesto desde vista isométrica.
Fuente: Napolitano (2023)

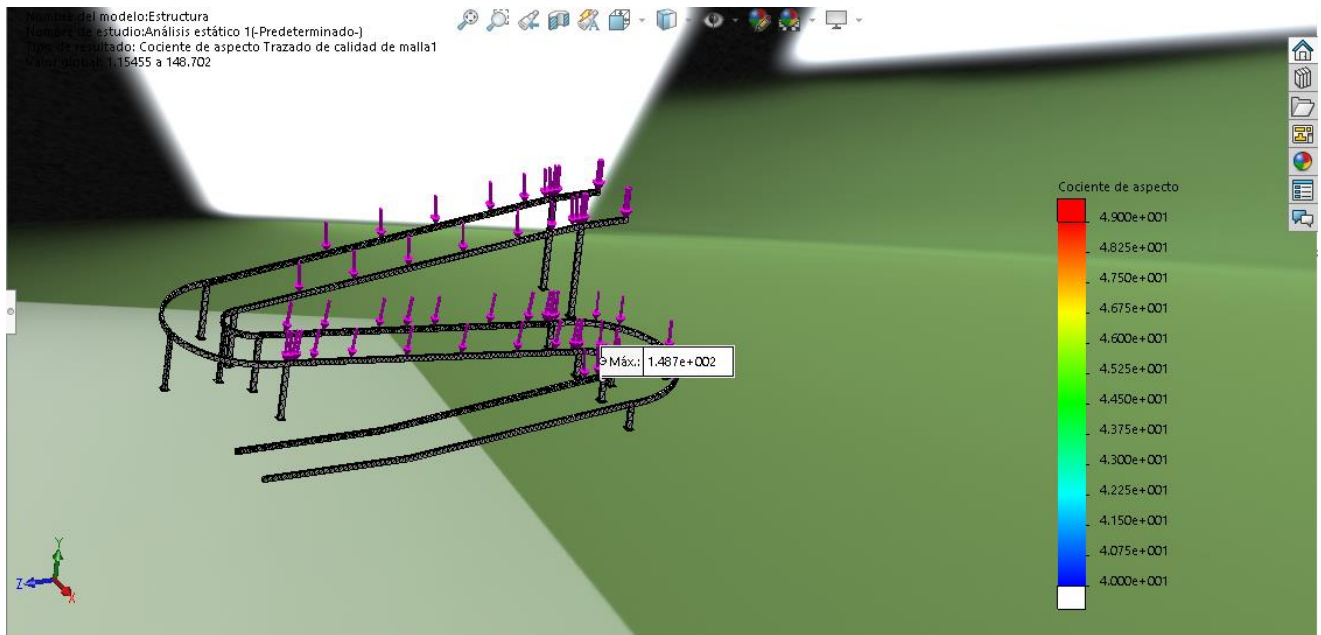


Figura 14. Análisis de esfuerzos en estructura-soporte de banda transportadora.
Fuente: Napolitano (2023)

Se aplico una fuerza de 10.000 N en los elementos que conforman la estructura de la banda transportadora propuesta para la empresa estudio. Se observo que, la estructura soporta las cargas deseadas en la producción de la empresa estudio.

4.4 Determinación de la viabilidad económica del diseño de la transportación para cuerpos de lata del tipo “esbeltos 12oz”

La viabilidad económica de un proyecto se debe realizar un estudio para determinar el eventual éxito o fracaso del proyecto. Cualquier proyecto que se desee poner en marcha tiene que tener como herramienta principal un plan de viabilidad que deje las posibilidades de éxito que aquellas iniciativas pueden tener. Es una herramienta necesaria para la toma de decisiones estratégicas; es imprescindible llevar a cabo una investigación completa que conduzca al conocimiento de si realmente el proyecto aportará los beneficios que se esperan de él y podrá sobrevivir durante un tiempo razonable. En consecuencia, **Rodríguez, L. (2017) dice que:**

Para lograr esto determinar la viabilidad económica, se parte de un análisis de la situación con datos empíricos (que pueden ser contrastados) a los que accede a través de diversos tipos de investigaciones (encuestas, estadísticas, etc.), que sirva para identificar las fortalezas y debilidades del enfoque actual. Es decir, comienza con un análisis de la realidad concreta en la que se quiere desarrollar para minimizar el margen de error.

Asimismo, la viabilidad de un proyecto está condicionada por el cumplimiento de los siguientes tres aspectos:

- ✓ Viabilidad técnica
- ✓ Viabilidad social
- ✓ Viabilidad Económica
- ✓ **Viabilidad técnica**

Según **Rodríguez, L. (2017) la viabilidad técnica:**

Hace referencia a aquello que atiende a las características tecnológicas y naturales involucradas en un proyecto. El estudio de la viabilidad técnica suele estar vinculado a la seguridad y al control de lo que vamos a hacer; esto es, a sus características, funcionalidades y propiedades físicas y a cómo lo vamos a hacer. Tendremos que conocer cuál es el proceso de fabricación/realización, los medios técnicos necesarios, los medios humanos que van a intervenir y su cualificación, los materiales necesarios, control de calidad, gestión de residuos, etc. El estudio de viabilidad técnica conlleva resolver la pregunta de si es posible, desde el punto de vista tecnológico, desarrollar eficientemente nuestros productos/servicios.

Por lo tanto, se debe evaluar si los recursos técnicos actuales son suficientes o si hay que complementarlos para su correcta ejecución, ya que de no contar con las herramientas necesarias será difícil llevar a cabo de forma correcta la propuesta.

✓ **Viabilidad social**

En el proyecto se debe evaluar si es socialmente viable tomando en cuenta el impacto que se tendrá dentro de la sociedad. Kendall, K. y Kendall, J. (1997), concluyen que tiene como objetivo “buscar la satisfacción de las necesidades humanas materiales. Aquí se analizarán la población afectada, sus impactos (beneficios o perjuicios) y su relación con las variables económicas”.

Este proyecto busca satisfacer y/o solucionar el problema de volcamiento de las latas de 12 oz en la empresa estudio para así reducir costos y aumentar ganancias de la empresa, a su vez es claro que esto hará crecer su producción de la misma.

✓ **Comparación de producción actual en Venezuela y producción del sistema propuesto para la empresa estudio.**

DATA/PRODUCCIÓN	
PRECIO DEL ENVASE	\$ 0,54
PRODUCCION IDEAL POR TURNO (L)	1.200.000,00
PRODUCCION IDEAL DIARIA (L)	3.600.000,00
PROMEDIO DE VOLCAMIENTO (L)	600,00
PROMEDIO DE PARADAS (P)	6,00
PERDIDAS POR TURNO CAIDAS (L)	3.600,00
PERDIDAS POR TURNO CAIDAS (\$)	\$ 1.944,00
PERDIDAS POR DIA CAIDAS (L)	10.800,00
PERDIDAS POR DIA CAIDAS (\$)	\$ 5.832,00
%AU SIN LA FALLA (TE/TD)	80%
%AU CON LA FALLA (TE/TD)	67%
DIFERENCIA %AU DE LA FALLA	13%
PRODUCCION REAL SIN LA FALLA (L)	2.887.200,00
PRODUCCION REAL CON LA FALLA (L)	2.412.000,00
PERDIDA EN LA PRODUCCION REAL DEBIDO A LA FALLA ESTUDIO (L)	475.200,00
GANANCIA REAL SIN LA FALLA (\$)	\$ 1.559.088,00
GANANCIA REAL CON LA FALLA (\$)	\$ 1.302.480,00
PERDIDA EN LA PRODUCCION REAL DEBIDO A LA FALLA ESTUDIO TIEMPO (\$)	\$ 256.608,00
GANANCIA IDEAL POR TURNO (\$)	\$ 648.000,00

GANANCIA IDEAL POR DIA (\$)	\$ 1.944.000,00
PERDIDA TOTAL (\$)	\$ 262.440,00
PERDIDA TOTAL (L)	486.000,00

Figura 20. Producciones reales de la empresa estudio parte j.
Fuente: Napolitano (2023)

PRODUCCION	
PERDIDAS POR DIA CAIDAS (\$)	\$ 5.832,00
PERDIDA EN LA PRODUCCION REAL DEBIDO A LA FALLA ESTUDIO TIEMPO (\$)	\$ 256.608,00
PERDIDA TOTAL (\$)	\$ 262.440,00
GANANCIA IDEAL POR DIA (\$)	\$ 1.944.000,00
GANANCIA REAL SIN LA FALLA (\$)	\$ 1.559.088,00
GANANCIA REAL CON LA FALLA (\$)	\$ 1.302.480,00

Figura 21. Producciones reales de la empresa estudio Parte 2.
Fuente: Napolitano (2023)

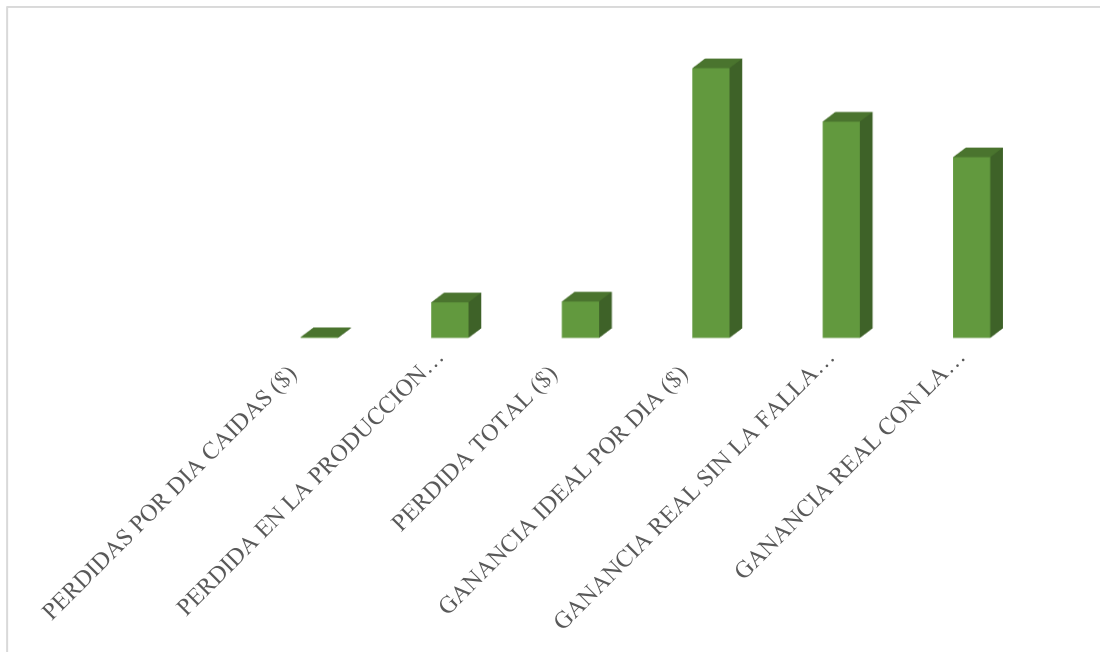


Figura 15. Grafica de producciones reales de la empresa estudio parte 2.
Fuente: Napolitano (2023)

Se puede constatar que empresa pierde un total de \$ 262.440,00, adicional es importante mencionar que esta pérdida es solo por cada 24 horas de producción, es decir, un día. Se considero el sistema usado para medir la producción en la empresa estudio, donde se conoce el %AU con falla y sin falla, es importante definir que él %AU es el porcentaje que representa la división entre

el tiempo efectivo y el tiempo disponible. Se dieron a conocer ciertos datos (Ver figura 20), entre ellos se dispuso de 480 minutos de producción dentro de la empresa estudio. Se conoce lo siguiente:

- 60 min son perdidos por la comida.
- 15 min son perdidos por arranque de líneas.
- 20 min son usados por parada de líneas.
- 60 min son perdidos en la falla estudio.

Cada uno de estos factores antes mencionado son los que afecta la producción ideal de la empresa estudio. En el rediseño propuesto de la banda transportadora a la empresa estudio se constató que hay una pérdida de dinero enorme que no suma ni favorece a la misma.

✓ **Viabilidad Económica**

Por su parte, **Rodríguez, L. (2017)** indica que un proyecto es económicamente viable si “con los recursos que somos capaces de conseguir, es capaz de generar beneficios y tener una rentabilidad suficiente que compense los riesgos en los que se va a incurrir”.

En función a lo anterior, se debe considerar que el diseño debe ser factible económicamente para que se pueda ejecutar. Adicionalmente, los costos estimados en USD se realizaron tomando en consideración el tipo de cambio publicado por el Banco Central de Venezuela a la fecha del 31 de mayo de 2023, es cual era de Bs. 27,95 por dólar.

Presupuesto del diseño de la transportación para cuerpos de lata tipo esbeltos 12oz en una empresa manufacturera de cilindros de aluminio.



AV. Principal 4 de mayo, e/s 4 de mayo, sector
 La Sabana, Porlamar, Municipio Mariño,
 Estado Nueva Esparta
 Teléfonos: 0295-263.82.87 0295-263.2432
 0414-092.86.30
 ATOMPROYECTOSYCONSTRUCCIONES@GMAIL.COM

Fecha: 30/05/2023
 Cotización: 20-97
 Precios válidos desde:
 [30/05/2023]
 Hasta
 [30/08/2023]

Razón social: REDISEÑO DE BANDA TRANSPORTADORA
Dirección:
Número de RIF: J-038954047

El siguiente presupuesto corresponde a rediseño de banda transportadora para latas de 12oz

Partida	Descripción	Und.	Cant.	Precio Unitario	Total
1	Inspección de Banda transportadora y/o área de trabajo	S/G	1	180\$	180\$
2	Paro de línea N°3 del proceso de transporte de latas de 12oz	S/G	1	200\$	200\$
3	Desinstalación de banda transportadora actual	S/G	1	1000\$	1000\$
4	Rediseño y fabricación de banda transportadora regresiva escalonada	S/G	1	4000\$	4000\$
5	Instalación y puesta en funcionamiento de motores y motor reductores	S/G	1	5000\$	5000\$
	TOTAL				10.380\$
	TOTAL EN BS				290.121 Bs.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Con la investigación titulada “Diseño de la transportación para cuerpos de lata tipo esbeltos 12oz en una empresa manufacturera de cilindros de aluminio”, se concluye que el análisis y estudio del proyecto, es completamente factible, tanto, de manera social, ambiental, técnica, académica y económica. Partiendo del análisis de la situación actual hasta la pérdida de producción en la empresa estudio.

Se diagnosticó que el sistema de banda transportadora usado en el proceso está ocasionando un atraso tanto en la misma como en las entradas de dinero de la empresa estudio. A su vez se pudo conocer que el ángulo presente en la banda estaba ocasionando un volcamiento en las latas de 12oz generando una pérdida de aproximadamente 600 latas por cada parada, para un total de 3.600 latas por turno (L/T), recordando que un turno es comprendido por ocho (8) horas y un día de producción por 3 turnos.

Se determinó mediante el método de selección de Vílchez, usando el método de las restricciones y los criterios de diseño, con las ventajas y desventajas, de donde el sistema ideal, entre los estudiados comparativamente, fue la banda transportadora con 3 ángulos menores 10,43° y la banda comportándose de manera regresiva.

Posteriormente, se desarrolló el tercer objetivo específico que era diseñar digitalmente el diseño propuesto para la solución del problema. El diseño seleccionado fue el N°2 de los diseños propuesto, ya que este permite un trabajo continuo sin pérdidas en la empresa estudio. A su vez se realizó un análisis de esfuerzos a la estructura del diseño propuesto, aplicándole una fuerza de 10.000 N por elementos, arrojándonos excelentes resultados en cuanto esfuerzos en la banda transportadora.

Para finalizar el presente trabajo de grado, se constató que la pérdida presente que había en la empresa estudio es de 262.440,00 \$ para un promedio de 6 caídas con aproximadamente 600 latas por caída en cada turno, dejando así una pérdida de 3.600,00 latas diarias, además de 60 minutos acumulados de parada por turno y 180 minutos o 3 horas diarias. La ganancia ideal de la empresa estudio ha de ser de 1.944.000,00 \$, para luego de calcular el %AU, o la utilización de los activos, y definir la ganancia real sin la falla estudio con 1.599.088,00 \$, para así luego conocer que había una falla en el sistema de transportación de las latas de 12Oz y se produjera una ganancia real de 1.302.480,00 \$. El diseño propuesto para la empresa estudio recuperará las pérdidas

presentes, pues dicho diseño no permite que las latas caigan en el sistema de transporte, evitando así algunos de los factores antes mencionados.

RECOMENDACIONES

Luego de trazar la problemática y darle una propuesta para solucionarla; trazar y desarrollar unos objetivos específicos, se obtienen las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda a los operadores realizar un mantenimiento continuo para evitar que el sistema tenga paros forzosos o de emergencia.
- Se recomienda a los futuros investigadores modificar la velocidad de transporte para un trabajo mucho más rápido que el actual.
- Se recomienda a la empresa estudio preparar a los operadores y/o mecánicos como ensamblar y mantener la banda transportadora en óptimas condiciones.

Se espera que este proyecto sirva como base para un proyecto más grande en el cual se construya un mejor sistema de transporte en toda la empresa estudio y/o empresas que deseen aplicar sistemas de transportación a su proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aldea, A. (2021). *Influencia del rediseño de los procesos productivos de una empresa de envolturas flexibles basado en la mejora continua*. Trabajo de grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. Doi: <https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.19616>
- Aguilera, C. (2000). *Un enfoque gerencial de la teoría de las restricciones*. Estudios Gerenciales. [(junio 2000). [En línea]. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232000000400004&lng=en&tlng=es.
- Amat, J. (2019). *Control de gestión: una perspectiva de dirección*. (4ta ed). Ediciones Gestión 200: España.
- Andrade, C., Veliz, N. y Medina, C. (2019). *Análisis de dureza y resistencia a la tracción de un compuesto de matriz metálica Ai-SiO₂, utilizando latas de aluminio y cáscara de arroz como materia prima*. Rev. Bol. Quim [(junio 2019)]. [En línea]. Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602019000200001&lng=es.
- Arias, F. (2015). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. (5ta ed). Editorial Episteme: Caracas, Venezuela.
- Balestrini, M. (2006). *Cómo se Elabora el Proyecto de Investigación*. (4ta ed.). Editorial Consultores Asociados: Caracas, Venezuela.
- Camargo L. (2004). *Análisis del manejo y clasificación del vacío de cerveza y malta de la Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín. Venezuela*. Recuperado de: <http://repositorios.unimet.edu.ve/docs/22/ATTS170C35.pdf>
- Castro, M. (2003). *El proyecto de investigación y su esquema de elaboración*. (2da ed.). Uyapal: Caracas.
- Cervecería Polar (2015). *Manual de Procedimientos de Mantenimiento de Envasado de Cervecería Polar del C.A. Planta San Joaquín. Venezuela*.
- Cervecería Polar (2015). Empresa Polar. [En línea]. Recuperado de: <https://empresapolar.com/negocios-y-marcas/cerveceria-polar>
- Evans, J. y Lindsay, W. (2015): *Administración y control de la calidad*. 9na ed. Cengage Learning Editores, S.A.: México, D.F.

- Fernández, V. (2019). *Unidad de transporte de sólidos*. [En línea]. Recuperado de: <http://www.escuelaraggio.edu.ar/pagina%20web/pagina%20de%20practicos/TPS/ALIMENTOS/4/tecnologia%20ALIM%204/Guia%20TP%205.pdf>
- Hernández, R. (2018). *Sistema de gestión de planta para la empresa Alimentos Polar Comercial planta Maracaibo*. Trabajo de Grado. Universidad Rafael Bellosó Chacín, Venezuela.
- Hernández, S., Fernández, C. y Baptista, L. (2015). *Metodología de la investigación*. (5ta ed). McGraw Hill Interamericana Editores: México.
- Hurtado de Barrera, J. (2015). *El Proyecto de Investigación: Comprensión Holística de la Metodología y la Investigación*. (5ta ed). Fundación Sypal: Caracas, Venezuela.
- Jaya, A., Planche, P. y Guerra, R. (2018). El rediseño de procesos como herramienta de mejora. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (noviembre 2018). [En línea]. Recuperado de: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/11/redisenio-procesos-mejora.htm>
- Lizcano, V. y Loreto, C. (2008). *Diseño de un sistema automatizado para el despaletizado y transporte de latas en una línea de envasado de productos de consumo masivo*. Trabajo de Grado. Universidad de Carabobo. Valencia. Recuperado de: <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/7816/vilizcano.pdf?sequence=1>
- López, G. (2018). *Ensayos de compresión sobre latas de refresco. Análisis de tensiones y deformaciones*. Trabajo de Grado. Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Miranda, M. (2013). *Desarrollo de prácticas de producción más limpia, en una empresa de fabricación de envases de aluminio de 12 onzas*. Trabajo de Grado. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0656_MI.pdf
- Palella, S. y Martins, F. (2010). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. (3ra ed.). FEDUPEL: Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, Y. y Manjarres, A. (2022). *Gestión gerencial como eslabón de las estrategias financieras en la Empresa Suministros y Construcciones Sandoval S.A.S de Riohacha D.E.T.C*. Trabajo de Grado. Universidad de La Guajira. Río hacha, Colombia.
- Sabino, C. (2017). *El proceso de Investigación*. (actualización). Editorial Panapo: Caracas.
- Said, A. (2014). *Manual de Superintendente de Producción Cervecería Polar, C.A. Planta Metalgráfica (Gaveras para bebidas)*: Valencia, Edo Carabobo.
- Tamayo y Tamayo, M. (2012). *El proceso de la investigación científica*. (4ta ed). Editorial Limusa:

México.

Valderrama, S. (2017). *Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica*. San Marcos.

Velásquez, C. (2020). *Diseño de un sistema de transporte automático para el manejo de envases de una línea de envasado*. Trabajo de Grado. Universidad José Antonio Páez, Venezuela.

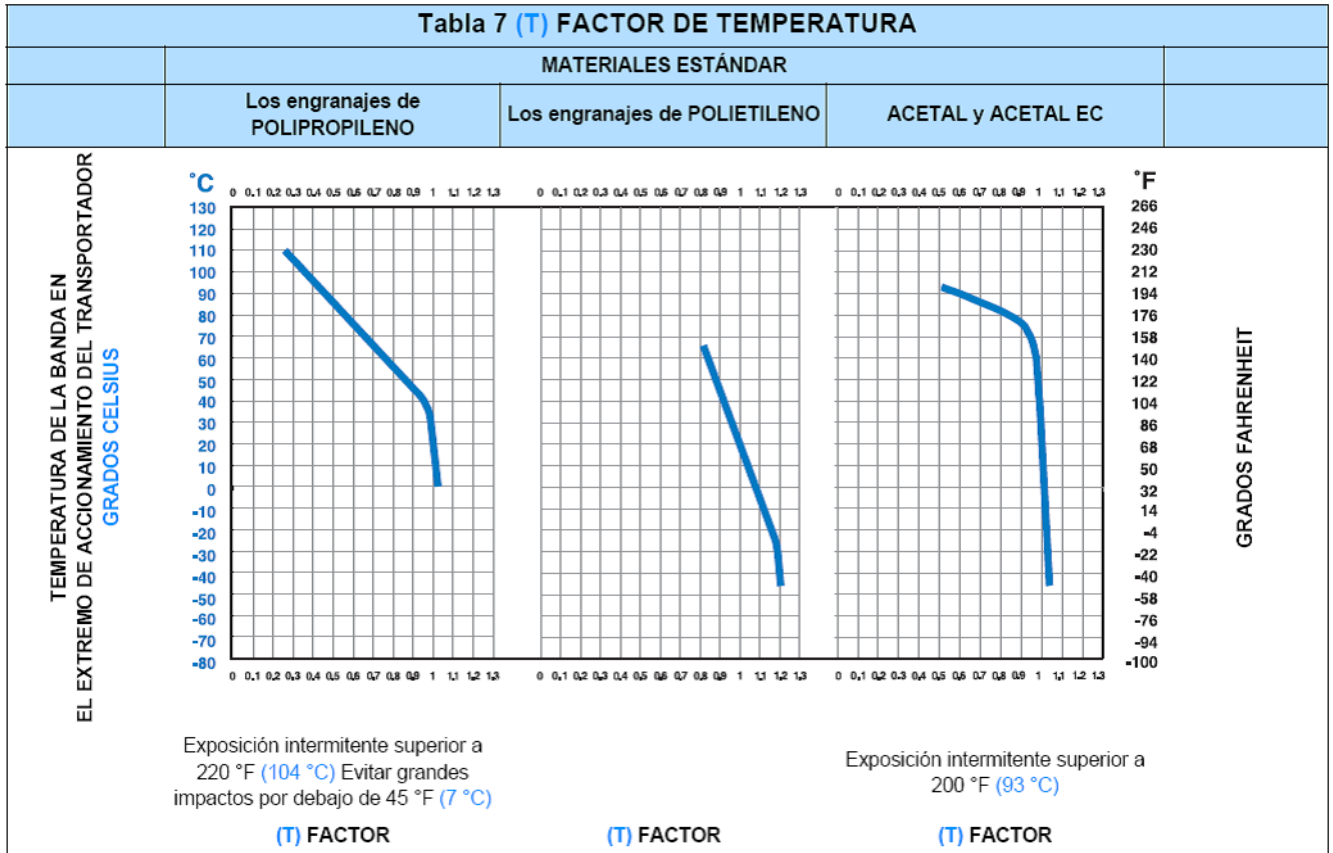
Zambrano, D., Soto, E. y Ugalde, W. *Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad*. Pol. Con. [(noviembre 2021)]. [En línea]. Recuperado de: Doi:10.23857/pc.v6i11.3277

ANEXOS

ANEXO A

Condiciones de funcionamiento	Añadir
Arranques sin carga, con carga aplicada gradualmente.	1,0
Arranques frecuentes con carga (más de uno por hora)	0,2
Funcionamiento a velocidades superiores a 100 pies/min (30 m/min)	0,2
Transportador ascendente	0,4
Transportador de empuje	0,2
Factor de servicio (SF)	total

ANEXO B



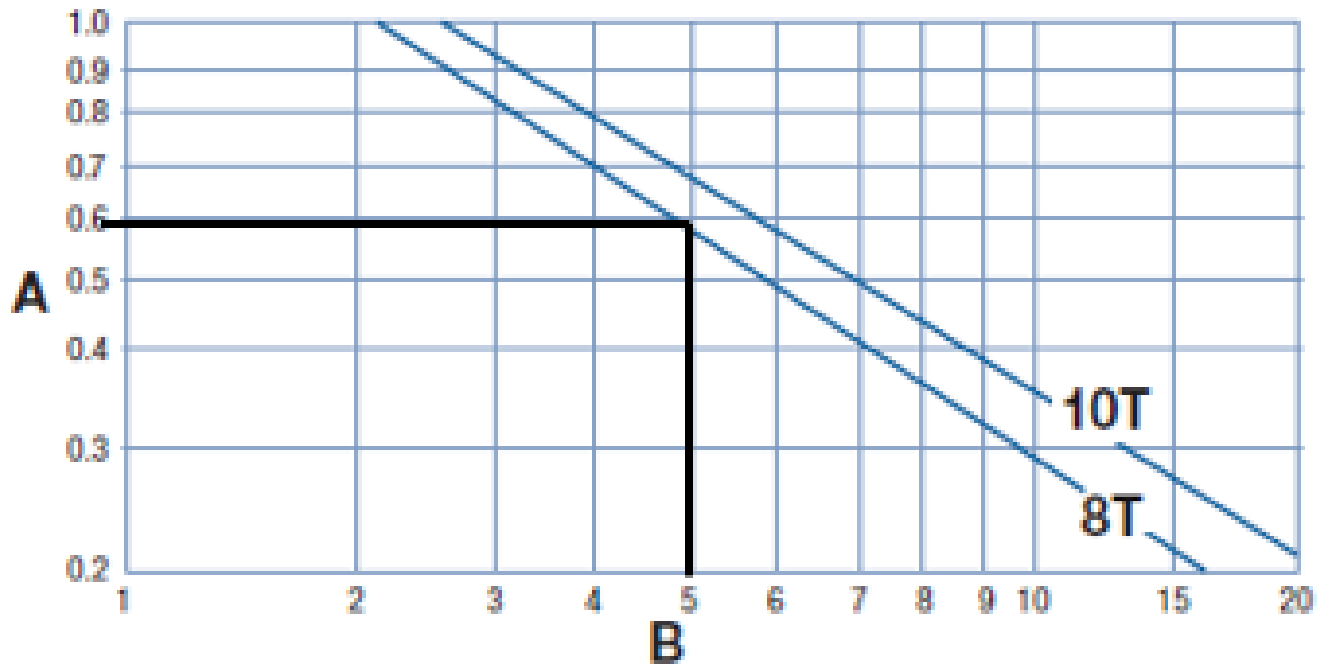
ANEXO C

Engranajes de acetata										
Número de dientes (acción poliédrica)	Diam. Diámetro de paso		Diam. Diámetro externo		Diam. Ancho del cubo		Dimensiones disponibles de agujer- os			
	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	Redon- dos (pulg.)	Cuadra- dos (pulg.)	Redon- dos (mm)	Cuadra- dos (mm)
8 (7,61 %)	5,2	132	5,4	136	0,8	20,32	1-1/4, 1-7/16, 1-1/2, 2	1-1/2, 2-1/2		40, 60
10 (4,89 %)	6,5	165	6,7	170	0,8	20,32	1-1/4, 1-7/16, 1-1/2, 2	1-1/2, 2-1/2		40, 60



ANEXO D

Factor de resistencia



A factor de resistencia

B relación velocidad/longitud (V/L)

T número de dientes

V velocidad de la banda, pies/
min (m/min)

L distancia de la zona central de
alineación del eje, pies (m)

ANEXO E

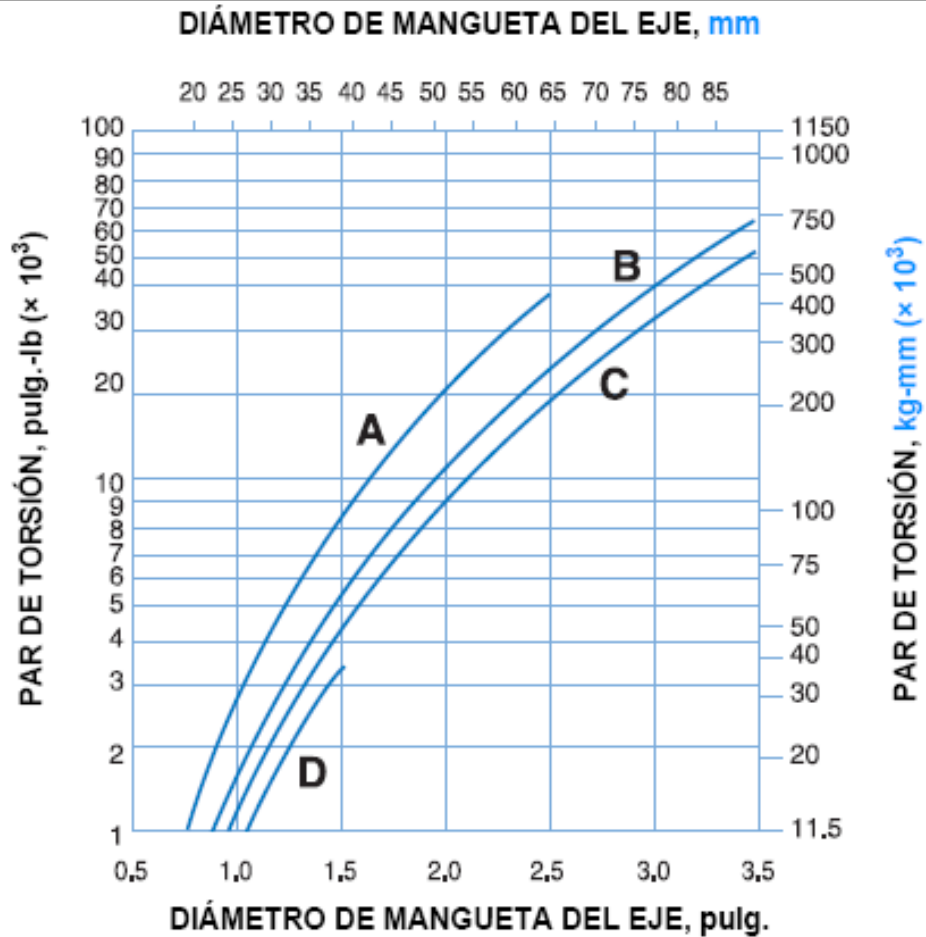
Tamaño del eje	Peso del eje (Q), lb/pie (kg/m)		Momento de inercia (I), in ⁴ (mm ⁴)
	Acero al carbono	Acero inoxidable	
5/8 pulg. cuadradas	1,33 ^a	1,33 ^a	0,013
1 pulg. cuadrada	3,40 ^a	3,40 ^a	0,083
1,5 pulg. cuadradas	7,65 ^a	7,65 ^a	0,42
2,5 pulg. cuadradas	21,25 ^a	21,25 ^a	3,25
3,5 pulg. cuadradas	41,60 ^a	41,60	12,50
25 mm cuadrados	(4,920) ^b	(4,920) ^b	(32,550)
40 mm cuadrados	(12,55) ^b	(12,55) ^b	(213,300)
60 mm cuadrados	(29,11) ^b	(29,11) ^b	(1,080,000)
65 mm cuadrados	(34,16) ^b	(34,16) ^b	(1,487,600)
Módulo de elasticidad (E), lb/pulg. ² (kg/mm ²)	30 000 000 (21 100)	28 000 000 (19 700)	

^a Inrtador USA puede suministrar ejes cuadrados mecanizados según las especificaciones en los tamaños siguientes y materiales como acero al carbono (C-1018), acero inoxidable (303,304 y 316) y aluminio (6061-T6).

^b Inrtador Europe ofrece ejes cuadrados en los siguientes tamaños y fabricados en acero al carbono (KS-37) y acero inoxidable (304).

ANEXO F

Tabla 9 PAR DE TORSIÓN MÁXIMO RECOMENDADO EN EL EJE MOTRIZ



- A** - ACERO INOXIDABLE 303 & 304 (laminado en frío)
- B** - ACERO AL CARBONO C-1018 & KG-37 (laminado en frío)
- C** - 316 ACERO INOXIDABLE (recocido) & 304 ACERO INOXIDABLE (en caliente)
- D** - ALUMINIO 6061-T6

ANEXO G

Motores Trifásicos Cerrados - W21

Eficiencia Estándar

Potencia kW	HP	Carcasa IEC	RPM	Corriente nominal en 380V A	Corriente con rotor bloqueado Ip / In	Momento Nominal Cn (NM)	Momento con rotor bloqueado Cp / Cn	Momento máximo Cmax Cn	380 V						Factor de servicio F.S.	Momento de Inercia J kgm ²	Tiempo máx. con rotor bloqueado en caliente / frío (s)	Peso aprox. (Kg)
									Rendimiento η%			Factor de Potencia Cos φ						
									% de la potencia nominal									
IV Poles - 1500 rpm																		
0,12	0,16	63	1375	0,44	3,5	0,82	2	2,2	45	54	57	0,49	0,61	0,72	1,00	0,00034	30/66	6,6
0,18	0,25	63	1360	0,64	3,4	1,29	2	2,2	46	54	58	0,49	0,63	0,74	1,00	0,00039	23/51	6,9
0,25	0,33	63	1415	0,94	5	1,64	3,1	3,1	32	60	62	0,44	0,54	0,65	1,00	0,00067	17/37	8,3
0,25	0,33	71	1310	0,85	3,5	1,77	1,9	2,1	50	55	59	0,5	0,65	0,76	1,00	0,00039	21/46	8,8
0,37	0,5	71	1320	1,19	3,7	2,66	2	2	55	60	62	0,5	0,63	0,76	1,00	0,00056	17/37	9,7
0,55	0,75	71	1385	1,71	5	3,8	2,8	2,9	66	70,5	72	0,45	0,58	0,68	1,00	0,00096	19/42	12,3
0,55	0,75	80	1410	1,50	4,7	3,74	2,1	2,2	58,5	66,3	68	0,54	0,7	0,82	1,00	0,0019	17/37	12,6
0,75	1	80	1395	1,95	5	5,04	2,3	2,2	64,5	71	72	0,55	0,7	0,81	1,00	0,00225	14/31	13,5
1,1	1,5	90S	1420	2,75	5,6	7,42	2,3	2,4	70	76	77	0,55	0,69	0,79	1,00	0,00392	8/18	18,1
1,5	2	90S	1410	3,52	5,5	9,96	2,3	2,4	76,5	78,5	79	0,58	0,73	0,82	1,00	0,00476	8/18	17,0
1,5	2	90L	1410	3,52	5,5	9,96	2,3	2,4	76,5	78,5	79	0,58	0,73	0,82	1,00	0,00476	8/18	20,0
2,2	3	90L	1410	5,46	5,8	14,94	2,7	2,5	75	76,5	76,5	0,57	0,71	0,8	1,00	0,00672	8/18	23,8
2,2	3	100L	1410	5,00	5,6	14,94	2,4	2,6	80,5	81,5	81,5	0,6	0,74	0,82	1,00	0,00651	9/20	25,9
3	4	100L	1400	6,81	6	20,07	2,8	3	80	81	82,6	0,57	0,72	0,81	1,00	0,00842	8/18	29,4
4	5,5	100L*	1390	8,93	6,7	27,79	2,6	2,6	81,5	82,2	82	0,64	0,76	0,83	1,00	0,01072	7/15	34,7
4	5,5	112M	1440	8,61	6,2	26,83	2,1	2,5	83,5	84,6	85	0,65	0,77	0,83	1,00	0,01473	13/29	42,0
5,5	7,5	112M*	1450	11,05	6,5	36,33	2,5	2,6	84	85,7	85,7	0,54	0,66	0,75	1,00	0,01875	8/18	47,3
5,5	7,5	132S	1450	11,58	6,5	36,33	2,1	2,5	84,5	85,6	86	0,63	0,77	0,84	1,00	0,03489	11/24	54,4
7,5	10	132S	1455	15,58	6,7	48,27	2,1	2,9	85	86,5	87	0,63	0,77	0,84	1,00	0,04652	8/18	61,8
7,5	10	132M	1455	15,58	6,7	48,27	2,1	2,9	85	86,5	87	0,63	0,77	0,84	1,00	0,04652	8/18	59,8
9,2	12,5	132M	1455	18,74	7,5	60,34	2,2	2,8	86,5	87,7	87,7	0,64	0,78	0,85	1,00	0,05815	6/13	74,4
9,2	12,5	160M	1455	18,74	6	60,34	2,2	2,4	86	87,7	88,8	0,69	0,79	0,84	1,00	0,06524	15/33	97,4
11	15	160M	1455	23,26	6	72,41	2,3	2,6	86,5	88,5	88,5	0,62	0,74	0,81	1,00	0,07528	12/26	102,7
15	20	160M	1460	30,63	5,8	96,22	2,3	2,4	88,5	90	89,7	0,68	0,79	0,83	1,00	0,10539	12/26	127,5
15	20	160L	1460	30,63	5,8	96,22	2,3	2,4	88,5	90	89,7	0,68	0,79	0,83	1,00	0,10539	12/26	123,1
18,5	25	160L*	1455	38,11	6	120,69	2,4	2,4	88,5	90	90	0,64	0,76	0,82	1,00	0,11542	12/26	130,0
18,5	25	180M	1470	36,95	7	119,46	2,5	3	89,5	90,5	90,5	0,67	0,77	0,84	1,00	0,16146	11/24	157,7
22	30	180M	1465	43,16	7	143,84	2,7	2,9	90	91,5	91,2	0,69	0,8	0,85	1,00	0,18837	11/24	187,4
22	30	180L	1465	43,16	7	143,84	2,7	2,9	90	91,5	91,2	0,69	0,8	0,85	1,00	0,18837	11/24	172,8
30	40	200L	1475	58,95	6,7	190,48	2,5	2,8	90,3	91,5	92	0,68	0,78	0,84	1,00	0,30338	14/31	237,6
30	40	200M	1475	58,95	6,7	190,48	2,5	2,8	90,3	91,5	92	0,68	0,78	0,84	1,00	0,30338	14/31	233,0
37	50	200L	1470	70,84	7	238,91	2,3	2,5	91,5	92,5	92,3	0,73	0,82	0,86	1,00	0,38611	14/31	266,1
37	50	225S/M	1475	70,95	6,7	238,1	2,3	2,8	90,6	91,7	92,2	0,71	0,81	0,86	1,00	0,5599	17/37	337,9
45	60	225S/M	1475	85,89	7	285,72	2,4	3	91,5	92,4	92,6	0,71	0,8	0,86	1,00	0,66488	12/26	360,0
55	75	225S/M	1475	100,32	6,8	357,15	2,3	2,7	93	93,3	93,6	0,77	0,85	0,89	1,00	0,87484	14/31	410,4
55	75	250S/M	1475	100,32	6,8	357,15	2,3	2,7	93	93,3	93,6	0,77	0,85	0,89	1,00	0,87484	14/31	431,4
75	100	250S/M	1480	140,00	7,2	474,59	2,4	2,6	92,5	93,6	93,7	0,77	0,85	0,87	1,00	1,15478	12/26	495,3
75	100	280S/M	1485	138,95	6,7	472,99	2	2,7	92,7	93,8	94,1	0,77	0,84	0,87	1,00	1,84681	22/48	641,7
90	125	280S/M	1485	167,37	7,3	591,24	2,4	2,8	93,2	94	94,2	0,77	0,85	0,87	1,00	2,16799	19/42	697,4
110	150	280S/M	1485	206,32	7,3	709,49	2,4	2,8	93,8	94,4	94,4	0,75	0,83	0,86	1,00	2,56947	17/37	793,5
110	150	315S/M	1485	206,32	7,3	709,49	2,4	2,8	93,8	94,4	94,4	0,75	0,83	0,86	1,00	2,56947	17/37	805,5
132	180	315S/M	1485	246,32	7,7	851,39	2,4	2,8	93,9	94,7	94,8	0,74	0,83	0,86	1,00	3,21184	17/37	905,1
150	200	315S/M	1485	278,95	7,7	945,99	2,8	2,8	94	95	95	0,75	0,83	0,86	1,00	3,45273	17/37	944,5
160	220	315S/M	1485	297,89	7,5	1040,59	2,5	2,8	94	94,8	95	0,76	0,83	0,86	1,00	3,77391	17/37	995,3
185	250	315S/M*	1485	342,11	7,3	1182,49	2,3	2,5	93,5	95,3	95,5	0,75	0,82	0,86	1,00	3,77391	15/33	1008,5
185	250	355M/L	1490	335,79	6,8	1178,52	2,1	2,5	93,6	94,7	95	0,8	0,86	0,88	1,00	6,33813	44/97	1428,2
200	270	355M/L	1490	363,16	6,6	1272,8	2,3	2,2	94	95	95,2	0,82	0,86	0,88	1,00	7,45663	44/97	1558,6
220	300	355M/L	1490	393,68	7	1414,22	2,2	2,3	94,2	95,2	95,4	0,82	0,88	0,89	1,00	7,45663	39/86	1549,4
260	350	355M/L	1490	468,42	6,5	1649,92	2,2	2,3	94,3	95,2	95,8	0,8	0,86	0,88	1,00	8,38871	41/90	1653,7
250	340	355M/L	1490	450,53	6,9	1602,78	2,2	2,5	94,3	95,2	95,8	0,8	0,86	0,88	1,00	8,38871	36/79	1655,6
280	380	355M/L	1490	498,95	7,1	1791,35	2,2	2,4	95	95,7	95,8	0,83	0,88	0,89	1,00	10,25287	39/86	1770,0
300	400	355M/L	1490	534,74	6,7	1885,63	2,2	2,4	94,5	95,6	95,8	0,81	0,87	0,89	1,00	10,25287	47/103	1846,6
315	430	355M/L	1490	558,95	6,7	2027,05	2,2	2,4	94,8	95,9	96,2	0,79	0,86	0,89	1,00	10,25287	42/92	1770,0
330	450	355M/L	1490	578,95	6,5	2121,33	2,3	2,3	95	96	96,2	0,83	0,88	0,9	1,00	11,18495	32/70	1939,6
220	300	315B	1485	429,47	6,5	1418,98	2	2,8	94	95	95	0,66	0,77	0,82	1,00	4,59611	37/81	1330,0
250	340	315B	1480	481,05	6,2	1613,61	1,8	2,6	94,5	95,2	95,2	0,72	0,8	0,83	1,00	5,1713	29/64	1330,0
360	500	315B*	1480	495,02	6	1661,07	1,6	2,4	94,3	95	95	0,73	0,81	0,84	1,00	5,1713	23/51	1330,0
360	400	315B*	1465	585,26	7,3	1891,98	2	2,8	94	94,8	95	0,66	0,76	0,82	1,00	5,74514	23/51	1560,0
315	430	315B*	1480	612,63	7,4	2040,75	2	2,7	94,1	95,1	95,2	0,67	0,77	0,82	1,00	5,74514	18/40	1560,0

ANEXO H

Eficiencia Estándar - Datos Mecánicos

Carcasa	DIMENSIONES DEL EJE																				Rodamientos delantero	Rodamientos trasero										
	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	C	CA	D	DA	E	EA	ES	F	FA	G	GA	GD			GF	H	HA	HC	HD	K	L	LC	d1	d2
63	100	21	118	125	119	80	22	95	40	78	116	99	23	20	14	4	3	8,5	7,2	4	3	63	8	124			216	241	EM4	EM3	6201 ZZ	6201 ZZ
71	112	30	132	141	127	90	38	113,5	45	88	146	110	30	23	18	5	4	11	8,5	5	4	71	12	130	7		248	276	DM5	EM4	6203 ZZ	6202 ZZ
80	125	35	149	159	136	100	40	125,5	50	93	196	146	40	30	28	6	5	15,5	11	6	5	80	13	157	10		276	313	DM5	DM4	6204 ZZ	6203 ZZ
90S	140	38	164	179	155	125	42	131	56	104	246	166	50	40	36	8	5	20	13	7	5	90	15	177			304	350	DM8	DM6	6205 ZZ	6204 ZZ
100L	160	49	188	199	166	140	50	173	63	118	286	226	60	50	45	6	6	24	18,5	8	6	100	16	198			376	431	DM10	DM8	6206 ZZ	6205 ZZ
132S	190	61	220	222	184	178	55	177	70	128	386	286	80	60	63	10	8	33	24	10	7	132	20	274	12		452	519	DM12	DM10	6307 ZZ	6206 ZZ
160M	216	51	248	270	212	178	55	225	89	150	426	386	80	60	63	10	8	33	24	8	8	160	22	317	14,5		588	712	DM16	DM16	6309 C3	6209
180L	244	64	308	312	256	210	65	254	108	174	426	426				12	12	37	37	9	9	180	28	360	14,5		642	736	DM16	DM16	6311 C3	6211
200L	279	80	350	358	275	241	75	294	121	200	486	486				14	14	42,5	42,5	9	9	200	30	402	18,5		702	820	DM16	DM16	6311 C3	Z-C3
225S/M	318	82	395	396	300	267	85	370	133	222	55m6	55m6				16	16	49	49	10	10	225	34	466	18,5		767	890	DM16	DM16	6312 C3	Z-C3
250S/M	356	80	438	476	373	311	105	391	149	280	55m6	55m6				16	16	49	49	10	10	250	34	466	18,5		817	935	DM16	DM16	6312 C3	Z-C3
280S/M	406	100	506	476	373	311	138	449	168	312	60m6	60m6				18	18	53	53	11	11	280	42	491	24		923	1071	DM20	DM20	6314 C3	6314 C3
315S/M	457		557	600	468	398	142	510	190	350	60m6	60m6	140	140	125	18	18	58	53	11	11	315	52	613	28		1036	1188	DM20	DM20	6314 C3	6314 C3
355M/L	508	120	628	600	497	457	152	558	216	376	65m6	65m6	140	140	125	18	18	58	53	11	11	355	52	613	28		1126	1278	DM20	DM20	6316 C3	6316 C3
	610	140	750	816	695	630	200	700	254	397	75m6	75m6	140	140	125	20	20	67,5	67,5	12	12	385	50	725	28		1396	1561	DM20	DM20	6316 C3	6316 C3

Motors W21

ANEXO I

Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO		Factor de Seguridad	Momento Util	Velocidad Entrada aprox.	Carga Radial adm.	Carga Axial adm.	Peso aprox.	Medidas	Repuestos		
kW	HP	(RPM)	(i)			(fz)	(Nm)	(RPM)	(kg)	(kg)	(kg)	Página	Página		
2,20	kW	3,00	HP	207,0	6,84	F0T2	3,00	2,35	101	1415	370	185	47	pag 48-49	pag 66
				234,0	6,04	F0T2	3,00	2,40	89	1415	370	185	47	pag 48-49	pag 66
				77,0	18,29	F00T2	3,00	0,95	269	1415	420	210	40	pag 48-49	pag 66
				84,0	16,81	F00T2	3,00	1,00	248	1415	350	175	40	pag 48-49	pag 66
				94,0	15,13	F00T2	3,00	1,15	223	1415	350	175	40	pag 48-49	pag 66
				98,0	14,46	F00T2	3,00	1,30	213	1415	350	175	40	pag 48-49	pag 66
				111,0	12,73	F00T2	3,00	1,35	187	1415	350	175	40	pag 48-49	pag 66
				118,0	11,96	F00T2	3,00	1,60	176	1415	320	160	40	pag 48-49	pag 66
				131,0	10,84	F00T2	3,00	1,60	160	1415	320	160	40	pag 48-49	pag 66
				141,0	10,06	F00T2	3,00	1,85	148	1415	320	160	40	pag 48-49	pag 66
				152,0	9,32	F00T2	3,00	1,90	137	1415	280	140	40	pag 48-49	pag 66
				165,0	8,57	F00T2	3,00	2,10	126	1415	280	140	40	pag 48-49	pag 66
				192,0	7,36	F00T2	3,00	2,35	108	1415	280	140	40	pag 48-49	pag 66
				222,0	6,37	F00T2	3,00	2,60	94	1415	280	140	40	pag 48-49	pag 66
				255,0	5,54	F00T2	3,00	2,90	82	1415	280	140	40	pag 48-49	pag 66

ANEXO J

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR fs fs FACTOR hs. de Servicio Service hrs.			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
	8	16	24	
Montacargas	1,5	1,6	1,6	Hoists
Elevadores de personas	1,8	2,0	2,0	Passenger lifts
Elevadores inclinados	1,65	1,8	1,8	Inclined hoists
Elevadores de cangilones (rocas)	1,65	1,8	1,8	Bucket elevators (piece goods)
Elevadores de cangilones (granos)	1,5	1,6	1,6	Bucket elevators (bulk material)
Transportadores a cadena (redlers)	1,5	1,6	1,6	Chain conveyors
Transportadores de cangilones	1,5	1,6	1,6	Bucket conveyors
Transportadores circulares	1,5	1,6	1,6	Circular conveyors
Roscas transportadoras	1,15	1,4	1,5	Screw conveyors
Bandas transportadoras (granof)	1,15	1,4	1,5	Belt conveyors (bulk material)
Transportadores de banda (articulados)	1,3	1,5	1,7	Apron conveyors
Transportadores de cinta de acero	1,5	1,6	1,6	Steel belt conveyors
Bandas transportadoras (bultos grandes)	1,3	1,5	1,7	Belt conveyors (piece goods)
Transportadores de placas	1,5	1,6	1,6	Band pocket conveyors
Tornos de elevación	1,5	1,6	1,6	Ballast elevators

ANEXO K

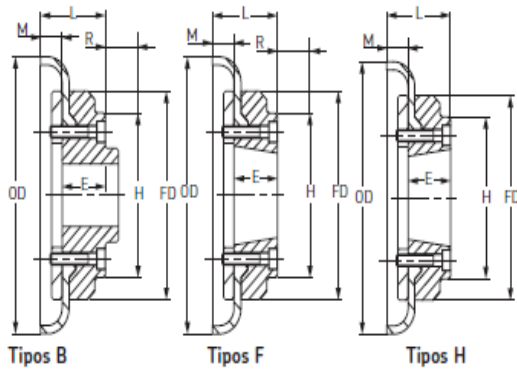
Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO		Factor de Seguridad	Momento Util	Velocidad Entrada aprox.	Carga Radial adm.	Carga Axial adm.	Peso aprox.	Medidas	Repuestos		
kW	HP	(RPM)	(i)			(fz)	(Nm)	(RPM)	(kg)	(kg)	(kg)	Página	Página		
4,00	kW	5,50	HP	56,0	25,39	F1T2	5,50	1,35	681	1425	910	455	68	pag 48-49	pag 66
				67,0	21,14	F1T2	5,50	1,50	567	1425	760	380	68	pag 48-49	pag 66
				69,0	20,69	F1T2	5,50	1,50	555	1425	760	380	68	pag 48-49	pag 66
				80,0	17,90	F1T2	5,50	1,70	480	1425	760	380	68	pag 48-49	pag 66
				93,0	15,36	F1T2	5,50	2,00	412	1425	640	320	68	pag 48-49	pag 66
				98,0	14,59	F1T2	5,50	2,10	391	1425	640	320	68	pag 48-49	pag 66
				107,0	13,31	F1T2	5,50	2,15	357	1425	640	320	68	pag 48-49	pag 66
				114,0	12,52	F1T2	5,50	2,40	336	1425	640	320	68	pag 48-49	pag 66
				131,0	10,85	F1T2	5,50	2,65	291	1425	580	290	68	pag 48-49	pag 66
				150,0	9,47	F1T2	5,50	2,95	254	1425	580	290	68	pag 48-49	pag 66
				171,0	8,32	F1T2	5,50	3,15	223	1425	520	260	68	pag 48-49	pag 66
				194,0	7,34	F1T2	5,50	3,35	197	1425	520	260	68	pag 48-49	pag 66

ANEXO L

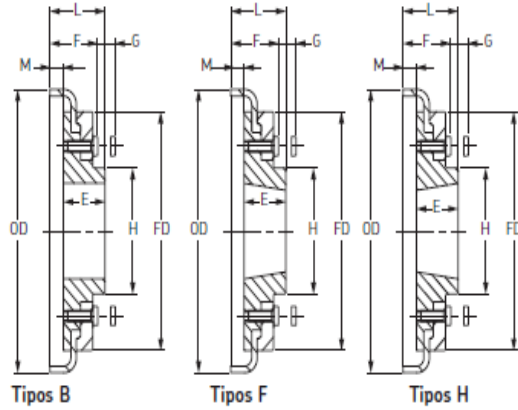
Velocidad	Tamaño del acoplamiento														
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	140	160	180	200	220	250
50	0,13	0,35	0,66	1,31	1,96	2,62	3,53	4,58	6,96	12,17	19,74	32,83	48,82	60,73	76,83
100	0,25	0,69	1,33	2,62	3,93	5,24	7,07	9,16	13,93	24,35	39,48	65,65	97,64	121,47	153,66
200	0,50	1,38	2,66	5,24	7,85	10,47	14,14	18,32	27,85	48,69	78,95	131,31	195,29	242,93	307,33
300	0,75	2,07	3,99	7,85	11,78	15,71	21,20	27,49	41,78	73,04	118,43	196,96	292,93	364,40	460,99
400	1,01	2,76	5,32	10,47	15,71	20,94	28,27	36,65	55,71	97,38	157,91	262,62	390,58	485,86	614,66
500	1,26	3,46	6,65	13,09	19,63	26,18	35,34	45,81	69,63	121,73	197,38	328,27	488,22	607,33	768,32
600	1,51	4,15	7,98	15,71	23,56	31,41	42,41	54,97	83,56	146,07	236,86	393,93	585,86	728,80	921,99
700	1,76	4,84	9,31	18,32	27,49	36,65	49,48	64,14	97,49	170,42	276,34	459,58	683,51	850,26	1075,65
720	1,81	4,98	9,57	18,85	28,27	37,70	50,89	65,97	100,27	175,29	284,23	472,71	703,04	874,55	1106,39
800	2,01	5,53	10,64	20,94	31,41	41,88	56,54	73,30	111,41	194,76	315,81	525,24	781,15	971,73	1229,32
900	2,26	6,22	11,97	23,56	35,34	47,12	63,61	82,46	125,34	219,11	355,29	590,89	878,80	1093,19	1382,98
960	2,41	6,63	12,77	25,13	37,70	50,26	67,85	87,96	133,70	233,72	378,97	630,28	937,38	1166,07	1475,18
1000	2,51	6,91	13,30	26,18	39,27	52,36	70,68	91,62	139,27	243,46	394,76	656,54	976,44	1214,66	1536,65
1200	3,02	8,29	15,96	31,41	47,12	62,83	84,82	109,95	167,12	292,15	473,72	787,85	1171,73	-	-
1400	3,52	9,68	18,62	36,65	54,97	73,30	98,95	128,27	194,97	340,84	552,67	919,16	-	-	-
1440	3,62	9,95	19,15	37,70	56,54	75,39	101,78	131,94	200,54	350,58	568,46	945,42	-	-	-
1600	4,02	11,06	21,28	41,88	62,83	83,77	113,09	146,60	222,83	389,53	631,62	-	-	-	-
1800	4,52	12,44	23,94	47,12	70,68	94,24	127,23	164,92	250,68	438,22	-	-	-	-	-
2000	5,03	13,82	26,60	52,36	78,53	104,71	141,36	183,25	278,53	-	-	-	-	-	-
2200	5,53	15,20	29,26	57,59	86,39	115,18	155,50	201,57	-	-	-	-	-	-	-
2400	6,03	16,59	31,92	62,83	94,24	125,65	169,63	-	-	-	-	-	-	-	-
2600	6,53	17,97	34,58	68,06	102,09	136,13	183,77	-	-	-	-	-	-	-	-
2800	7,04	19,35	37,24	73,30	109,95	146,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2880	7,24	19,90	38,30	75,39	113,09	150,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3000	7,54	20,73	39,90	78,53	117,80	157,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3600	9,05	24,88	47,87	94,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Torque nominal Nm	24	66	127	250	375	500	675	875	1330	2325	3770	6270	9325	11600	14675
Torque máximo Nm	64	160	318	487	759	1096	1517	2137	3547	5642	9339	16455	23508	33125	42740

ANEXO M

Tamaños 40-60



Tamaños 70-250



Dimensiones de las mazas SKF Flex, tipos B, F y H

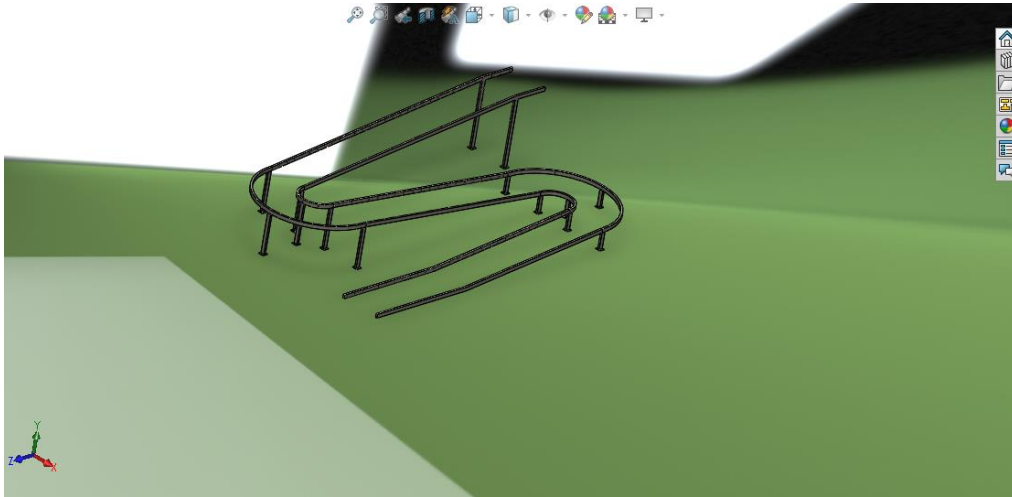
Tamaño	Tipo	Buje No.	Orificio		Tipos F y H		Tipo B		Tornillo de fijación	O.D.	FD	H	F	R*	G+	M	Masa→	Inercia→	Designación
			Min	Max	L	E	L	E											
			mm	mm															
40	B	-	-	30	-	-	33,0	22	M5	104	82	-	-	29	-	11,0	0,80	0,0074	PHE F40RSBFLG
40	F	1008	9	25	33,0	22	-	-	-	104	82	-	-	29	-	11,0	0,80	0,0074	PHE F40FTBFLG
40	H	1008	9	25	33,0	22	-	-	-	104	82	-	-	29	-	11,0	0,80	0,0074	PHE F40HTBFLG
50	B	-	-	38	-	-	45,0	32	M5	133	100	79	-	38	-	12,5	1,20	0,0115	PHE F50RSBFLG
50	F	1210	11	32	37,5	25	-	-	-	133	100	79	-	38	-	12,5	1,20	0,0115	PHE F50FTBFLG
50	H	1210	11	32	37,5	25	-	-	-	133	100	79	-	38	-	12,5	1,20	0,0115	PHE F50HTBFLG
60	B	-	-	45	-	-	55,0	38	M6	165	125	70	-	38	-	16,5	2,00	0,0052	PHE F60RSBFLG
60	F	1610	14	42	41,5	25	-	-	-	165	125	103	-	38	-	16,5	2,00	0,0052	PHE F60FTBFLG
60	H	1610	14	42	41,5	25	-	-	-	165	125	103	-	38	-	16,5	2,00	0,0052	PHE F60HTBFLG
70	B	-	-	60	-	-	47,0	35	M10	187	142	80	50	-	13	11,5	3,10	0,009	PHE F70RSBFLG
70	F	2012	14	50	43,5	32	-	-	-	187	142	80	50	42	13	11,5	3,10	0,009	PHE F70FTBFLG
70	H	1610	14	42	36,5	25	-	-	-	187	142	80	50	38	13	11,5	3,00	0,009	PHE F70HTBFLG
80	B	-	-	63	-	-	55,0	42	M10	211	165	98	54	-	16	12,5	4,90	0,018	PHE F80RSBFLG

ANEXO N

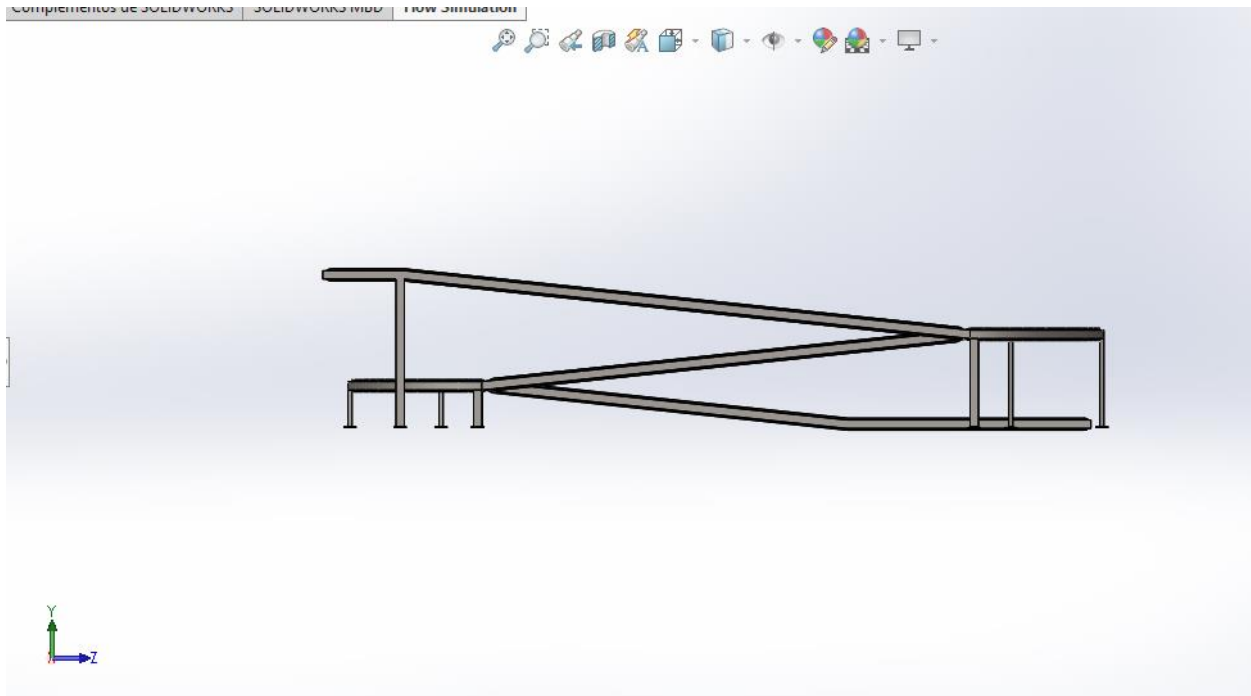
Factores de fricción ¹	F_w Fricción entre la guía de desgaste y la banda Material de la guía de desgaste				F_p Fricción entre el producto y la banda Material del producto (utilizado en condiciones de acumulación) ²					
	UHMW HÚMEDO (SECO)	HDPE HÚMEDO (SECO)	Nitrón HÚMEDO (SECO)	ACERO (CS Y SS) HÚMEDO (SECO)	VIDRIO HÚMEDO (SECO)	ACERO HÚMEDO (SECO)	PLÁSTICO HÚMEDO (SECO)	CARTÓN HÚMEDO (SECO)	ALUMINIO HÚMEDO (SECO)	
Polipropileno (S)	0,11 (0,13)	0,09 (0,11)	0,24 (0,25)	0,26 (0,26)	0,18 (0,19)	0,26 (0,32)	0,11 (0,17)	— (0,21)	0,40 (0,40)	
Polipropileno (A)	NR	NR	0,29 (0,30)	0,31 (0,31)	0,18 (0,19)	0,26 (0,32)	0,11 (0,17)	— (0,21)	0,40 (0,40)	
PP compuesto (S)	0,11 (0,16)	—	—	0,31 (0,37)	0,24 (0,23)	0,36 (0,32)	0,17 (0,21)	—	0,55 (0,45)	
Poliuretano ³ (S)	0,24 (0,32)	NR	0,14 (0,13)	0,14 (0,15)	0,08 (0,09)	0,10 (0,13)	0,08 (0,08)	— (0,15)	0,20 (0,24)	
PP detectable	0,24 (0,27)	NR	0,28 (0,29)	0,26 (0,30)	0,18 (0,20)	0,26 (0,30)	0,26 (0,29)	— (0,37)	0,40 (0,40)	
Acetal (S)	0,10 (0,10)	0,09 (0,08)	0,13 (0,15)	0,18 (0,19)	0,13 (0,14)	0,13 (0,13)	0,13 (0,16)	— (0,18)	0,33 (0,27)	
Acetal EC (S)	0,10 (0,10)	0,09 (0,08)	0,13 (0,15)	0,18 (0,19)	0,13 (0,14)	0,19 (0,20)	0,13 (0,16)	— (0,18)	0,33 (0,27)	
FR-TPES (S)	— (0,13)	—	—	—	—	— (0,18)	—	—	— (0,30)	
Nitrón HR 72 °F (22 °C)	(S)	— (0,18)	— (0,13)	— (0,17)	— (0,27)	— (0,16)	— (0,27)	— (0,16)	— (0,19)	— (0,28)
	(A)	— (0,30)	— (0,25)	— (0,26)	— (0,26)	— (0,16)	— (0,27)	— (0,16)	— (0,19)	— (0,28)
Nitrón HR Dimensión de apertura máx. Temp	(S)	NR	NR	— (0,18)	— (0,27)	— (0,19)	— (0,27)	— (0,47)	— (0,23)	— (0,25)
	(A)	NR	NR	— (0,32)	— (0,39)	— (0,19)	— (0,27)	— (0,47)	— (0,23)	— (0,25)
Nitrón AR Dimensión de apertura máx. Temp	(S)	— (0,19)	— (0,11)	— (0,24)	— (0,31)	—	—	—	— (0,22)	— (0,31)
	(A)	— (0,32)	— (0,22)	— (0,36)	— (0,30)	—	—	—	— (0,22)	— (0,31)
PP resistente a rayos UV	0,11 (0,13)	0,09 (0,11)	0,24 (0,25)	0,26 (0,26)	0,18 (0,19)	0,26 (0,32)	0,11 (0,17)	— (0,21)	0,40 (0,40)	

(S) = en superficies lisas y limpias. (A) = condiciones abrasivas y sucias. NR = no se recomienda.

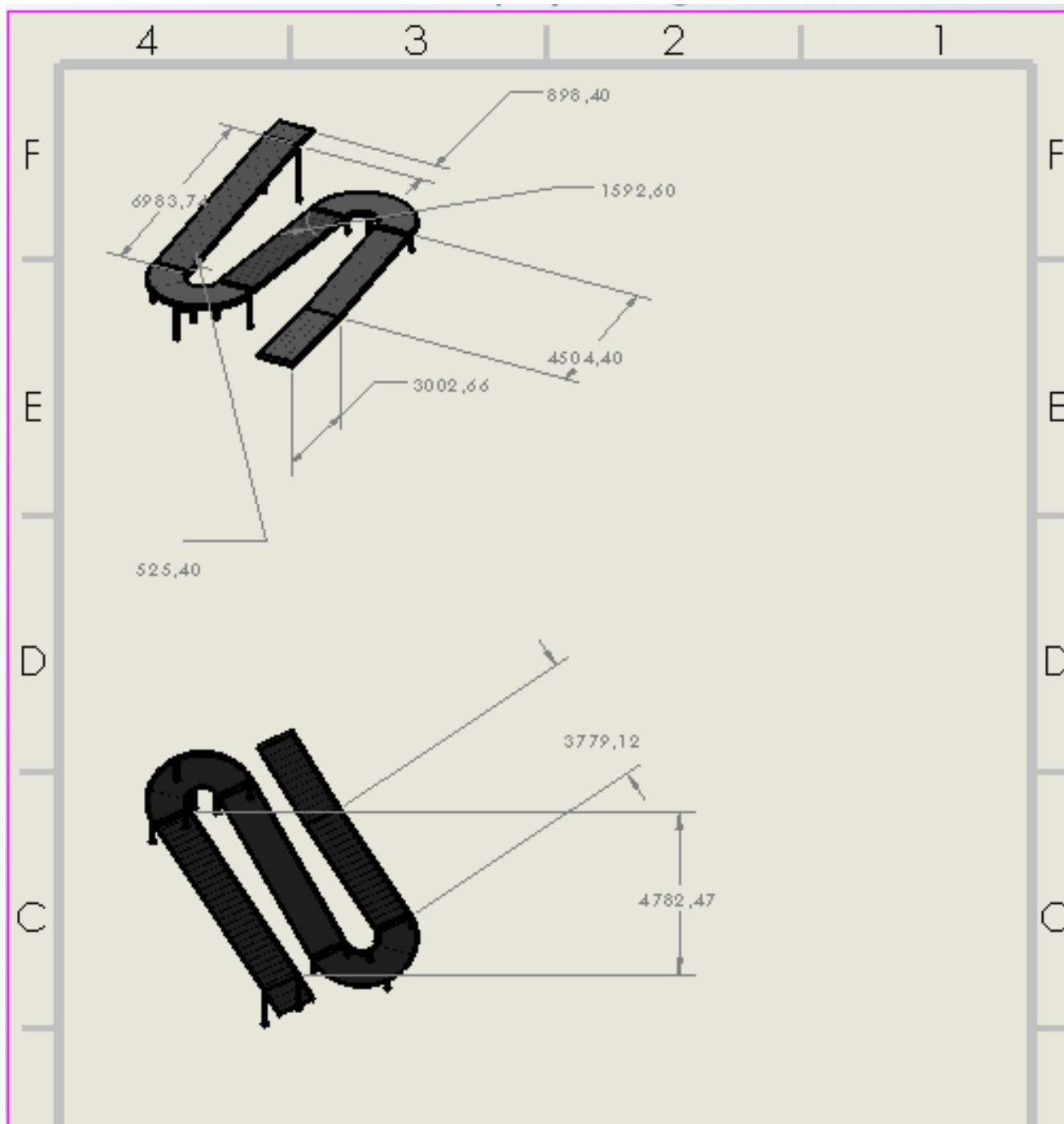
ANEXO Ñ



ANEXO O



ANEXO P



ANEXO Q

