

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Investigación

**Diseño de un sistema de paletizado de lata llena  
en una empresa de lacteos, Arequipa 2019**

Germán Francisco Véliz Ayta

Para optar el Grado Académico de  
Bachiller en Ingeniería Mecánica

Arequipa, 2019

Repositorio Institucional Continental

Trabajo de Investigación



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por ser el punto de apoyo en mi camino de formación académica. Ellos me dieron mucha fortaleza en los momentos más difíciles, su apoyo incondicional y el ejemplo de lucha, fueron mis armas para afrontar cada reto y lograr mis metas.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi esposa, por el apoyo incondicional y saber entender del poco tiempo que le pude dar.

A mis hijos, que con sus cortas edades me dieron muchas lecciones de lucha.

A la universidad, porque logré este nuevo reto gracias a la oportunidad que me dieron.

A mis profesores, que marcaron el camino que años atrás no pude seguir.

A mis compañeros de estudio, con los que pasamos momentos alegres y tristes y a la vez su apoyo para poder lograr este camino.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice .....	iv
INDICE DE ILUSTRACIONES .....	vii
INDICE DE TABLAS.....	ix
Resumen .....	x
Abstract.....	xi
Introducción.....	xii
Capítulo I.....	1
Planteamiento del Estudio .....	1
1.1 Planteamiento del Problema .....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.2.1 Problema General.....	2
1.2.2 Problemas Específicos.....	3
1.3 Objetivos de la Investigación.....	3
1.3.1 Objetivo General .....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Justificación de la Investigación.....	3
1.4.1 Justificación Técnica.....	3
Capítulo II.....	5
Marco Teórico .....	5
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	5
2.1.1 Algunas patentes relacionadas.....	5

2.1.2 Tesis Nacionales e Internacionales .....	9
2.2 Bases Teóricas. ....	11
2.2.1 Ingreso de envases.....	11
2.2.2 Formado de Estratos.....	17
2.2.3 Preparación de Estrato.....	18
2.2.4 Elevado de Pallet.....	18
2.2.6 Bajado y Magnetización de Plataforma. ....	19
2.2.7 Transporte de Estrato. ....	19
2.2.8 Bajado de Estrato. ....	19
2.2.9 Salida de Pallet.....	19
.....	24
2.3 Definición de Términos Básicos.....	25
Capítulo III .....	34
Metodología.....	34
3.1 Enfoque de la Investigación. ....	34
3.2 Tipo de Investigación.....	34
3.3 Nivel de Investigación. ....	34
3.4 Población y Muestra.....	34
Población.....	34
Muestra.....	35
Fuentes de recolección de datos:.....	35
Capítulo IV .....	36
ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN .....	36
4.1 Identificación de Requerimientos. ....	36

4.2 Lista de Exigencias.....	37
4.3 Secuencia de Operaciones.....	41
4.3.1 Parámetro de Entrada.....	42
4.3.2 Parámetros de Salida.....	43
4.4 Estructura de Funciones y Caja Negra.....	43
4.5 Matriz Morfológica.....	46
4.6 Proyectos Preliminares.....	47
4.7 Evaluación Técnico Económicas.....	50
4.8 Análisis de la Solución.....	54
4.9 Diseño y Cuadros de Costos.....	60
CONCLUSIONES.....	70
TRABAJOS FUTUROS.....	71
Bibliografía.....	73
ANEXOS.....	75
Anexo A.....	75
Anexo B.....	76
Anexo C.....	77
Anexo D.....	78
Anexo E.....	79

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Comparación de Pallets Llenos .....	4
Ilustración 2. Paletizador de Latas Vacías.....	7
Ilustración 3. Paletizador de Latas Whallon.....	8
Ilustración 4. Diseño de un sistema automático para el llenado de pilas en bandeja de cartón ..	9
Ilustración 5. Sistema SCADA para el proceso de paletizado L4 de envases de cristal en la empresa Cristalería del Ecuador S.A Cridesa de Guayaquil .....	10
Ilustración 6. Paletizador de Botellas .....	11
Ilustración 7. Instalación de Ejes .....	12
Ilustración 8. Ubicación de Rueda Dentada .....	13
Ilustración 9. Alineación de Rueda Dentada .....	13
Ilustración 10. Alineación de Guías de Desgaste .....	14
Ilustración 11. Armado de Banda.....	16
Ilustración 12. Centrado de Banda .....	16
Ilustración 13. Ejemplo de Estrato .....	18
Ilustración 14. Cálculo de Carga Distribuida .....	22
Ilustración 15. Cálculo de Carga Distribuida .....	23
Ilustración 16. Cálculo de Carga Distribuida .....	24
Ilustración 17. Cálculo de Carga Distribuida .....	24
Ilustración 18. Palé .....	25
Ilustración 19. Palé Estándar .....	27
Ilustración 20. Proceso de Paletización .....	29



Ilustración 21. Forma de Un Estrato.....	31
Ilustración 22. Paleta Completa.....	32
Ilustración 23. Greca Para Formación de Estrato .....	33
Ilustración 24. Secuencia Gráfica.....	42
Ilustración 25. Opción 1 de Proceso de Paletizado .....	47
Ilustración 26. Opción 2 de Proceso de Paletizado .....	48
Ilustración 27. Opción 3 de Proceso de paletizado.....	49
Ilustración 28. Opción 4 de Proceso de Paletizado .....	50
Ilustración 29. Evaluación Técnica Económica .....	53
Ilustración 30. Par disponible .....	58
Ilustración 31. Cabezal Magnético .....	60
Ilustración 32. Pistón Elevador de Cabezal .....	61
Ilustración 33. Árbol Libre .....	62
Ilustración 34. Activador del Cabezal Magnético .....	63
Ilustración 35. Guías del Cabezal Magnético.....	64
Ilustración 36. Transporte de Paletas.....	65
Ilustración 37. Transmisión de Transporte de Paletas.....	66
Ilustración 38. Sistema Hidráulico .....	67
Ilustración 39. Válvulas Hidráulicas .....	68

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Elementos Neumáticos .....	21
Tabla 2. Lista de Exigencias.....	41
Tabla 3. Funciones de la Máquina.....	44
Tabla 4. Matriz Morfológica .....	46
Tabla 5. Valor Técnico .....	51
Tabla 6. Valor Económico.....	52
Tabla 7. Cabezal Magnético .....	60
Tabla 8. Soporte de Pistón Principal .....	61
Tabla 9. Árbol Libre .....	62
Tabla 10. Activador del Cabezal Magnético .....	63
Tabla 11. Guiador de Cabezal Magnético .....	64
Tabla 12. Transporte de Paletas.....	65
Tabla 13. Transmisión de Transporte de Paletas .....	66
Tabla 14. Bomba y Tanque Hidráulico .....	67
Tabla 15. Válvulas Hidráulicas .....	68
Tabla 16. Costos .....	69

## **RESUMEN**

En el pasado la industria nacional no contaba con procesos automáticos, la mayoría de empresas tenían maquinaria que era operada por más de un trabajador. Observaciones realizadas en una planta de lácteos, el proceso de paletizado de envases metálicos en una máquina lo realizaban dos operadores, con mucha pérdida por abolladuras. Para poder reducir los envases abollados, tiempos de paletizado y fácil manejo con un solo operador se diseñó un sistema de paletizado como objetivo de este proyecto.

La metodología consistió en calcular un perfil para que puedan desplazar un carro que contenía un cabezal magnético, recogería los envases sin dañarlos y con desplazamiento sobre estos perfiles colocaría los envases metálicos en un palé.

Se contó con todas las piezas para realizar el proyecto porque existía otro equipo que realizaba el mismo trabajo sólo con diferentes procesos.

**Palabras clave:** Paletizado, envases cilíndrico, movimientos intermitentes, abolladura.

## **ABSTRACT**

At present the national industry lacks automatic processes, most companies have machinery that is operated by more than one worker. Observations made in a dairy plant, the process of palletizing metallic containers in a machine was carried out by two operators, with a lot of loss due to dents. The objective of this project is to design a palletizing system so that it can reduce dented containers, palletizing times and easy handling with a single operator.

The methodology consisted of calculating a profile so that they can move a car that contains a magnetic head, pick up the containers without damaging them and with displacement on these profiles will place the metal containers on a pallet.

We had all the pieces to carry out this project because there is another team that does the same work with only different processes.

**Key words:** Palletizing, cylindrical containers, intermittent movements, dent.

## INTRODUCCIÓN

Este documento trata sobre el diseño de un sistema de paletizado de lata llena, que puede realizar el formado de estratos sobre un palé sin ocasionar daño en el envase, además de ser operado por un solo trabajador, reduciendo los tiempos mediante una fácil operación.

El capítulo uno inicia con la descripción del problema mediante las observaciones del autor en una fábrica de lácteos donde se advierte que el proceso de paletizado tiene muchas deficiencias.

En el segundo capítulo se despliega el marco teórico, se indaga sobre equipos similares o máquinas que realizan el mismo trabajo, logrando mediante esta investigación diseñar un sistema de paletizado de mejores condiciones.

En el capítulo tres se realiza la metodología, mediante una lista se resumen los requerimientos y exigencias que debe tener este equipo, luego se determinan algunas secuencias en el proceso de trabajo de la máquina mediante la caja negra y finalmente se desarrolla una matriz morfológica para llegar a una opción de solución.

Finalmente el capítulo cuatro consta de un análisis y diseño, en esta parte se desarrolla la solución seleccionada del capítulo anterior.

Concluimos que es factible realizar este proyecto como se demuestra en este documento.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1 Planteamiento del Problema

La paletización es colocar latas de leche sobre paletas, especialmente de forma automática y este proceso no debe detener la alta productividad, dentro de esto se encuentra la velocidad, pérdida de material y los procesos automáticos.

La estabilidad de la carga es importante, para esto se deben tener todos los envases intactos, sin abolladuras para poder transportar la carga.

Normalmente con los envases abollados no logramos una paletización correcta, esto provoca inestabilidad de la pila de envases así como atracos en los carriles y por consiguiente parada de equipos.

El actual problema se encuentra en el Paletizador marca Sardee, este equipo cuenta con muchos años desde su fabricación.

En la actualidad no se cuenta con repuestos originales, y los repuestos alternativos son de diferentes dimensiones, el usar un repuesto alternativo demanda la modificación de algunas partes de la máquina. Se han realizado algunas modificaciones, en algunos casos no tuvieron una solución adecuada, haciendo que el equipo tenga más deformaciones y no sean una

solución al problema.

El proceso de paletizado en esta máquina es por barrido, una cama o estrato es separado de todo el conjunto de latas que se encuentra sobre una faja transportadora que ya tiene el ancho del estrato, formando un bloque de 16 x 18 envases, este bloque o estrato es empujado por una barra hasta dejarlo sobre la paleta que ya cuenta con una pancha de cartón con las mismas dimensiones de esta. En este proceso de barrido es que se producen las abolladuras de envases debido a la fricción sobre la plancha de cartón y la fuerza de arrastre de esta barra.

Cuando se depaletiza el problema crece aún más, las latas son arrastradas desde la paleta hacia la faja de transporte, las latas están sobre la plancha de cartón y esto hace que tengan mayor fricción.

Estas abolladuras de envases llenos son una pérdida de producción, adicionalmente está la lentitud de la máquina, la operación complicada y el mal apilamiento en el proceso de paletizado. Todos estos males pueden ser solucionados.

Para esto se puede elaborar un proyecto para mejorar el proceso de paletizado y reducir las abolladuras de envases.

## **1.2 Formulación del problema.**

### **1.2.1 Problema General**

¿Es posible diseñar un sistema de paletizado de lata llena en una empresa de lácteos, Arequipa 2019?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

¿Se puede reducir la cantidad de envases abollados durante el proceso de paletizado?

¿Es probable reducir los tiempos en el proceso de paletizado de lata?

¿Es posible mejorar el sistema operacional del proceso de paletizado?

## **1.3 Objetivos de la Investigación.**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar un sistema óptimo de paletizado de lata llena en una empresa de lácteos, Arequipa 2019.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

-Reducir la cantidad de envases abollados durante el proceso de paletizado.

-Reducir los tiempos en el proceso de paletizado de lata.

-Reducir la dificultad operacional durante el proceso de paletizado y depaletizado.

## **1.4 Justificación de la Investigación.**

### **1.4.1 Justificación Técnica.**

Esta investigación ayudará a mejorar una parte de la máquina de paletizado de lata llena ya que esta cuenta con un antiguo proceso y sus repuestos ya quedaron obsoletos.

Los problemas que actualmente tiene esta máquina pueden solucionarse con este diseño, que reduciría las pérdidas de producción y mejoraría los procesos en este equipo y la confiabilidad.



Este diseño tendría muchos beneficios para la empresa, siendo uno de los más importantes la parte económica; ya que al reducir los envases abollados no habría paradas de equipos, reducción de mermas, mano de obra y sobre todo la seguridad de los operadores.

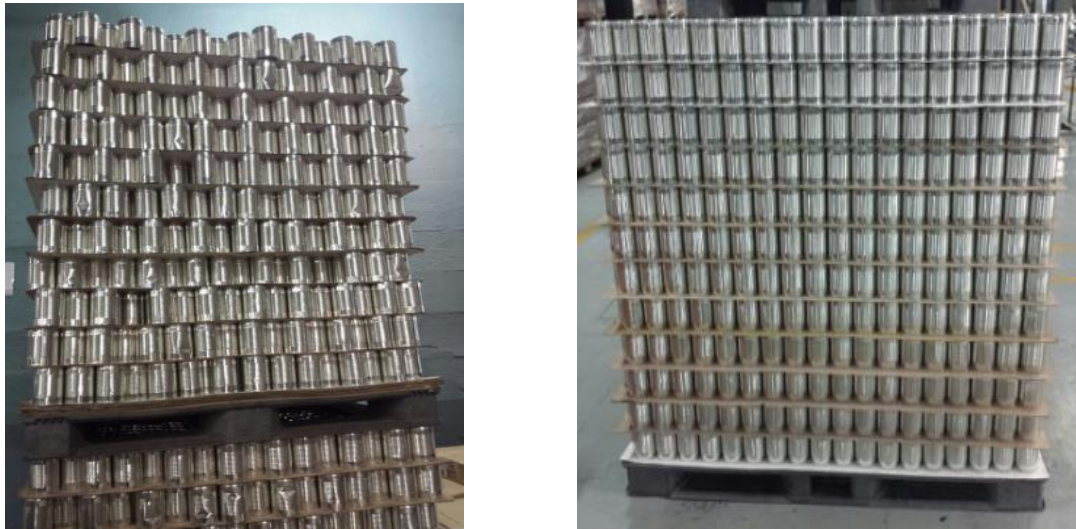


Ilustración 1. Comparación de Pallets Llenos  
Fuente: (Empresa Analizada)

La primera imagen nos muestra un pallet completo, paletizado con la máquina en la que se aplicará el proyecto. La segunda imagen es otro pallet completo de la forma que deseamos obtener.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la Investigación.**

Este proyecto inicia por las constantes pérdidas de latas llenas durante el paletizado y depaletizado este es un equipo que cuenta con muchos años desde su fabricación. Esta pérdida se da en latas abolladas o apretadas durante el barrido para ser colocadas sobre una paleta.

##### **2.1.1 Algunas patentes relacionadas.**

###### **Paletizador de latas vacías (JORDAN, 2006)**

Este Paletizador se utiliza principalmente para apilar latas de aluminio y latas triplicadas de diferentes tamaños, tiene un proceso automático en el recogido y ordenado de estratos mediante un transportador de cadena, este Paletizador tiene un dispositivo particular que selecciona sólo las latas vacías en correcto estado. Este equipo paletiza los envases en estratos hasta completar cierta altura para luego ser transportado hacia un plastificador para ser almacenado y no tener contaminación.

Este Paletizador en su totalidad incluye la carga, alimentación, ascensión, clasificación, apilado, descenso, descarga y envoltura automática de película.

### **Ventajas (JORDAN, 2006)**

- Fácilmente reemplaza al Paletizador manual de latas vacías, ahorrando en mano de obra y mejorando la eficiencia de la producción.
- Utiliza un sistema de computadora programable mejorando la precisión del movimiento mecánico, facilitando las operaciones.
- Este apilador de latas vacías tiene una plataforma de elevación de bloqueo automático. Sus procesos de carga y descarga se logran automáticamente utilizando la elevación de cilindros de aire, que garantizan una operación estable.
- Este equipo es adaptable y flexible. Puede funcionar en operación continua o ciclo simple.

### **Configuraciones. (JORDAN, 2006)**

1. Mecanismo de carga y descarga automática.
2. Dispositivo de ubicación de pallet.
3. Unidad de clasificación automática.
4. Sistema de alimentación de latas.
5. Cinta transportadora de cadena.
6. Plataforma de elevación.
  - Altura de funcionamiento de 2400mm.
  - Tamaño ideal de palet de 1100mm x 1400mm x 1000mm x 1200mm.
  - Tasa de producción de 300 a 720 latas por minuto.
  - Diámetro ideal de envase de 50mm-153mm.
  - Altura de envase de 50mm-270mm.

- Objeto apropiado: Envases de hojalata, botellas de vidrio y botellas de plástico.
- Dimensiones: Largo de 15000mm sin envoltura plástica, ancho de 3000mm y altura de 3900mm.
- Suministro de energía de 3x380V y 7 KW.
- Aire comprimido de 0.6 mp, 0.1 L/min.



Ilustración 2. Paletizador de Latas Vacías  
Fuente: (JORDAN, 2006)

### **Paletizador de latas Whallon (WHALLON, 2019)**

El Paletizador Whallon PD 180, está diseñado para recoger capas completas de producto a velocidades de 4 a más estratos por minuto, su capacidad es mayor inclusive que un robot Paletizador. La velocidad de trabajo de este equipo hace que sea muy eficiente y trabaja automáticamente sin necesidad de operadores.

### **Características y especificaciones.**

- Disponible con recogida magnética o al vacío.

- Capaz de manejar varios contenedores y tamaños de pallet.
- Hasta 5 estratos por minuto en modo automático y hasta 8 estratos por minuto en modo semiautomático.
- Panel de control certificado por UL.

### **Aplicaciones.**

1. Capaz de Paletizar o depaletizar latas de acero, botellas de vidrio y filtros con selección magnética.
2. Capaz de Paletizar contenedores de aluminio y PET con recogida al vacío.
3. Capaz de funcionar como un sistema de acumulación infinito entre la cocina y la línea de envasado.
4. Capaz de alimentar 2 líneas de etiquetado para empaquetado de alta velocidad o líneas de arco iris.

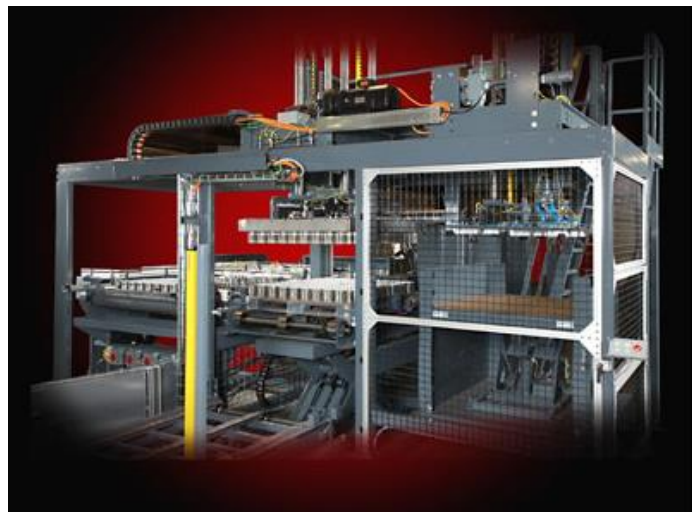


Ilustración 3. Paletizador de Latas Whallon  
Fuente: (WHALLON, 2019)

## 2.1.2 Tesis Nacionales e Internacionales

### “Diseño de un sistema automático para el llenado de pilas en bandeja de cartón”

En esta tesis realizan un proyecto para automatizar parte del proceso de embalaje del producto terminado de la línea de fabricación de pilas modelo UM-1.

El producto final consta de un par de pilas pre-empacadas en una película de plástico termo contraído de 0.03mm de espesor, las cuales se toman manualmente y se colocan en bandejas de cartón que son previamente formadas en una máquina ubicada en las cercanías que alimenta una faja transportadora que actúa como almacén temporal.

Paralelamente y dependiendo del pedido, dos a tres empleados toman el producto y lo colocan en las bandejas que pasan luego a una máquina de plastificado para finalmente ser encajonadas y embaladas para su transporte hacia el consumidor. El diseño y posterior implementación de esta máquina les permitió trasladar a los

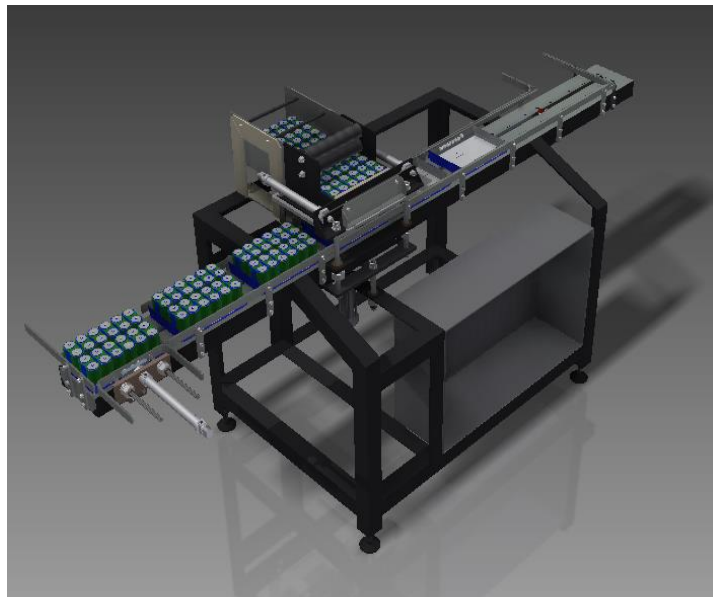


Ilustración 4. Encajonadora de pilas  
Fuente: (Coasaca Apaza, 2013)

empleados hacia otros procesos que requieran labores manuales o trabajos de mayor complejidad y que además no involucren acciones repetitivas que han producido problemas de salud en los trabajadores. (Coasaca Apaza, 2013)

**“Sistema SCADA para el proceso de paletizado L4 de envases de cristal en la empresa Cristalería del Ecuador S.A Cridesa de Guayaquil”** (García Villacís, 2014)

En esta tesis se desarrolló un sistema Scada para la paletización de envases de vidrio en la empresa Cristalería del Ecuador S.A. Implementaron dos terminales HMI Panel View Plus, el diseño de las pantallas de visualización para las terminales lo realizaron mediante el software Factory Talk View Machine Edition, para ejercer control sobre los PLC involucrados.

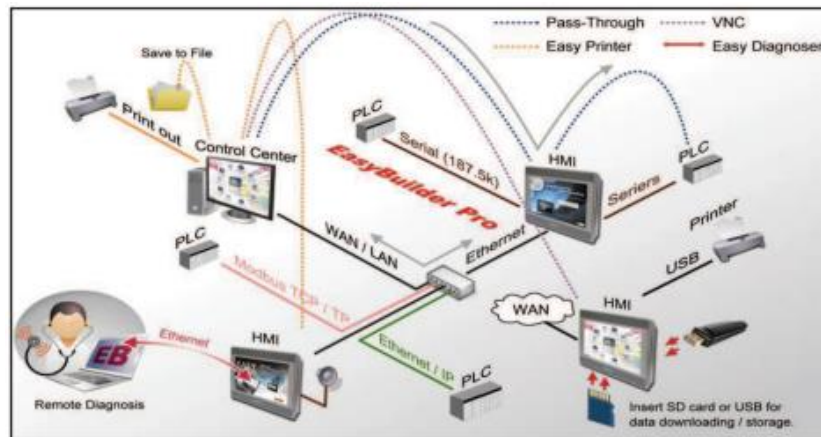


Ilustración 5. Sistema SCADA para el proceso de paletizado L4 de envases de cristal en la empresa Cristalería del Ecuador S.A Cridesa de Guayaquil  
Fuente: (García Villacís, 2014)

Analizaron los proceso de paletizado y la función que realiza cada dispositivo relevante para el diseño del sistema Scada. Como resultado de la implementación lograron el desenvolvimiento de los operarios mediante una apropiada interfaz hombre-máquina. Concluyeron que este sistema permite monitorear, controlar y registrar de una manera rápida, en tiempo real e histórico los parámetros principales que intervienen en el proceso de Paletizado, aplicando nuevas tecnologías.



Ilustración 6. Paletizador de Botellas  
Fuente: (García Villacís, 2014)

## **2.2 Bases Teóricas.**

### **2.2.1 Ingreso de envases.**

De “Manual de instalación, mantenimiento y solución de problemas de las bandas transportadoras 2019” (INTRALOX, LL.C. USA, 2019)



### Descripción general.

Antes de instalar una banda Intralox, deben estar instalados los ejes, los engranajes y el resto de componentes.

### Instalación de los ejes. (INTRALOX, LL.C. USA, 2019)

- Utilice el método de triangulación para comprobar la alineación de los ejes y asegurarse de que estén paralelos, incluso aunque la estructura del transportador no esté cuadrada.

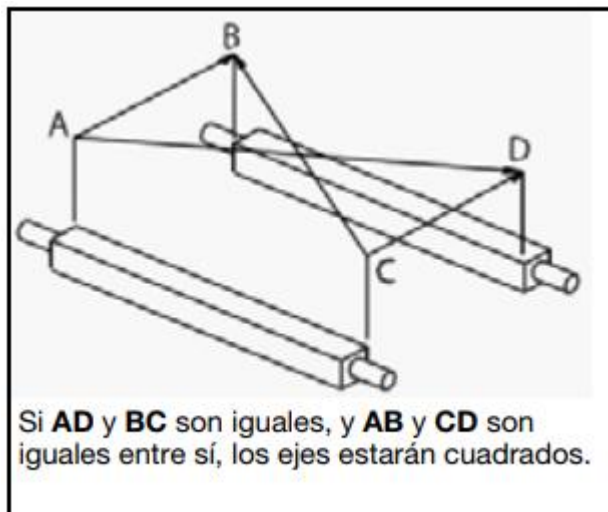


Ilustración 7. Instalación de Ejes  
Fuente: (INTRALOX, LL.C. USA, 2019)

- Alinee los ejes en la misma posición relativa a lo largo del transportador para que la banda se pueda desplazar correctamente.

**Alineación de los engranajes.** (INTRALOX, LL.C. USA, 2019)

- Alinear los dientes de los engranajes en la misma posición. Inspeccione visualmente el eje.
- Asegúrese de que los orificios guía de todos los engranajes con un número impar de dientes estén alineados en el mismo lado del eje.

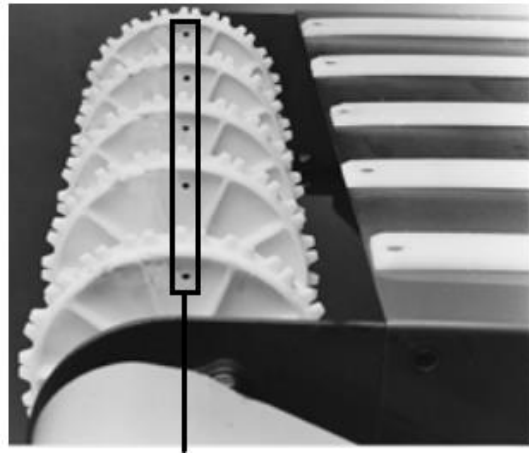


Ilustración 8. Ubicación de Rueda Dentada  
Fuente: (INTRALOX, LL.C. USA, 2019)

- Al instalar engranajes con un número de dientes que no sea múltiplo de 4 en un eje cuadrado, asegúrese de que las aberturas de alineación del engranaje estén correctamente alineadas en el mismo lado del eje.

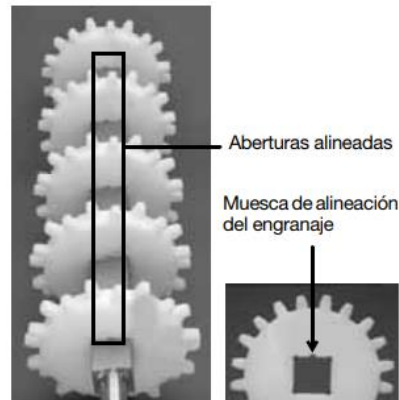


Ilustración 9. Alineación de Rueda Dentada  
Fuente: (INTRALOX, LL.C. USA, 2019)

### Instalación de las guías de desgaste. (INTRALOX, LL.C. USA, 2019)

La instalación de las guías de desgaste debe poder permitir la expansión y contracción térmicas.

Guías de desgaste planas con uniones entrelazadas.

1. Comenzando por el extremo conducido del transportador, corte todas las lengüetas de las primeras guías de desgaste y bisele los bordes delanteros.
2. Coloque las guías de desgaste en su lugar.
3. Perfore un orificio de 1/4 pulg. (6 mm) en la guía de desgaste y la estructura.
4. Por medio de un perno y una tuerca de plástico, ajuste las guías de desgaste a la estructura.
5. Continúe con este proceso hacia el extremo motriz del transportador.
6. Corte las guías de desgaste sobrante en el sistema de accionamiento y ajústela a la estructura.

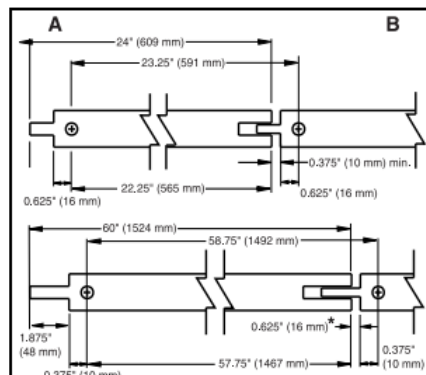


Ilustración 10. Alineación de Guías de Desgaste  
Fuente: (INTRALOX, LL.C. USA, 2019)

## **Instalación de la banda.** (INTRALOX, LL.C. USA, 2019)

### Preparación

Los siguientes procedimientos son instrucciones básicas para la instalación de bandas Intralox. No todos los transportadores son iguales. Cada estructura del transportador y cada aplicación pueden merecer consideraciones especiales. Consulte la siguiente información antes de instalar o cambiar una banda.

- En la mayoría de los retro cambios, las bandas Intralox pueden funcionar directamente en los mismos recorridos de ida que la banda reemplazada.
- Asegúrese de que estos estén limpios, en buen estado, sin ranuras causadas por el desgaste de la banda y sin restos.
- Asegúrese de que el material de la guía de desgaste sea compatible con la nueva banda.
- Cambie las guías de desgaste dañadas, desgastadas o incompatibles.

## **Instalación de la banda estándar.** (INTRALOX, LL.C. USA, 2019)

1. Si existe un tensor del eje, regúlelo a la posición relajada o de banda floja.
2. Introduzca la banda por el recorrido de ida desde el extremo motriz del transportador.



Ilustración 11. Armado de Banda  
Fuente: (INTRALOX, LL.C. USA, 2019)

3. Centre la banda en la estructura del transportador, teniendo en cuenta la ubicación del engranaje fijo.
4. Asegúrese de que exista espacio suficiente entre los bordes de la banda y la estructura del transportador para acomodar la expansión de la banda.

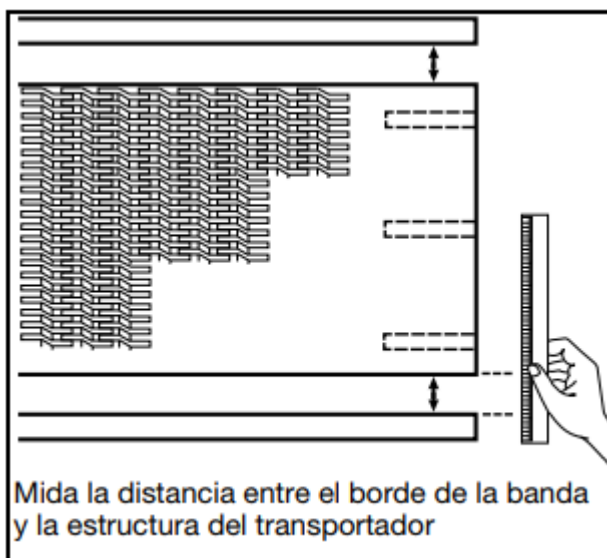


Ilustración 12. Centrado de Banda  
Fuente: (INTRALOX, LL.C. USA, 2019)

5. Envuelva la banda alrededor de los engranajes conducidos, asegurándose de que estos permanezcan alineados y en su sitio. Los dos engranajes externos deben acoplarse a una distancia de 1,5 pulg. (38 mm) a 2 pulg. (51 mm) desde los bordes externos de la banda.
6. Una vez que esté envuelta en los engranajes conducidos, introduzca la banda por el recorrido de retorno hasta llegar a los engranajes motrices.
7. Envuelva la banda alrededor de los engranajes motrices manteniendo los engranajes del extremo motriz y conducido fijos en la misma posición lateral.
8. Una ambos extremos de la banda para acoplar los eslabones y asegúrese de que los bordes estén correctamente alineados.
9. Recorte la varilla en ángulo para facilitar la inserción.
10. Tras los ajustes finales, introduzca una varilla para unir los extremos de la banda.

### **2.2.2 Formado de Estratos.**

Toda línea requiere una acumulación de producto entre procesos, con el fin de evitar detener toda la línea en caso de ocurrir una parada de emergencia en un equipo. Es así que se da un tiempo prudencial para realizar los ajustes y reparaciones necesarios para volver a operar con normalidad. Una mesa de acumulación es requerida después de realizar la alimentación de envases y antes de proceder al arreglo con el cumplimiento de este principio.

### 2.2.3 Preparación de Estrato.

Los envases necesitan estar ordenados para formar el estrato y asegurar que el pallet lleno tenga una buena estabilidad, y así, brindar un servicio de calidad a los usuarios.

El arreglo que se dará, será mediante la greca, generando un orden alternado.

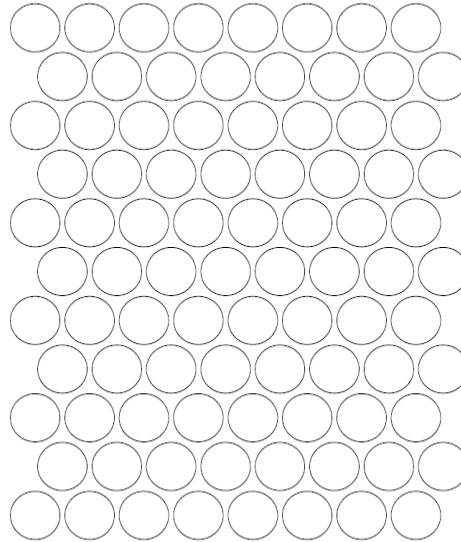


Ilustración 13. Ejemplo de Estrato  
Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.4 Elevado de Pallet.

Como el palé está formado por varios estratos, sería necesario realizar un desplazamiento vertical ya sea del palé o del estrato que se ha formado.

Este proceso sólo es aplicable a procesos automáticos y semiautomáticos, no así en manual.

### **2.2.5 Colocado de Cartón.**

Este proceso lo puede realizar un operador si se trabaja manualmente o si es automático, un carro superior con ventosas colocaría una plancha de cartón al inicio, entre estratos y al final del palé completo.

### **2.2.6 Bajado y Magnetización de Plataforma.**


En este proceso una plataforma bajaría y al detectar cierta contrapresión por juntarse con los envases, se activaría un pistón hidráulico que juntaría la plancha que contendrá imanes pegados a la base inferior de la plataforma para atraer a los envases, esta plancha sería de acero inoxidable.

### **2.2.7 Transporte de Estrato.**


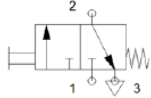
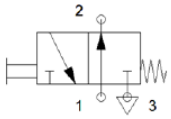
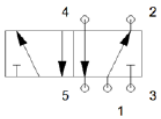
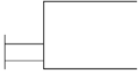

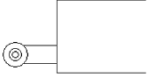
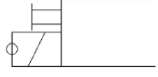
Una vez los envases en la plataforma magnetizada, es necesario trasladar el estrato hasta la altura del palé, este proceso debe darse mediante un carro transportador que contiene todo el sistema magnético.

### **2.2.8 Bajado de Estrato.**

### **2.2.9 Salida de Pallet.**

	Nombre	Símbolología
Suministro	Alimentación de aire comprimido	



	Unidad de mantenimiento	
Válvula de vías	Válvula 3/2 cerrada	
	Válvula 3/2 abierta	
	Válvula 5/2	
Accionamiento de válvulas	Accionamiento físico	
	Muelle	
	Rodillo	
	Con una bobina	

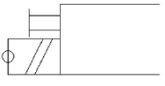

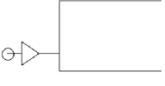
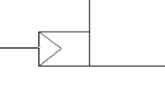
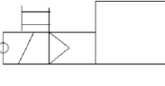
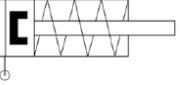
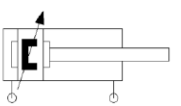
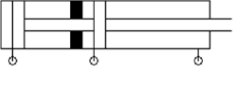
	Con dos bobinas	
	Dos bobinas opuestas	
	Por aumento de presión	
	Servo-pilotaje	
	Bobina y servo-pilotaje	
Actuadores	Efecto simple y muelle	
	De doble efecto	
	Doble vástago y doble efecto	

Tabla 1. Elementos Neumáticos  
Fuente: Elaboración Propia

## Calculo de vigas.

Del libro de “diseño de Ingeniería Mecánica” (Shigley, 2008)

Ejemplo de cálculo de carga distribuida.

$A = 1,74 \text{ cm}^2$	Área transversal de la viga. <sup>1</sup>
$W_{\text{viga}} = 1,36 \text{ Kg/m}$	Peso distribuido de la viga.
$I_{\text{viga}} = 3,26 \text{ cm}^4$	Inercia de la viga.
$L = 110 \text{ cm}$	Longitud de la viga.
$w = 115.52 \text{ N/m}$	Carga distribuida. <sup>2</sup>

Asumo la carga de las botellas a empujar como una carga distribuida.

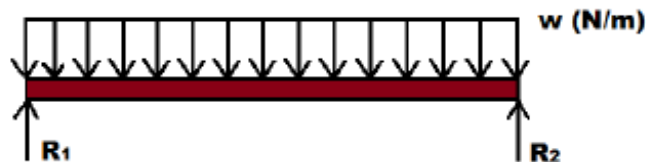


FIGURA 3.1.4. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE LA VIGA DE LA COMPUERTA

Haciendo un análisis de fuerzas y de momento a partir de este diagrama, se tiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} \sum F &= 0 \\ R1 + R2 &= wl \end{aligned} \quad \text{Ec. 3.1}$$

$$\begin{aligned} \sum M_{R1} &= 0 \\ \frac{wl}{2} - R2 &= 0 \end{aligned} \quad \text{Ec. 3.2}$$

<sup>1</sup> Longitud de 30x30mm y 2mm de espesor

<sup>2</sup> Valor Calculado en base al peso de cada fila a desplazar por unidad de longitud

Ilustración 14. Cálculo de Carga Distribuida  
Fuente: (Shigley, 2008)

$$R_1 = R_2 = \frac{wl}{2} = \frac{115.52 \frac{N}{m} * 1.10m}{2} = 63.53N$$

Haciendo un diagrama de cuerpo libre se puede dar cuenta que puntos son los máximos y mínimos relevantes para analizarse en el diseño.

$$M = \frac{wx}{2}(l - x) \quad \text{Ec. 3.3}$$

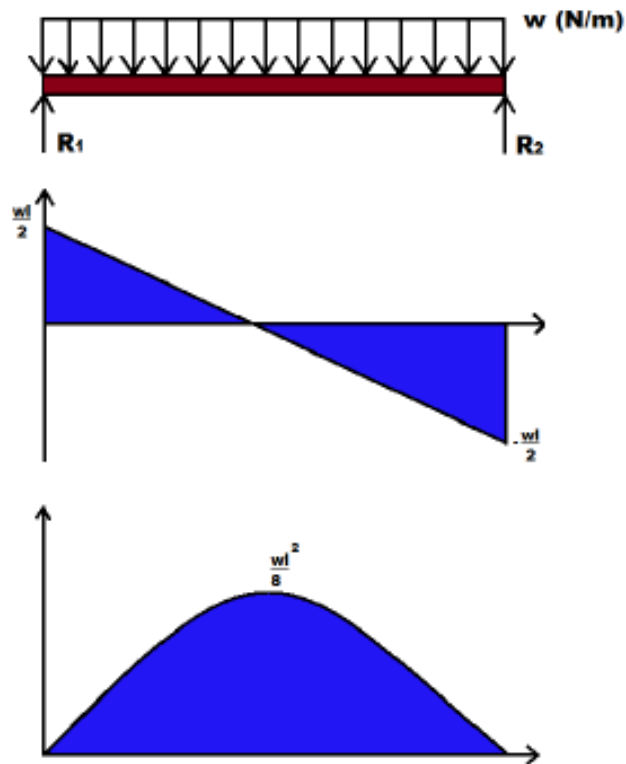


Ilustración 15. Cálculo de Carga Distribuida  
Fuente: (Shigley, 2008)

El siguiente paso es empujar esta barra junto con la estructura que soporta los cilindros neumáticos y con las botellas a razón de 137mm/seg y regresar a razón de 250mm/seg para lo cual se calcula el torque necesario para mover todo este sistema.

Se tienen los siguientes datos para hacer este cálculo:

$r = 7.5 \text{ cm}$  *Radio de la polea sincrónica.*

$V_1 = 0.1375 \text{ m/seg}$  *Velocidad lineal de empuje.*

$V_2 = 0.25 \text{ m/seg}$  *Velocidad lineal de retorno.*

$W_{\text{botellas}} = 457.15 \text{ N}$  *Peso de la fila a desplazar.*

$W_{\text{neumat}} = 490.5 \text{ N}$  *Peso de parte neumática para compuertas.<sup>3</sup>*

$$V = w * r \quad \text{Ec. 3.8.}$$

$$w_1 = \frac{V_1}{r} = \frac{1.375 \times 10^{-1} \text{ m/seg}}{0.075 \text{ m}} = 1.833 \text{ rad/seg}$$

$$w_1 = 1.83 \text{ rad/seg} = 17 \text{ rpm}$$

$$w_2 = \frac{V_2}{r} = \frac{2.5 \times 10^{-1} \text{ m/seg}}{0.075 \text{ m}} = 3.33 \text{ rad/seg}$$

$$w_2 = 3.33 \text{ rad/seg} = 31.8 \text{ rpm}$$

Este valor de factor de seguridad nos indica que esta vida soportara  
 Ilustración 17. Cálculo de Carga Distribuida  
 Fuente: (Shigley, 2008)

Ilustración 16. Cálculo de Carga Distribuida  
 Fuente: (Shigley, 2008)

### 2.3 Definición de Términos Básicos

- **Paletizador:** Es una máquina o conjunto de máquinas cuya finalidad es la de colocar productos generalmente almacenados en cajas, envases, sacos, entre otros, sobre un palet, para la conformación de una carga.
- **Depaletizador:** Es la máquina que realiza la acción contraria al paletizado.
- **Palé:** Según La Real Academia de la Lengua, señala que proviene de la palabra inglesa pallet y lo define concisamente como “plataforma de tablas para almacenar y transportar mercancías”.

El Pallet, también conocido como Tarima y Paleta, es una estructura o plataforma generalmente de madera, que permite ser manejada y movida por medios mecánicos como una unidad única, la cual se utiliza para colocar (estibar) sobre ella los embalajes con los productos , o bien mercancías no embaladas o sueltas. (Master Logística, 2019)



Ilustración 18. Palé  
Fuente: (Master Logística, 2019)

De “Manual de Logística De Paletización” (Comité Costarricense de Logística, 2019)

**a) Tamaño de los palés.** (Master Logística, 2019)

Las medidas y denominaciones más frecuentes (en milímetros) para la plataforma del palet son las siguientes:

- Palet europeo o euro palet: Mide 1200 x 800 mm, está normalizado en dimensiones y resistencia. Se utiliza en transporte y almacenamiento de los productos de gran consumo. Este tamaño fue adoptado en Europa en detrimento del palet americano para aprovechar al máximo las medidas de las cajas de los tráiler, que tienen un ancho de 2400 mm. Con esta medida de palet se pueden poner a lo ancho de la caja dos pallets en una dirección o tres en la otra.
- Palet universal o isopalet: Mal llamado «palet americano»: mide 1200 x 1000 mm. Se utiliza para productos líquidos.

También existen otros tamaños que se utilizan en proporciones muchos menores, casi marginalmente:

- 1000 x 800, utilizado para materiales de construcción.
- 800 x 600, utilizado en productos de gran consumo en sus dos variantes: madera y metálica.
- 1000 x 600, utilizado de forma menor para líquidos, está prácticamente en desuso.

Los palés industriales pueden tener otros estándares o dimensiones específicas, particularmente el sector químico. La dimensión 800 x 1200 es la más extendida en Europa aunque también es común la de 1000 x 1200.

**b) Dimensiones y característica del pallet estándar.** (Comité Costarricense de Logística, 2019)

- Largo: 1.200 mm Tolerancia: +/- 3mm
- Ancho: 1.000 mm Tolerancia: +/- 3mm
- Altura: 145 mm Tolerancia: +/- 7mm
- 1 Piso – (No Reversible)
- 4 Entradas

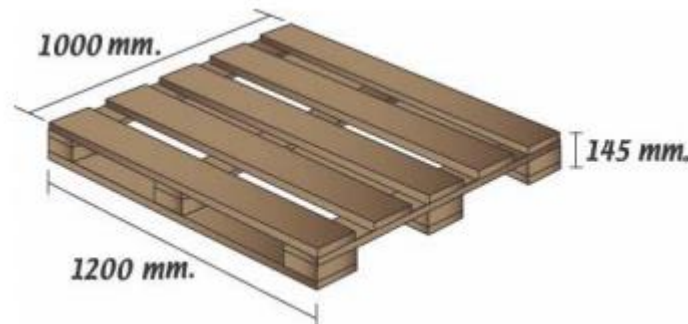


Ilustración 19. Palé Estándar  
Fuente: (Comité Costarricense de Logística, 2019)

La adopción de este estándar de pallet, es fundamental para obtener los beneficios de la automatización de cargas y optimizar en general los diferentes procesos de la cadena de abastecimiento, ya que mantener pallets de variados tamaños es antieconómico para el sistema como un todo.



La estandarización a una sola medida del pallet ha sido un requerimiento casi unánime por los distintos agentes de la cadena de abastecimiento, en la medida que el pallet se hizo masivo.

**c) Materiales utilizados en la construcción de palés.**

- **Palet de madera:** (Abc-Pack, 2018) Representa entre el 90% y 95% del mercado de palés. Actualmente, la normativa internacional ISPM-15 (NIMF-15) obliga a tratar la madera que se destina a exportación en muchos países, pero no en todos. Hay una lista de los países que exigen tratamiento antibacteriano, que en España publica y actualiza el Ministerio de Agricultura. El palet puede, pues, perder su hegemonía en los transportes intercontinentales ya que sólo existen dos formas de tratamiento, ninguna de las cuales es sencilla de aplicar para grandes volúmenes:
  - Aplicar calor a menos de 56° de temperatura durante 30 minutos.
  - Fumigar mediante bromuro metílico.
- **Palet de plástico:** (Abc-Pack, 2018) Con menor presencia, se presenta como una alternativa al palet de madera en envíos internacionales, sobre todo aéreos. Generalmente, es el palet escogido por la constancia de su peso y por su higiene. Se destina generalmente a nichos de mercado del sector de la logística industrial donde es muy conveniente para los almacenes automatizados.
- **Palet de cartón:** (Abc-Pack, 2018) Presente en los catálogos de los principales cartoneros, se escoge por sus garantías de higiene al tratarse de

un producto desechable. Los palés de cartón son de un solo uso y se destinan mayoritariamente al mercado agrícola o agroalimentario. Su presencia en el mercado actual (2009) es meramente testimonial, aunque se espera que en el futuro sea el producto dominante.

**- Paletizar:** (Comité Costarricense de Logística, 2019) Es agrupar sobre una superficie (tarima, paleta, pallet) cierta cantidad de objetos que en forma individual no son muy manejables por ser pesados o voluminosos; o bien objetos fáciles de desplazar pero en gran cantidad, cuya manipulación y transporte necesitarían de mucho tiempo y trabajo; con la finalidad de conformar una unidad de manejo que pueda ser transportada y almacenada con el mínimo esfuerzo y en una sola operación y tiempo cortos.

Para nuestro proyecto se paletizarán latas metálicas llenas de leche.



Ilustración 20. Proceso de Paletización  
Fuente: (WHALLON, 2019)

**¿Por qué Paletizar?** (Comité Costarricense de Logística, 2019)

En la cadena logística interactúan las empresas industriales, los comerciantes y las “EPSL” (Empresas Prestadoras de Servicios

Logísticos), entre los cuales existe un continuo flujo de materiales e información. Sin duda alguna, una de las operaciones más repetitivas en la cadena de distribución es la manipulación física de mercaderías. Siempre antes y después de un almacenamiento y de un transporte, por corto que este sea, existe una manipulación. La forma más lógica de reducir este costo es mecanizar las operaciones. Bajo estas condiciones, la mejor forma de reducir la manipulación es lograr mover de una sola vez el mayor número de cajas o productos en general. Esta es la razón de porque Paletizar, ya que se logra una unidad de carga superior.

La paletización ha sido considerada como una de las mejores prácticas dentro de los procesos logísticos, ya que permite un mejor desempeño de las actividades de cargue, transporte, descargue y almacenamiento de mercancías; optimizando el uso de los recursos y la eficiencia de los procesos que se realizan entre los integrantes de la cadena de abastecimiento.

- **Estrato:** Conjunto de elementos que se colocan a un mismo nivel sobre un palé, en <nuestro caso un bloque de 280 envases de latas llenas.

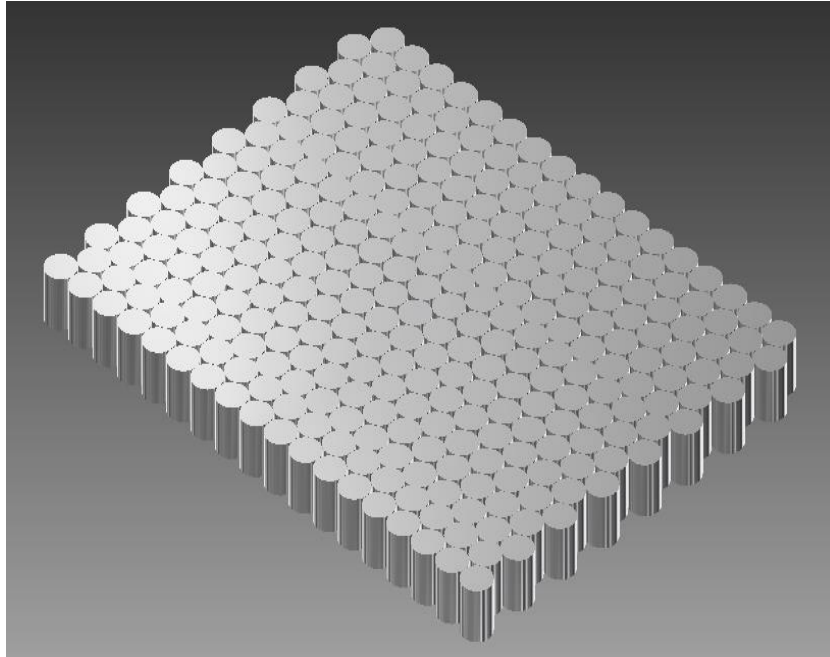


Ilustración 21. Forma de Un Estrato  
Fuente: Elaboración Propia

- **Pila de envases:** Es el proceso de paletizado, pudiendo contener desde 1 hasta 12 estratos. Por lo general estos estratos van separados por planchas de cartón de la misma dimensión del estrato.
- **Barredor:** En una máquina paletizadora se le denomina barredor a la barra que empuja al estrato para colocar o sacar de la pila o paleta completa.

- **Paleta completa:** Es el conjunto de 12 estratos, esto quiere decir que un estrato es de 280 envases de latas llenas, la pila o paleta completa consta de 3360 envases.



Ilustración 22. Paleta Completa  
Fuente: Empresa Analizada

- **Plancha de cartón:** Es el elemento que divide los estratos para tener una mejor estabilidad en la pila de envases, este cartón tiene las mismas medidas que el palé.
- **Mesa de acumulación:** La mesa de acumulación es una parte del Paletizador, en esta se almacena los elementos a Paletizar, debe contener cierto número de envases para evitar que pare una línea por alguna falla del proceso, por lo general esta mesa tiene una buena longitud.
- **Greca:** La greca en el Paletizador es el elemento que da forma al estrato, este generalmente se encuentra en la parte inicial de la mesa.



Ilustración 23. Greca Para Formación de Estrato  
Fuente: Elaboración Propia

- **Merms:** Según ERGOMIX. (Merms de Producción, 2017)

“Las merms de Producción son importantísimos para determinar la eficiencia de las maquinarias, del personal y de los procedimientos de una Planta. Por eso realizar su medición y su incidencia en los costos de producción es una labor cuidadosa y continua”.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Enfoque de la Investigación.**

El enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo, ya que desea demostrar que las pérdidas de producción pueden ser superadas mediante la modificación de parte del proceso, estos cambios son demostrados mediante cálculos.

#### **3.2 Tipo de Investigación.**

La metodología de la investigación es de tipo tecnológico ya que se dará solución al problema de paletizado, pues busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos porque se aplicarán datos detallados y principios teóricos.

#### **3.3 Nivel de Investigación.**

Es una investigación de tipo explicativo ya que el estudio será en base a cálculos y diversos componentes.

#### **3.4 Población y Muestra**

##### **Población**

La población está constituida por 4 paletizadoras.

## **Muestra**

Se considerará una muestra el Paletizador.

### **Fuentes de recolección de datos:**

- Registro de envases abollados (mermas).
- Registro de tiempos de parada de equipo (Paletizador).
- Registro de horas hombre empleadas para la operación del Paletizador.
- Ficha general de registros y mantenimiento.
- Costos de reparaciones y repuestos.



## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN**

#### **4.1 Identificación de Requerimientos.**

- El sistema de paletizado permitirá Depaletizar y Paletizar en forma automática y manual, envases metálicos llenos de leche formando 12 estratos, cada estrato separado por una lámina de cartón colocado de forma manual de acuerdo a la situación de operabilidad.
- El sistema de paletizado permitirá usar el actual espacio con el que cuenta la máquina 2.5x2.5x10m. permitiendo un tránsito adecuado de los operarios y los procesos de mantenimiento.
- El sistema de paletizado permitirá continuar con el proceso de la última parte de la línea de producción.
- El sistema de paletizado contará con la fuerza magnética suficiente para trasladar el peso de un estrato a una velocidad adecuada.
- El sistema de paletizado contará con elementos de rodadura que eviten tener pérdidas por rozamiento debido a muy poca fricción durante el proceso de paletizado.

- El sistema de paletizado contará con material de acero inoxidable 304 y acero comercial ASTM A36, el acero inoxidable para la plancha magnética y para la estructura de acero comercial.
- El sistema de paletizado permitirá apilar envases sin raspaduras por que contará con guías laterales de poliamida para evitar que se dañen.
- El sistema de paletizado dispondrá de controles accesibles y fácil manipulación por cualquier persona.
- El sistema de paletizado dispondrá de todas las condiciones de seguridad.
- El sistema de paletizado dispondrá de un mantenimiento sencillo sin necesidad de realizar complejas maniobras.

#### 4.2 Lista de Exigencias.

Se resume los requerimientos y exigencias. Esta lista hace las veces de contrato entre el cliente y el diseñador.

LISTA DE EXIGENCIAS		EDICIÓN	Pág. 1 de 1
<b>Proyecto:</b> DISEÑO DE SISTEMA DE PALETIZADO DE LATA EN UNA EMPRESA DE LACTEOS, AREQUIPA, 2019 <b>Cliente:</b> Universidad Continental, Arequipa - Perú		<b>N° de Identificación:</b>	
		<b>Redactado por: Germán Véliz Ayta</b>	
		<b>Fecha:</b> 09/06/2019	
Cambios (Fecha)	Deseo o Exigencia	Descripción	Responsable
09/06/2019	E	FUNCIÓN PRINCIPAL: Paletizar en forma automática y manual, envases metálicos llenos	Germán Véliz Ayta

		<p>de leche formando 12 estratos, cada estrato separado por una lámina de cartón colocado de forma manual de acuerdo a la situación de operabilidad. El pallet, que está formado por 12 estratos, será retirado mediante un carril para luego ser transportado por un montacargas hasta la zona de almacenaje.</p> <p>El depaletizado se realiza de forma inversa al paletizado.</p>	
09/06/2019	E	<p>GEOMETRÍA: Las modificaciones deberán darse en el actual espacio con el que cuenta la máquina 2.5x2.5x10m. Permitiendo un tránsito adecuado de los operarios y los procesos de mantenimiento.</p>	Germán Véliz Ayta
09/06/2019	E	<p>CINEMÁTICA: Se requiere obtener velocidades que permitan continuar con el proceso de la última parte de la línea de producción, la actual velocidad de la línea es de 300 envases por minuto.</p>	Germán Véliz Ayta
09/06/2019	E	<p>FUERZAS: El proceso contará con la fuerza magnética suficiente para trasladar el peso de un estrato a una velocidad adecuada, soportar</p>	Germán Véliz Ayta

		los esfuerzos mecánicos ocasionado por los componentes, como elementos de transmisión y motores eléctricos. Dispondrá de un motor de 5 Hp para la parte hidráulica y 3 Hp para los transportes.	
09/06/2019	E	ENERGÍA: Será accionada por energía eléctrica trifásica de 440 voltios, energía hidráulica y aire comprimido. Los elementos de rodadura que evitarán tener pérdidas por rozamiento debido a muy poca fricción durante el proceso de paletizado.	Germán Véliz Ayta
09/06/2019	E	MATERIAL: El material utilizado será acero inoxidable 304 y acero comercial ASTM A36. El acero inoxidable para la plancha magnética y el acero comercial para la estructura.  En las guías laterales se usará poliamida para evita arañarlos.	Germán Véliz Ayta

09/06/2019	E	SEÑALES (EXIGENCIAS): El sistema de paletizado dispondrá de controles accesibles y fácil manipulación por cualquier persona. Deberá contar con dos paradas de emergencia visibles y pueda ser accionada por cualquier operador si fuera necesario.	Germán Véliz Ayta
09/06/2019	D	SEÑALES (EXIGENCIAS): El sistema de paletizado dispondrá de controles accesibles y fácil manipulación por cualquier persona. Deberá contar con dos paradas de emergencia visibles y pueda ser accionada por cualquier operador si fuera necesario.	Germán Véliz Ayta
09/06/2019	E	SEGURIDAD: Deberá contar con todas las normas y condiciones de seguridad.	Germán Véliz Ayta
09/06/2019	E	MANTENIMIENTO: Deberá ser de fácil mantenimiento sin complejas manobras ni labores esforzadas, contara con guardas de fácil montaje y desmontaje.	Germán Véliz Ayta
09/06/2019	E	USO: Se evitará desarrollar ruidos excesivos y molestos, deberá estar por debajo de 65 Decibeles, el diseño deberá contar con	Germán Véliz Ayta

		materiales que eviten la corrosión y oxidación ya que se manipulan alimentos.	
09/06/2019	E	FECHA DE ENTREGA: Esta será en diciembre del 2019	Germán Véliz Ayta
09/06/2019	E	COSTO:  S/. 176648.10	Germán Véliz Ayta

Tabla 2. Lista de Exigencias  
Fuente: Elaboración Propia

### 4.3 Secuencia de Operaciones.

Para poder solucionar el problema de paletizado se han determinado algunas secuencias en el proceso de trabajo de la máquina. Tomamos en cuenta desde el ingreso de envases que salen del carril a la faja transportadora hasta la salida de paletas llenas de envases en estratos de 12 filas.

- Ingreso de envases
- Formado de estrato.
- Preparación de estrato.
- Elevado de pallet.
- Colocado de cartón.
- Bajado y magnetización de plataforma.
- Transporte de estrato.
- Bajado de estrato.

- Salida de pallet.

### SECUENCIA GRAFICA

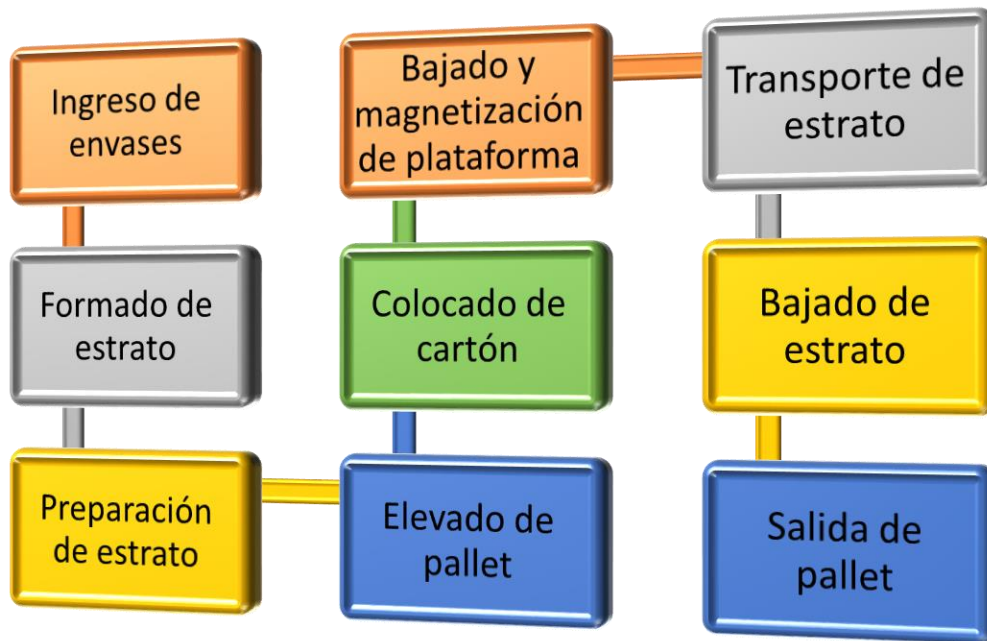


Ilustración 24. Secuencia Gráfica  
Fuente: Elaboración propia

Se toman tres parámetros básicos para este proceso, energía, materia y señales.

#### 4.3.1 Parámetro de Entrada.

- Señales.
- Energía.
- Materia.

#### 4.3.2 Parámetros de Salida.

- Señales.
- Energía.
- Materia.

#### 4.4 Estructura de Funciones y Caja Negra.

##### FUNCIONES DEL EQUIPO

Funciones	Proceso técnico	Tipo	Observaciones o comentarios
Ingreso de envases	Recibimiento	Mecánico	Los envases metálicos llenos de leche ingresarán a la faja de alimentación, acumulándose en el extremo de la faja.
Formado de estrato	Preparación	Mecánico	Los envases acumulados deberán de tener cierta longitud.
Preparación de estrato	Preparación	Mecánico	Una plancha pisará un extremo para separar el estrato.
Elevado de pallet	Preparación	Mecánico	Una vez listo el estrato, el pallet se elevará hasta quedar ligeramente más alto de la faja de alimentación.
Colocado de cartón	Preparación	Mecánico	El cartón será colocado en forma manual sobre el pallet o envases ya paletizados.



Bajado y magnetización de plataforma	Preparación	Mecánico	Bajará la plataforma y un pistón acercará la plancha a los imanes, logrando adherencia con los envases.
Transporte de estrato	Recepción	Mecánico	Bajará la base magnética que se encontrará en un carro longitudinal y elevará los envases para ser trasladados hacia el pallet también de forma longitudinal, dejando el estrato exactamente en la parte central del pallet.
Bajado de estrato	Recepción	Mecánico	Bajará nuevamente el estrato al nivel de la faja, para nuevamente realizar el ciclo hasta llenar los 12 estratos.
Salida de pallet	Recepción	Mecánico	Ya lleno el pallet saldrá mediante transporte de cadena.

Tabla 3. Funciones de la Máquina  
Fuente: Elaboración Propia

## CAJA NEGRA

Se realiza en base a las funciones, estructura, señales, energía y al flujo de materia.

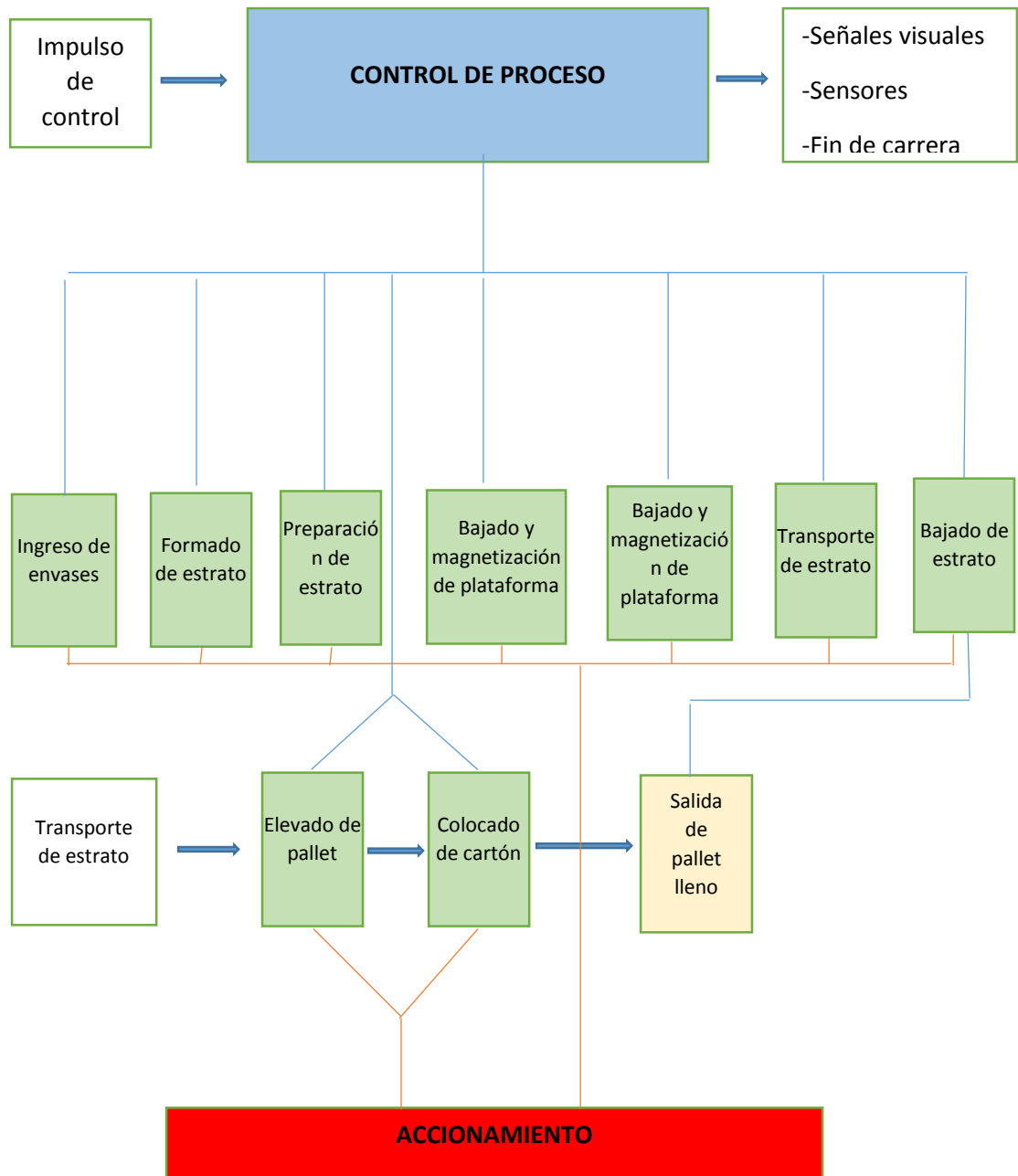


Ilustración. (Caja Negra)  
Fuente: Elaboración Propia

### 4.5 Matriz Morfológica.


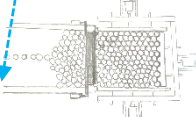
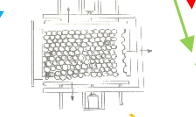



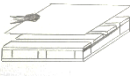






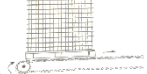
Funciones	Principios de Función			
<b>Ingreso de envases</b>  Faja + guías				
<b>Formado de estrato</b>  Greca + guías				
<b>Preparación de estrato</b>  pisador de lata + guías laterales				
<b>Elevado de pallet</b>  Cadenas (eléctrico)	 Hidráulico	 Tornillo sin fin	Sin elevador	
<b>Colocado de cartón</b>  Manual				
<b>Bajado y magnetización de plataforma</b>  Neumático	 Hidráulico			
<b>Transporte de estrato</b>  Cadena (eléctrico)	 Neumático			
<b>Bajado de estrato</b>  Neumático	 Hidráulico			
<b>Salida de pallet</b>  Cadena (eléctrico)				
SOLUCIONES	SOLUCION 1	SOLUCION 2	SOLUCION 3	SOLUCION 4

Tabla 4. Matriz Morfológica  
 Fuente: Elaboración Propia

#### 4.6 Proyectos Preliminares.

De acuerdo a los resultados de la tabla 4, se realizan los dibujos a mano alzada, los cuales se muestran a continuación.

##### Alternativa 1

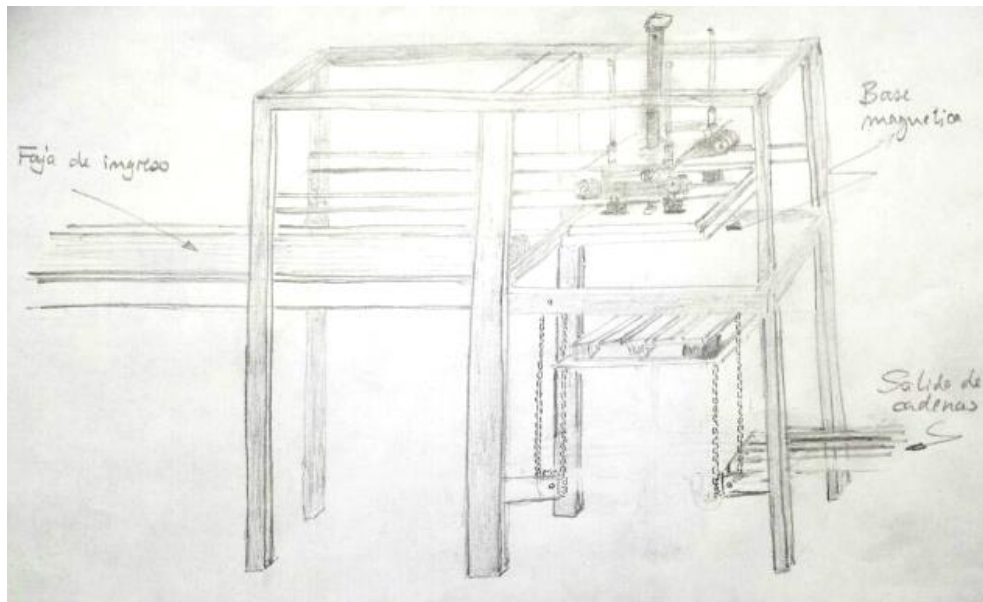


Ilustración 25. Opción 1 de Proceso de Paletizado  
Fuente: Elaboración Propia

#### Descripción.

Los envases metálicos con leche ingresarán por la faja hasta formar el estrato, es el momento en que el sensor detecta faja llena, para bajar la plancha separadora de estratos y el cabezal desciende mediante un cilindro neumático hasta juntarse con los envases metálicos, otro cilindro neumático de una pulgada de carrera logra magnetizar los envases pegándolos a la plancha de acero inoxidable, luego son transportados longitudinalmente mediante una cadena que es accionada por un motor eléctrico hasta llegar al otro extremo. El pallet sube hasta la altura de la

mesa de ingreso de envases para luego bajar el cabezal mediante el cilindro de carrera larga y dejar el estrato sobre la paleta desactivando el cilindro de carrera corta para desmagnetizar y dejar libre el estrato sobre la paleta. Se coloca una plancha de cartón para separar el siguiente estrato. El pallet descende nuevamente hasta la altura de la faja de ingreso y repetir el ciclo hasta formar doce estratos. Cuando el pallet se complete será retirado por el transporte de cadenas.

### Alternativa 2

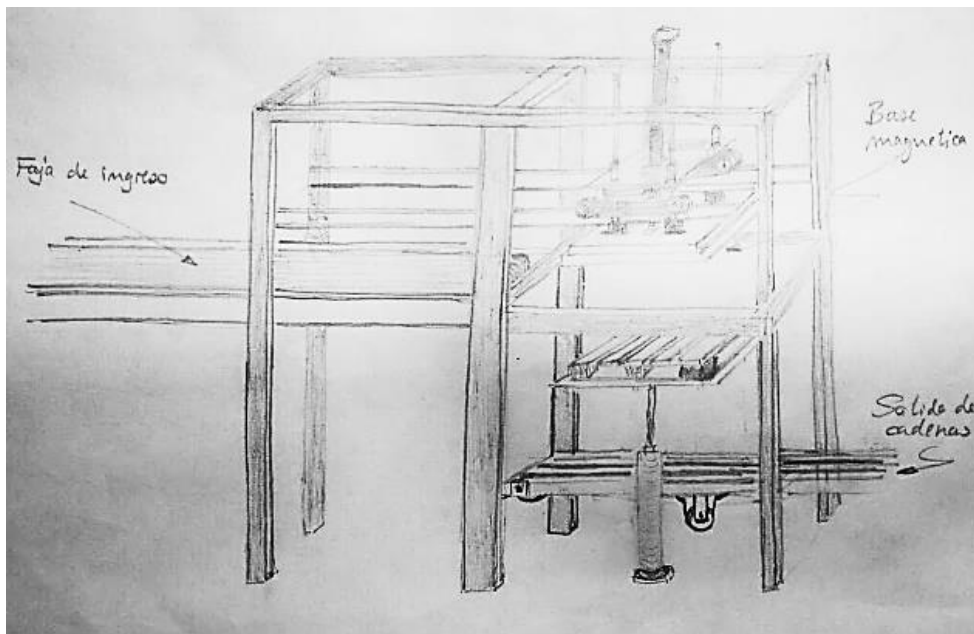


Ilustración 26. Opción 2 de Proceso de Paletizado  
Fuente: Elaboración Propia

### Descripción.

El ciclo de esta alternativa es muy similar a la alternativa 1, solamente varía en la elevación de paletas que es mediante otro cilindro neumático de gran longitud.

### Alternativa 3

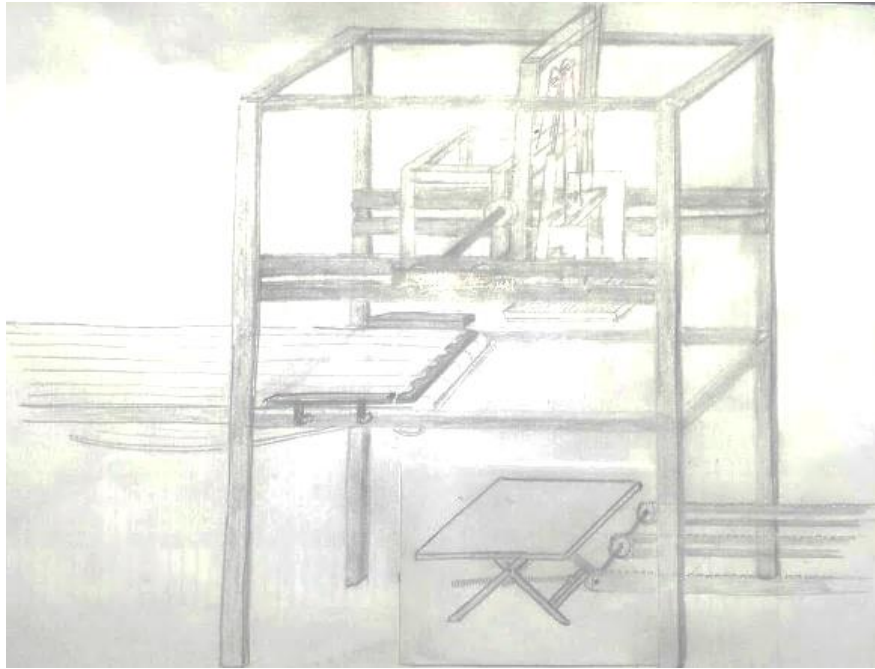


Ilustración 27. Opción 3 de Proceso de paletizado  
Fuente: Elaboración Propia

#### **Descripción.**

Esta alternativa trabaja con cilindros hidráulicos para el movimiento vertical del cabezal tanto de subida como de bajada y la activación magnética. El ciclo de trabajo es el mismo, la paleta esta vez es elevada por una mesa con tornillo sin fin.

## Alternativa 4

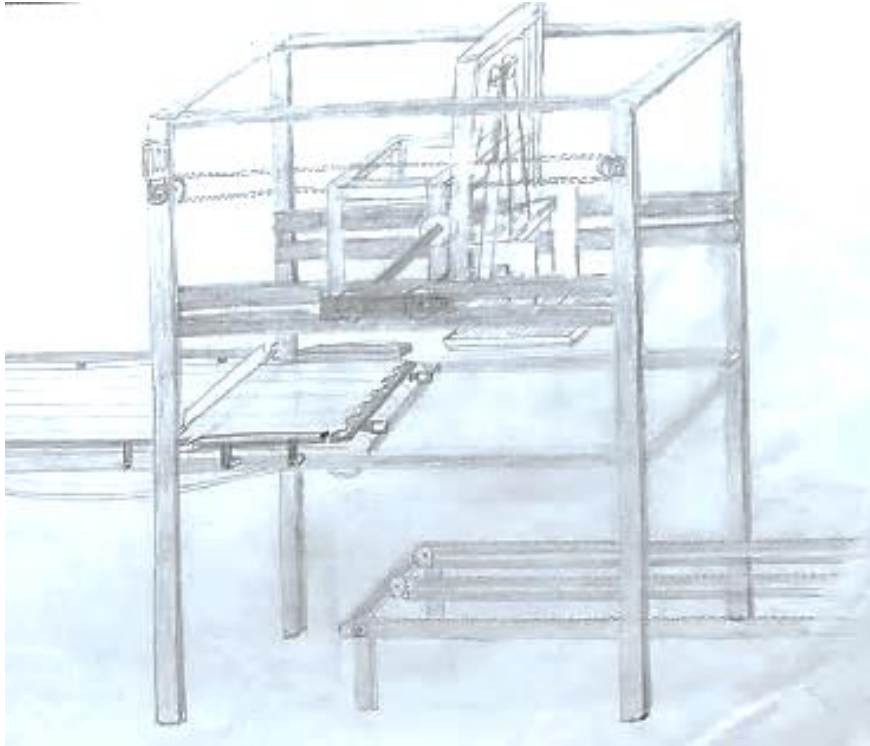


Ilustración 28. Opción 4 de Proceso de Paletizado  
Fuente: Elaboración Propia

### **Descripción.**

Esta cuarta alternativa a diferencia de las demás no tiene elevador de paletas. Para compensar esto, el cabezal tiene que desplazarse verticalmente hasta la altura del carril de salida, para ello tiene un gran cilindro hidráulico que logra este desplazamiento.

En todas las alternativas las planchas de cartón para separar estratos son colocados manualmente.

### **4.7 Evaluación Técnico Económicas.**

Evaluación de Proyecto Valor Técnico (Xi)											Proyecto de tesis	
Proyecto: Diseño de sistema de paletizado de lata en una empresa de lácteos, Arequipa, 2019												
<p>p : puntaje de (Escala de valores según VDI 2225)  0 = No satisface 1 = Aceptable 2 = Suficiente 3 = Bien 4 = Ideal  g : Peso ponderado en función de la importancia de los criterios de evaluación.</p>												
Criterios de evaluación												
Variante de Concepto			Solución1 S1		Solución1 S2		Solución1 S3		Solución4 S4		Solución ideal	
N°	Criterios de Evaluación	g	p	g p	p	g p	p	g p	p	g p	p	g p
1	Buen uso de la fuerza o energía	4	2	8	3	12	3	12	3	12	4	16
2	Seguridad	4	3	12	3	12	3	12	4	16	4	16
3	Rapidez	4	3	12	3	12	3	12	3	12	4	12
4	Estabilidad	4	2	8	2	8	2	8	3	12	4	16
5	Rigidez	4	2	8	2	8	3	12	4	16	4	16
6	Manipulación	4	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16
7	Confiabilidad	4	2	8	3	12	3	12	4	16	4	16
8	Complejidad	3	3	9	3	9	3	9	3	9	4	12
9	Automatización	3	2	6	2	6	2	6	3	9	4	12
10	Fabricación	4	3	12	3	12	3	12	3	12	4	12
11	Mantenimiento	4	3	12	3	12	4	16	4	16	4	16
12	Montaje	4	3	12	3	12	3	12	3	12	4	12
13	Diseño	4	3	12	3	12	3	12	4	16	4	16
14	Ergonómica	4	3	12	3	12	3	12	3	12	4	16
15	Medio ambiente	4	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16
Puntaje máximo $\Sigma p$ o $\Sigma gp$		58	42	163	44	171	46	179	52	202	60	220
Valor Técnico Xi			0.70	0.74	0.73	0.78	0.77	0.81	0.87	0.92		

Tabla 5. Valor Técnico  
Fuente: Elaboración Propia



### Evaluación Económica

Evaluación de Proyecto Valor Económico (Yi)											Proyecto de tesis	
Proyecto: Diseño de sistema de paletizado de lata en una empresa de lácteos, Arequipa, 2019												
p : puntaje de 0 a 4 (Escala de valores según VDI 2225) 0 = No satisface 1 = Aceptable 2 = Suficiente 3 = Bien 4 = Ideal g : es el peso ponderado y se da en función de la importancia de los criterios de evaluación.												
Criterios de evaluación												
Variante de Concepto			Solución1 S1		Solución1 S2		Solución1 S3		Solución4 S4		Solución ideal	
N°	Criterios de Evaluación	g	p	g p	p	g p	p	g p	p	g p	p	g p
1	Número de piezas	4	2	8	2	8	3	12	4	16	4	16
2	Adquisición de materiales para su fabricación	3	2	6	2	6	3	9	3	9	4	12
3	Rendimiento	4	3	12	3	12	3	12	4	16	4	16
4	Otros costos	4	2	8	3	12	3	12	3	12	4	16
5	N° de operadores	4	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16
6	Costos tecnológicos	3	3	9	3	9	3	9	3	9	4	12
7	Facilidad de montaje	4	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16
8	Facilidad de mantenimiento	4	4	16	3	12	3	12	4	16	4	16
9	Costos de producción	4	3	12	3	12	3	12	4	16	4	16
10	Transporte	4	3	12	3	12	3	12	4	16	4	16
Puntaje máximo $\sum p$ o $\sum gp$		38	30	115	30	115	32	122	35	142	40	152
Valor Económico Yi			0.75	0.76	0.75	0.76	0.80	0.80	0.86	0.93		

Tabla 6. Valor Económico  
Fuente: Elaboración Propia

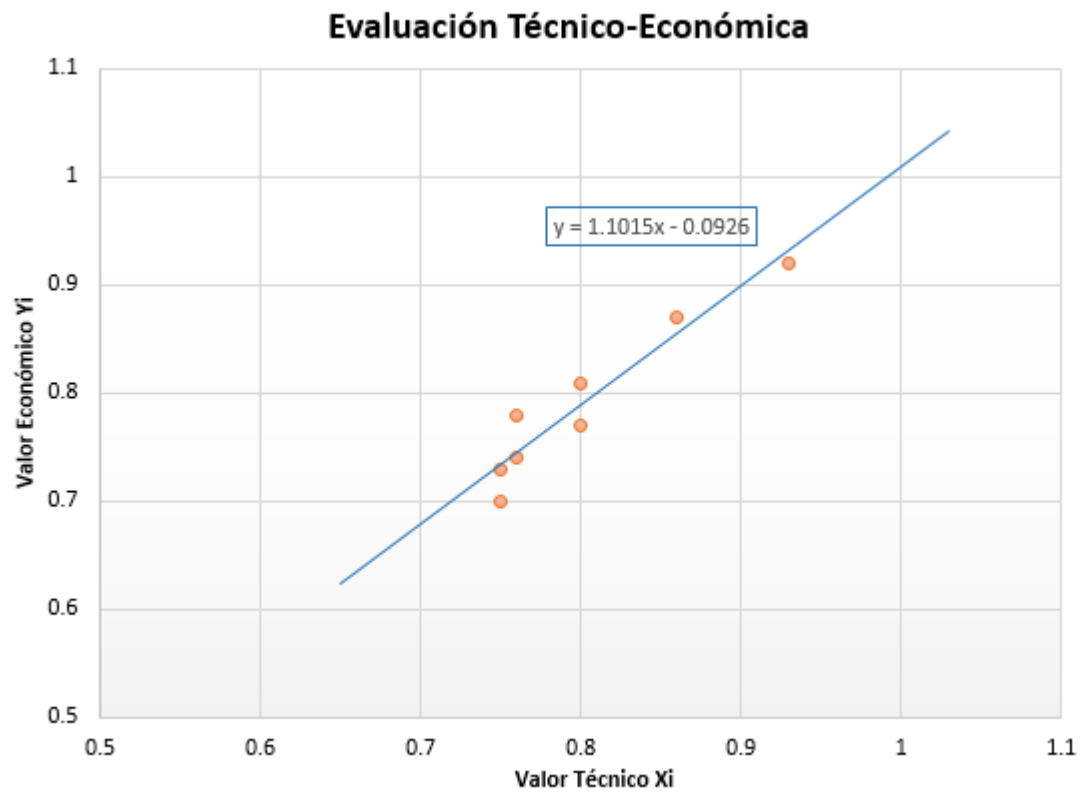


Ilustración 29. Evaluación Técnica Económica  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.8 Análisis de la Solución.

La solución planteada en este proyecto es viable ya que todos los repuestos o elementos a usar para la modificación de esta parte del proceso del Paletizador, se encuentran en almacén como repuesto, existen estos repuestos porque pertenecen a un equipo Paletizador que realiza la misma función.

La parte que deberá cambiar es el colocado de dos perfiles que soportarán todo el peso del cabezal magnético y el peso del estrato que se desea desplazar para paletización o depaletización.

Todos los componentes irán montados en la barra rectangular, para esto tenemos que hallar sus medidas.

Primero calcularemos la fuerza que deben resistir las barras.

$W_{total} = g$  (masa de envases + masa del cabezal + masa del soporte del cabezal +  
+ Masa del árbol libre completo + pistón y soporte del pistón)

$$W_{total} = 9.81 \text{ m/s}^2 (129.6 \text{ kg} + 218 \text{ kg} + 70 \text{ kg} + 80 \text{ kg} + 114 \text{ kg})$$

$$W_{total} = 5999.796 \text{ N}$$

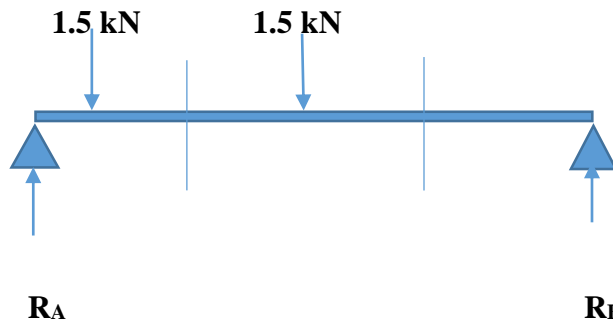
$$W_{total} = 6.0 \text{ kN}$$

Como el carro se apoyará en dos barras del mismo tamaño y forma y el móvil se apoyará en dos ruedas por barra, entonces el peso total lo dividimos entre cuatro.

$$F = W \text{ total} / 4 = 1.5 \text{ kN}$$

El mayor esfuerzo que realizaría la barra sería cuando una de las ruedas se encontraría a la mitad de la barra, la separación de las ruedas es de 1.20 metros.

**Calculamos el esfuerzo cortante y momento flector.**



$$\sum M_A = 0 \rightarrow - (1.5\text{kN})(0.3\text{m}) - (1.5\text{kN})(1.5\text{m}) + R_B(3\text{m}) = 0$$

$$R_B = 0.9\text{kN}$$

$$\sum F_v = 0 \rightarrow R_A - 1.5\text{kN} - 1.5\text{kN} + R_B$$

$$R_A = 2.1 \text{ kN}$$

**Zona 1**  $0.3 \leq x < 1.5$

$$\sum F_v = 0 \rightarrow R_A - 1.5\text{kN} - V = 0$$

$$V = 0.6\text{kN}$$

$$\sum M = 0 \quad M - R_A * x + 1.5\text{kN} * (x - 0.3\text{m}) = 0$$

$$M = 0.6 x + 0.45\text{kN} \dots\dots\dots(1)$$

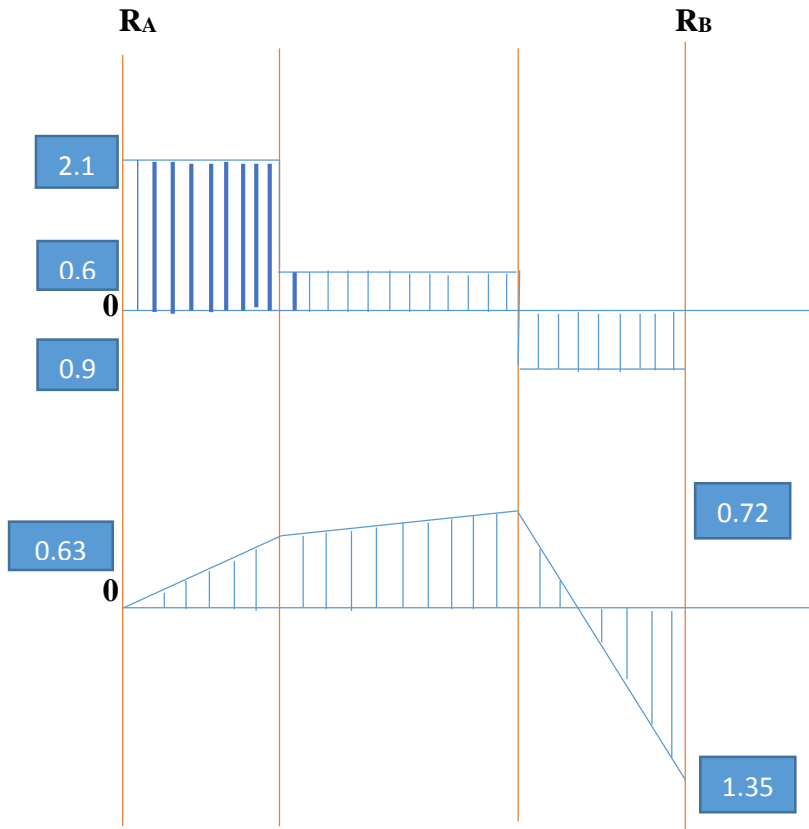
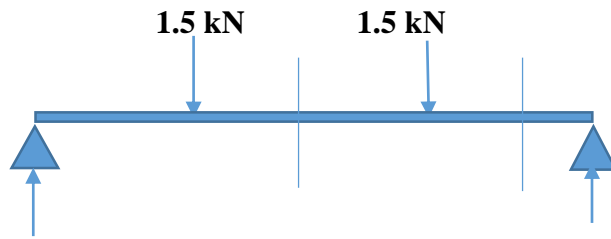
**Zona 2**  $1.5 \leq x < 3$

$$\sum F_v = 0 \rightarrow R_A - 1.5\text{kN} - 1.5\text{kN} - V = 0$$

$$V = - 0.9\text{kN}$$

$$\sum M = 0 \quad M - R_A * x + 1.5\text{kN} * (x - 0.3\text{m}) + 1.5 * (x - 1.5\text{m}) = 0$$

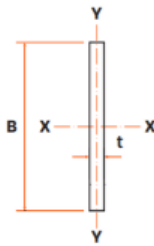
$$M = 2.7\text{m} - 0.9 x \dots\dots\dots(2)$$



$$2.1 * (0.3) = 0.63$$

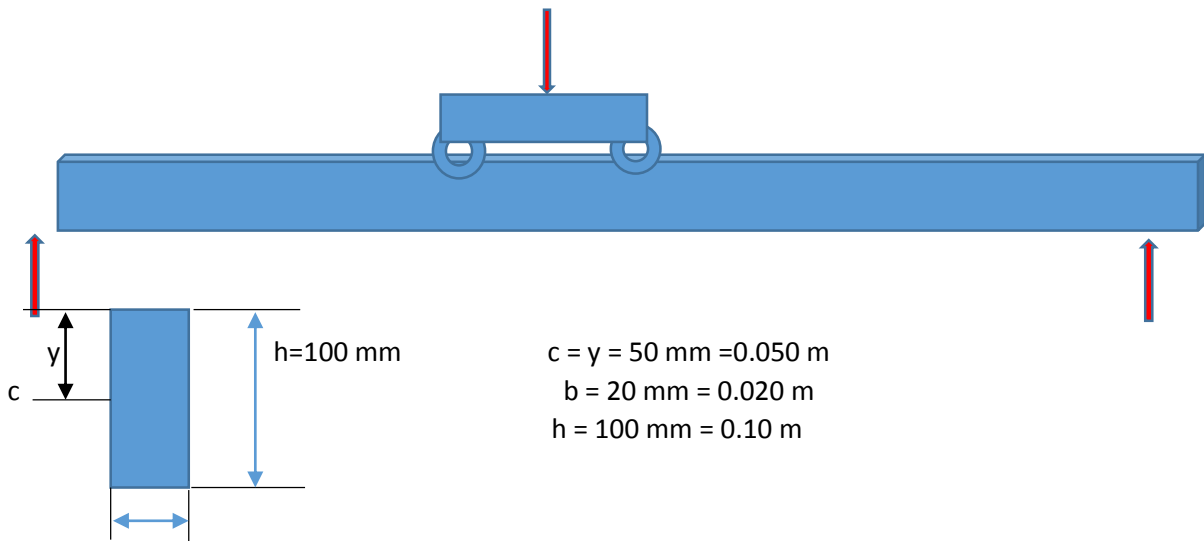
$$0.6 * (1.2) = 0.72$$

$$0.9 * (1.5) = 1.35$$



Calidad Acero	F <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
ASTM A36	2530 Min.	4080-5625
ASTM A529-50	3515 Min.	4570-7030
ASTM A529-55 *	3865 Min.	4920-7030
ASTM A572-50 *	3515 Min.	4570 Min.
ASTM (A36/A529-50)	3515 Min.	4080-5625

Calculo de la barra rectangular donde desplaza el cabezal magnético



$$c = y = 50 \text{ mm} = 0.050 \text{ m}$$

$$b = 20 \text{ mm} = 0.020 \text{ m}$$

$$h = 100 \text{ mm} = 0.10 \text{ m}$$

$$W = 700 \text{ k} (9.8 \text{ m/s}^2)$$

$$W = 6867 \text{ N}$$

Cada barra soporta  $W/2$

$$\text{Entonces } 6867 \text{ N} / 2 = 3433.5 \text{ N}$$

$$M = F \cdot d = 3433.5 \text{ N} (3 \text{ m})$$

$$M = 10300 \text{ Nm}$$

**El momento de inercia**

$$I = \frac{1 \cdot b \cdot h^3}{12}$$

$$I = \frac{1(0.02 \text{ m})(0.10 \text{ m})^3}{12}$$

$$I = 1.667 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

**Esfuerzo Máximo**

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M \cdot c}{I}$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{10300 \text{ Nm} (0.050 \text{ m})}{1.667 \times 10^{-6} \text{ m}^4}$$

$$\sigma_{\text{max}} = 308.938 \text{ MPa}$$

**Factor de seguridad**

$$F_s = \frac{\sigma}{\sigma_{\text{permis.}}}$$

$$\sigma_{\text{permis}} = \frac{\sigma}{F_s}$$

$$\sigma_{\text{permis}} = \frac{308.938 \text{ MPa}}{3}$$

$$\sigma_{\text{permis}} = 102.98 \text{ MPa} = 1050.104 \text{ kg/cm}^2$$

Según tablas el Esfuerzo permisible para la barra de acero rectangular A36 es  $2530 \text{ kg/cm}^2$

**Los motores** con los que trabajará serán de la misma capacidad del Paletizador que se tomará como modelo.

- Motor del sistema hidráulico de 10 hp.
- Motor de la faja de ingreso de envases 2.2 hp.
- Motor de transporte de paletas 1hp.

**El motor de transporte de estrato se calculará.**

Los datos que sabremos son:

- Número de revoluciones del reductor (**N<sub>r</sub>**) = 30 rpm
- Número de revoluciones del motor (**N<sub>m</sub>**) = 1750 rpm

Cálculo de la relación de reducción: **reducción =  $1750/30 = 58.33:1$**

El peso que tendrá que mover este motor será: 611.83 kg

Se entiende que el par disponible es

$$\mathbf{T = 611.83\text{kg}\cdot\text{m}}$$

Esto quiere decir que el Motor reductor tendría la fuerza torsional o par suficiente para darle vuelta a un peso de 611.83 kg colgado de un brazo de palanca de 1 m.

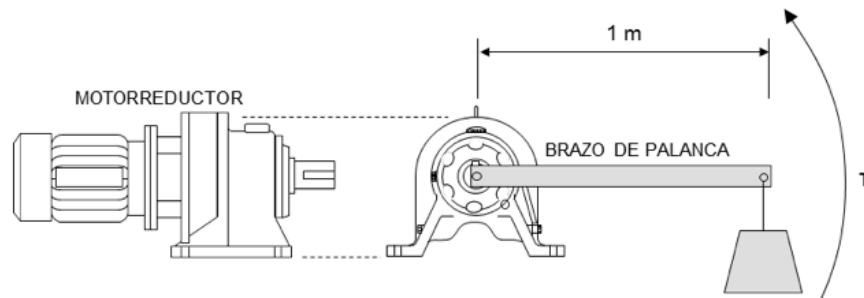


Ilustración 30. Par disponible  
Fuente: (Potencia Electromecánica, 2013)

Colocando un engranaje de 0.20 metros de diámetro tendríamos.

$$T = 611.83\text{kg} * 0.1\text{m}$$

$$T = 61.183\text{kg}\cdot\text{m}$$

Hallamos los HP del motor.

$$\text{Potencia} = T * N_r / 716$$

$$\text{Potencia} = 61.183 * 30 / 716$$

$$\text{Potencia} = 2.56 \text{ hp}$$

Hallamos la fuerza que desarrollará el cilindro de 82 milímetros de diámetro y presión de 82 bar, que es la máxima presión que soporta el cilindro.

$$A = \pi r^2 \quad F = P \cdot S = P (\pi \phi^2) / 4$$

$$F = \frac{82\text{Kp}}{\text{cm}^2} (3.14(8.25\text{cm})^2) / 4$$

$$F = 4381.1831 \text{ Kp} = 42.9647\text{KN}$$

La fuerza que necesito mover es:

$$W = mg \quad W = 700\text{Kg} \left( \frac{9.8\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$W = 6867 \text{ N}$$

$$W = 6.867 \text{ kN}$$



## 4.9 Diseño y Cuadros de Costos.

### Cabezal Magnético

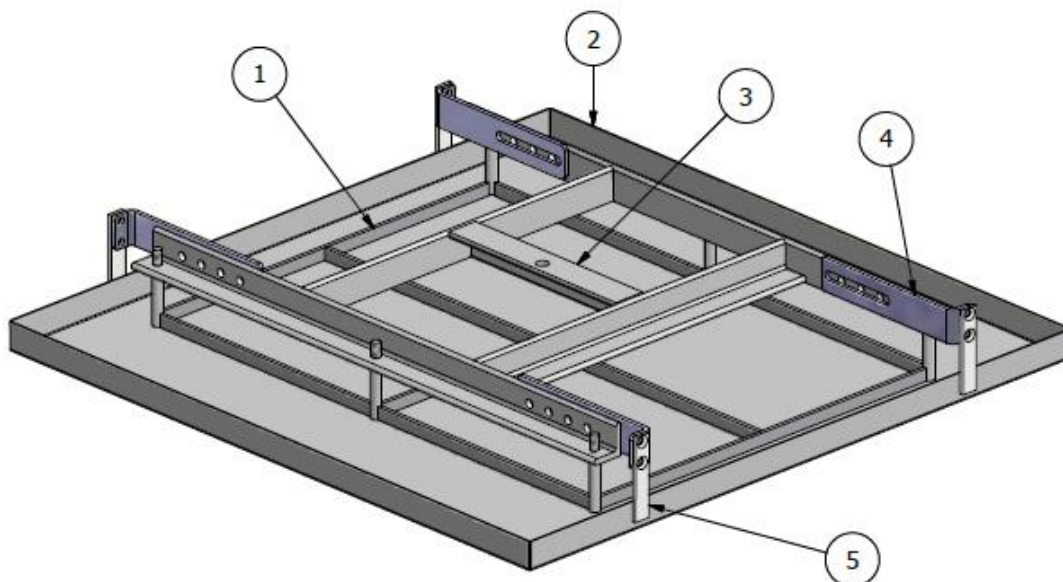


Ilustración 31. Cabezal Magnético  
Fuente: (WHALLON, 2019)

CABEZAL MAGNETICO			
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO (S/.)
1	1	Barras de acero inoxidable	800.00
2	1	Plataforma de acero inoxidable con accesorios	22712.26
3	1	Marco "H"	1209.00
4	4	Extensiones de marco "H"	730.18
5	4	Soporte de montaje de plancha inoxidable	383.95
<b>Total</b>			<b>25835.39</b>

Tabla 7. Cabezal Magnético  
Fuente: Elaboración Propia

### Soporte de pistón y pistón principal

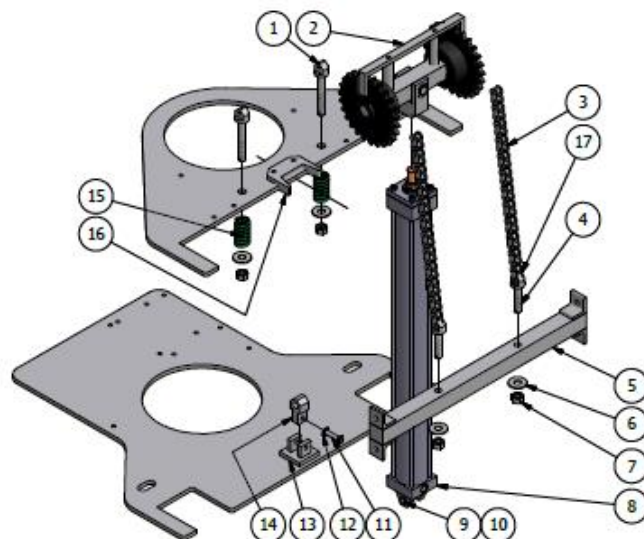


Ilustración 32. Pistón Elevador de Cabezal  
Fuente: (WHALLON, 2019)

SOPORTE DE PISTÓN Y PISTÓN PRINCIPAL			
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO (S/.)
1	2	Perno largo para cadena # 80	50.00
2	1	Montaje del árbol libre	2313.24
3	2	Cadena # 80	1200.00
4	2	Perno para cadena # 80	50.00
5	1	Barra de soporte	350.23
6	4	Arandela plana de 3/4	4.00
7	4	Tuerca hexagonal de 3/4	20.00
8	1	Cilindro de elevación	3600.00
9	1	Horquilla	50.00
10	2	Pasador pin	30.00
11	1	Pin de 1/2 x 2 1/2	30.00
12	2	Clip	10.00
13	1	Horquilla base de cilindro	40.00
14	1	Acople de cilindro	35.00
15	2	Resorte	70.00
16	1	Apoyo del cilindro elevador	35.00
17	4	Candado # 80	40.00
<b>Total</b>			<b>7927.47</b>

Tabla 8. Soporte de Pistón Principal  
Fuente: Elaboración Propia

### Montaje del árbol libre

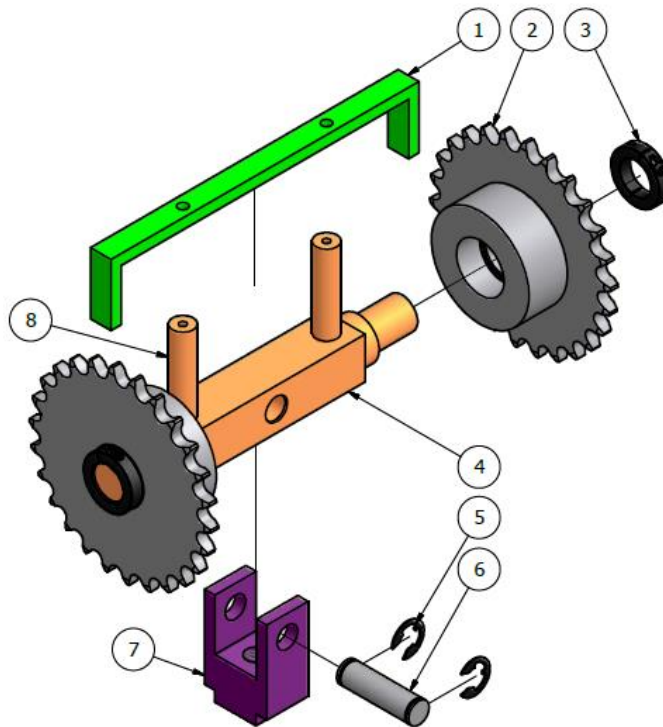


Ilustración 33. Árbol Libre  
Fuente: (WHALLON, 2019)

ARBOL LIBRE			
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO (S/.)
1	1	Protección de cadena	2313.24
2	2	piñón	
3	2	Anillo seguro	
4	1	Árbol	
5	2	seager	
6	1	Pasador	
7	1	Acople de árbol	
8	2	Pines de protección de cadena	
<b>Total</b>			2313.24

Tabla 9. Árbol Libre  
Fuente: Elaboración Propia

### Montaje del soporte del cilindro activador de base magnética

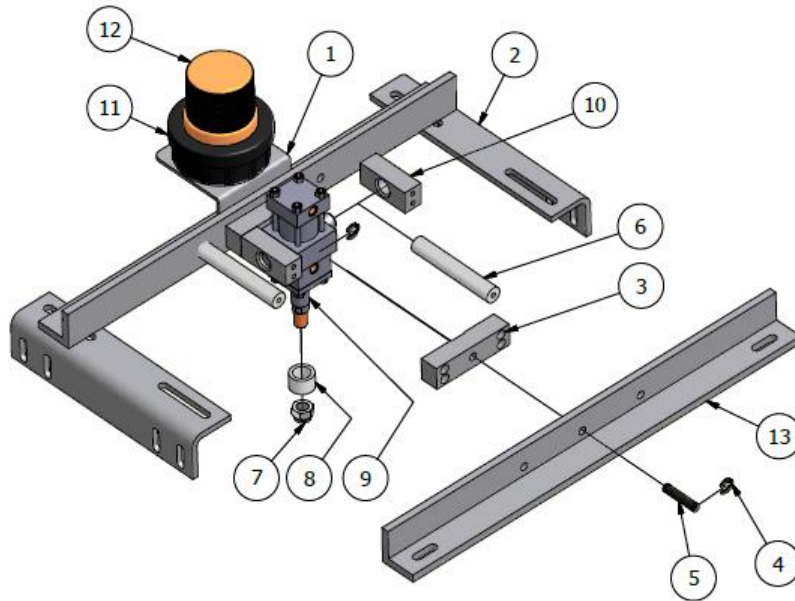


Ilustración 34. Activador del Cabezal Magnético  
Fuente: (WHALLON, 2019)

SOPORTE DEL CILINDRO ACTIVADOR DEL CABEZAL MAGNETICO			
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO (S/.)
1	1	Base de baliza	30.00
2	2	Soportes del brazo	66.00
3	1	Soporte de cilindro	80.00
4	2	Seguro	16.00
5	2	Prisionero	4.00
6	2	Separador de ángulos	30.00
7	1	Tuerca del cilindro	12.00
8	1	Tope del cilindro	8.00
9	1	Cilindro	1650.00
10	2	Bloque separador	60.00
11	1	Bocina de seguridad	120.00
12	1	Luz de seguridad	60.00
13	2	Angulo del brazo del puente	200.00
<b>Total</b>			<b>2336.00</b>

Tabla 10. Activador del Cabezal Magnético  
Fuente: Elaboración Propia

### Rodillos guía del cabezal magnético

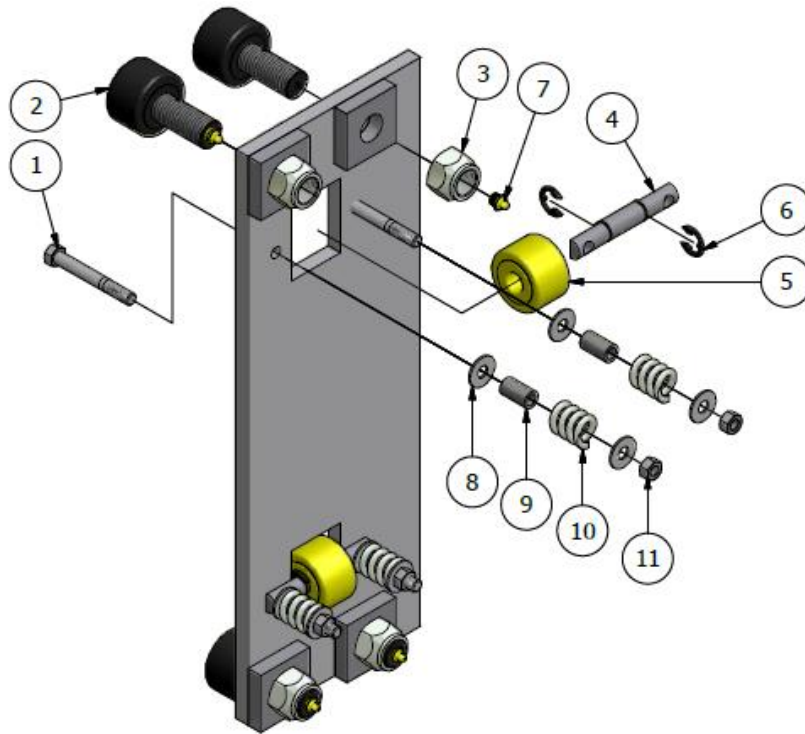


Ilustración 35. Guías del Cabezal Magnético  
Fuente: (WHALLON, 2019)

RODILLOS GUIA DE CABEZAL MAGNETICO			
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO (S/.)
1	4	Pernos hexagonal	24.00
2	4	Rodajes seguidores	240.00
3	4	Tuercas hexagonal con seguro	20.00
4	2	Eje de rodillo	60.00
5	2	Rodillo	80.00
6	4	Seguro seager	8.00
7	4	Grasera	6.00
8	8	Volanda	8.00
9	4	Guiador de resorte	40.00
10	4	Resorte	80.00
11	4	Tuerca hexagonal	18.00
<b>Total</b>			<b>584.00</b>

Tabla 11. Guiador de Cabezal Magnético  
Fuente: Elaboración Propia

## Transporte de paleta llena o vacía

(Ya instalada)

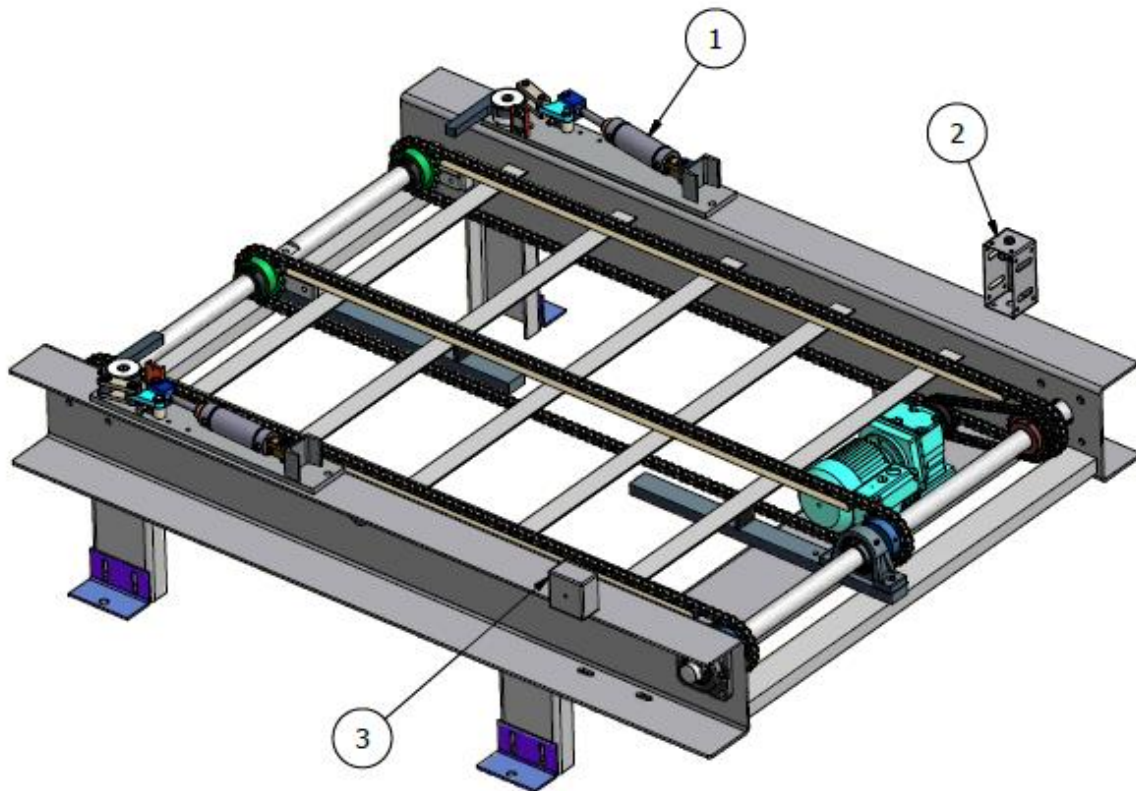


Ilustración 36. Transporte de Paletas  
Fuente: (WHALLON, 2019)

TRANSPORTE DE PALETAS			
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO (S/.)
1	2	Cilindro hidráulico	0.00
2	1	Sensor emisor	
3	1	Sensor receptor	
<b>Total</b>			0.00

Tabla 12. Transporte de Paletas  
Fuente: Elaboración Propia

## Transmisión de transporte de paletas

(Ya instalada)

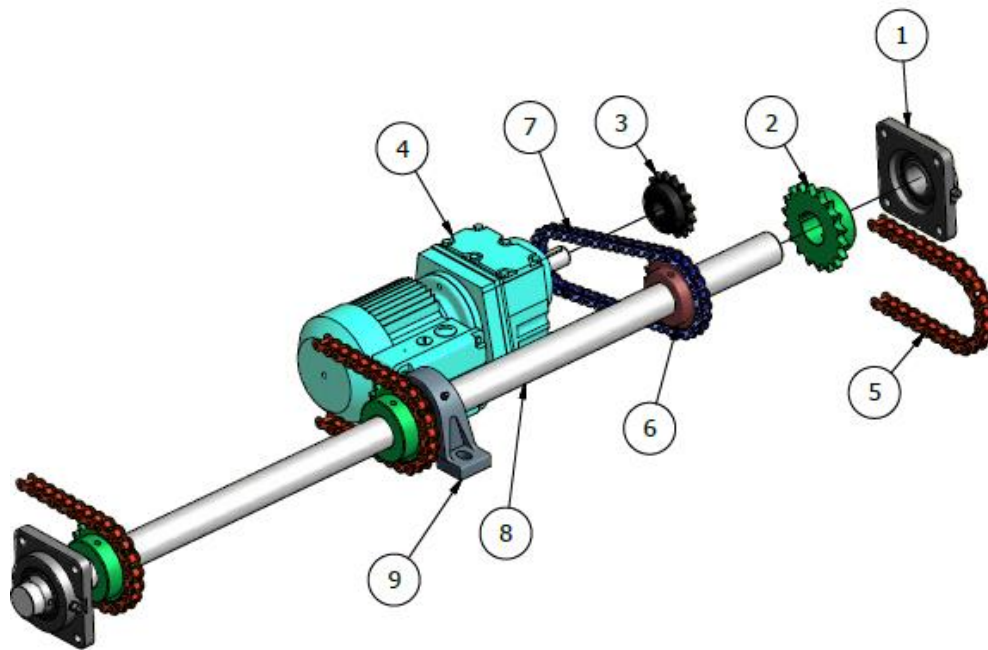


Ilustración 37. Transmisión de Transporte de Paletas

Fuente: (WHALLON, 2019)

TRANSMISIÓN DE TRANSPORTE DE PALETAS			
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO (S/.)
1	2	Chumacera de pared	0.00
2	3	piñón	
3	1	Piñón motriz	
4	1	Motor reductor	
5	3	Cadena	
6	1	Piñón conducido	
7	1	Cadena	
8	1	Eje	
9	1	Chumacera de pie	
<b>Total</b>			0.00

Tabla 13. Transmisión de Transporte de Paletas

Fuente: Elaboración Propia

### Bomba y tanque hidráulico

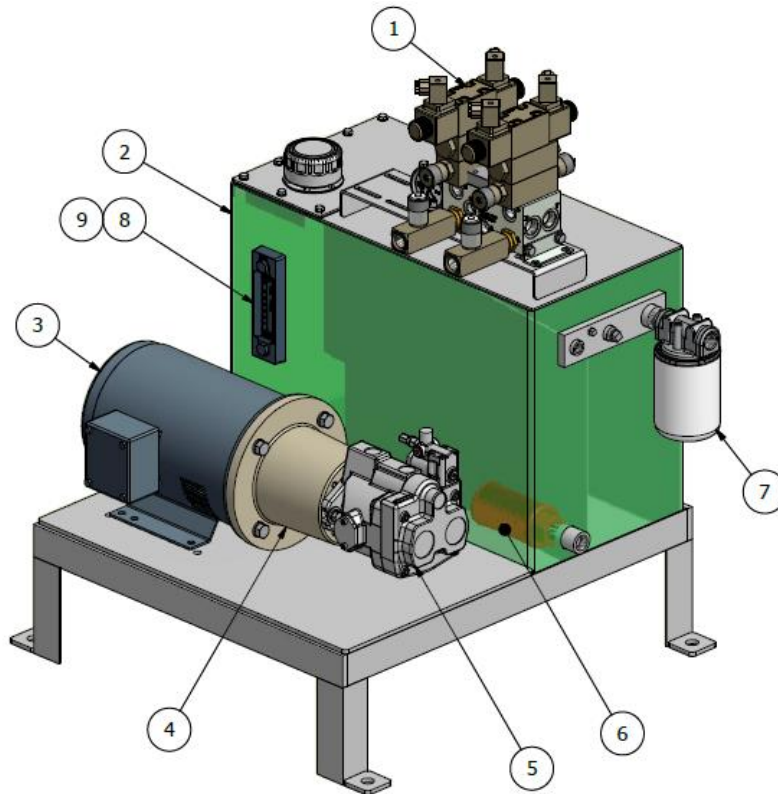


Ilustración 38. Sistema Hidráulico  
Fuente: (WHALLON, 2019)

BOMBA Y TANQUE HIDRAULICO			
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO (S./.)
1	1	Bloque de válvulas	6636.00
2	1	Tanque	800.00
3	1	Motor	2600.00
4	1	Acople	100.00
5	1	Bomba hidráulica	3500.00
6	1	Filtro interno	110.00
7	1	Filtro externo	140.00
8	1	Nivel de aceite	400.00
9	4	Visor	130.00
<b>Total</b>			<b>14416.00</b>

Tabla 14. Bomba y Tanque Hidráulico  
Fuente: Elaboración Propia



## Válvulas hidráulicas

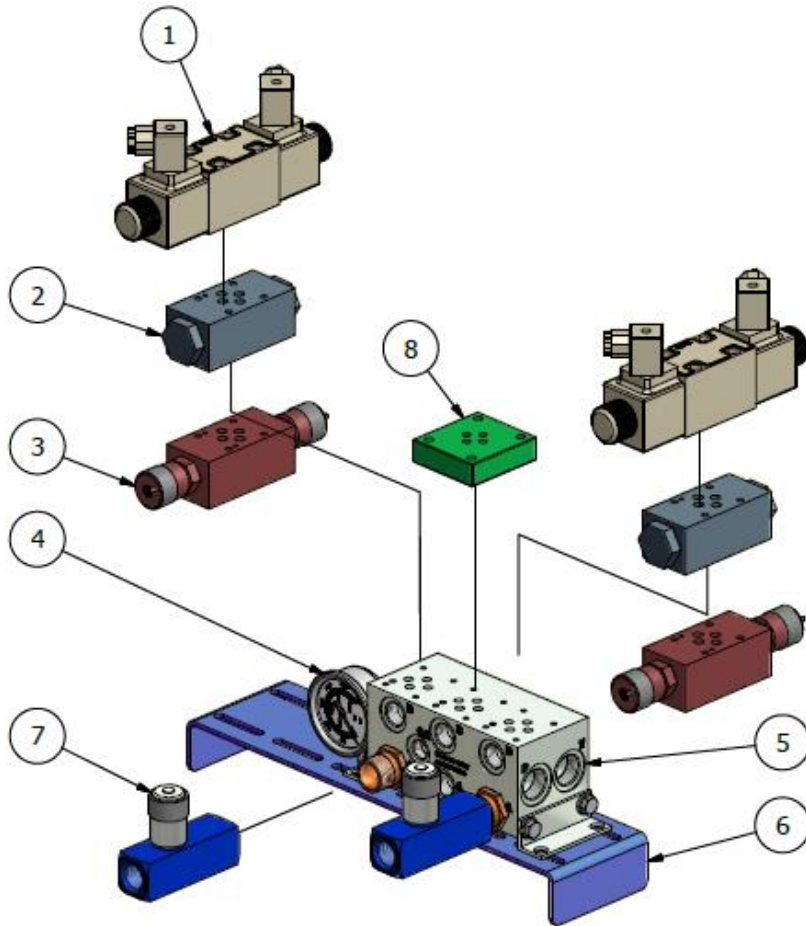


Ilustración 39. Válvulas Hidráulicas  
Fuente: (WHALLON, 2019)

VALVULAS HIDRAULICAS			
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO (S/.)
1	2	Válvula direccional	6636.00
2	2	Válvula anti retorno	
3	2	Reguladora de presión	
4	1	Manómetro	
5	1	Manifold	
6	1	Soporte	
7	2	Control de flujo	
8	1	Bloque adaptador	
<b>Total</b>			6636.00

Tabla 15. Válvulas Hidráulicas  
Fuente: Elaboración Propia

## Costos adicionales

OTROS COSTOS			
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO (S./.)
1	2	Barra rectangular de 4"	800.00
2	1	Armado de estructura para carriles	6600.00
3	1	Cambio de faja en mesa de Paletizador	9600.00
4	24	Rodamientos y Chumaceras	2000.00
5	9	Ejes	7300.00
6	-	Sistema Neumático	22300.00
7	-	Sistema Eléctrico	18000.00
8	-	Automatización	16000.00
9	-	Gastos Varios	4000.00
10	-	Mano de obra	30000.00
11	-	Repuestos ya detallados	60048.10
<b>Costo Total</b>			<b>176648.10</b>

Tabla 16. Costos

Fuente: Elaboración Propia

Por dato de la empresa analizada, la cantidad de envases abollados por día ascienden a un costo promedio de 725 soles por día.

Entonces calculando los 176648.10 soles divididos entre 725 soles, nos da un resultado de 243.65 días.

**Por lo tanto el gasto del proyecto se recuperaría en no más de 9 meses.**

## CONCLUSIONES

- Se diseñó un sistema de paletizado de lata llena en una empresa de lácteos. Con esta investigación sería posible solucionar los problemas de paletizado y depaletizado.
- Con este diseño, es posible reducir la cantidad de envases abollados durante el proceso de paletizado, con la plataforma magnética, no existe daño en los envases.
- Con este diseño es posible reducir los tiempos en el proceso de paletizado de lata. Con un paletizado sin envases abollados no habrán demoras por retiro de mermas.
- Con este diseño es posible mejorar el sistema operacional en el proceso de paletizado. Con un sistema semiautomático los operadores sólo colocarán planchas separadoras de cartón.

## **TRABAJOS FUTUROS**

Después de este diseño de paletizado de lata llena, quedan algunos otros trabajos de mejora para automatizar el equipo.

Un trabajo próximo es el diseño de un carro transportador de colocado automático de cartón para la formación de un palé lleno, y después de este proceso el plastificado también de forma automática.



## BIBLIOGRAFÍA

**Abc-Pack.** www.abc-pack.com. *www.abc-pack.com*. [En línea] [Citado el: 03 de Julio de 2019.] <https://www.abc-pack.com/enciclopedia/tipos-y-caracteristicas-de-palets/>.

**Coasaca Apaza, Cesar Ernesto. 2013.** *Diseño de un Sistema Automatico Para el Llenado de Pilas en Bandeja de Cartón(Tesis de Pregrado)*. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013.

**Comité Costarricense de Logística. 2019.** [En línea] 2019. [Citado el: 03 de Julio de 2019.] [https://www.academia.edu/13960441/MAnejo\\_de\\_Pallets\\_Y\\_Curso](https://www.academia.edu/13960441/MAnejo_de_Pallets_Y_Curso).

**Empresa Analizada.** [En línea]

**García Villacís, Manuel Estuardo. 2014.** *Sistema SCADA para el proceso de paletizado L4 de envases de cristal en la empresa Cristalería del Ecuador S.A Cridesa de Guayaquil (Tesis de Pregrado)*. Ambato : Universidad Técnica de Ambato, 2014.

**INTRALOX, LL.C. USA. 2019.** *Manual de instalación, mantenimiento y solución de problemas de las bandas transportadoras 2019*. Louisiana : s.n., 2019. 5006834.

**JORDAN. 2006.** JORSON. *Servicio integral para envasado de latas*. [En línea] 2006. <http://cans-making.com>.

**Master Logística. 2019.** www.logistica.es. *www.logistica.es*. [En línea] Blog de Master Logistica, 2019. [Citado el: 25 de JUNIO de 2019.] <http://www.masterlogistica.es/category/inicio/>.

*Mermas de Producción.* **Celis, Sergio. 2017.** Buenos Aires : s.n., 2017.

**Norton, Robert L. 2013.** *Diseño de Máquinas*. Priale : Pearson, 2013.

**Potencia Electromecánica. 2013.** [En línea] 18 de Junio de 2013. [Citado el: 10 de 07 de 2019.] <http://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/>. 53140.

**Shigley, Joseph Edward. 2008.** *Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley, Octava Edición*. México : The McGraw-Hill Companies, Inc., 2008. 978-0-07-312193-2.

**WHALLON. 2019.** Whallon Machinery,Inc. *Whallon Machinery,Inc*. [En línea] Whallon Machinery,Inc, 10 de 01 de 2019. [Citado el: 26 de 05 de 2019.] <https://www.whallon.com/>. 46978.



# ANEXOS

## ANEXO A

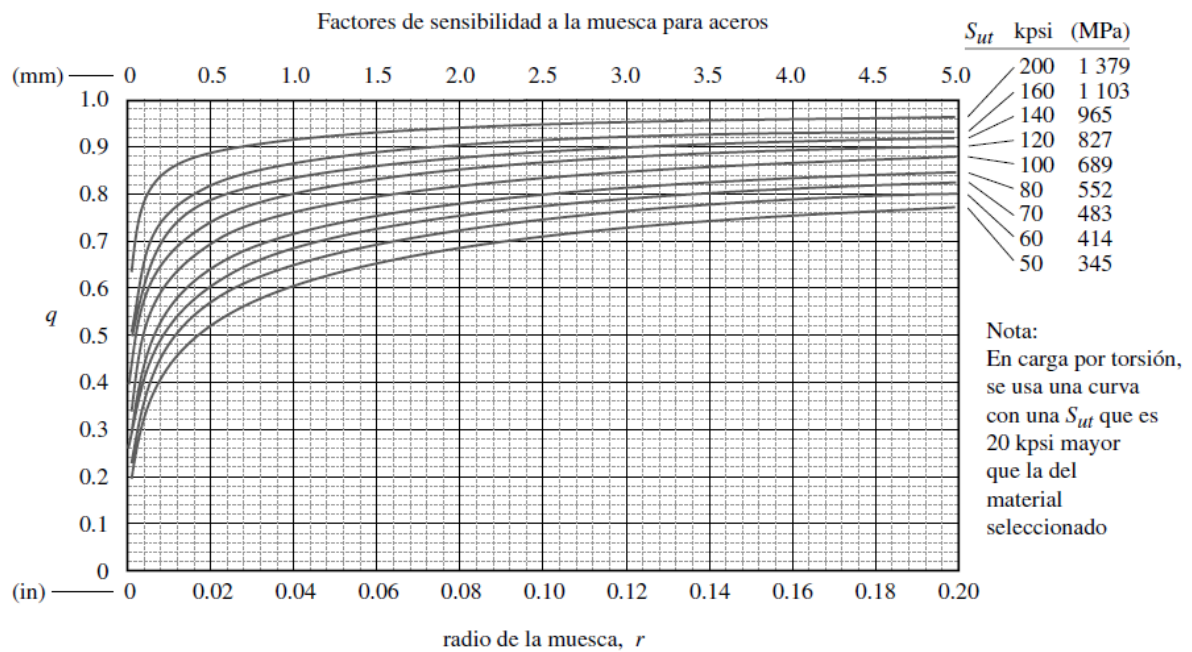
### Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEÓRICO	METODOLOGIA DEL DISEÑO
<p><b>Problema General</b> ¿Es posible diseñar un sistema de paletizado de lata llena en una empresa de lácteos, Arequipa 2019?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b> ¿Se puede reducir la cantidad de envases abollados durante el proceso de paletizado? ¿Es probable reducir los tiempos en el proceso de paletizado de lata? ¿Es posible mejorar el sistema operacional en el proceso de paletizado?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Diseñar un sistema de paletizado de lata llena en una empresa de lácteos, Arequipa 2019.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b> -Reducir la cantidad de envases abollados durante el proceso de paletizado. -Reducir los tiempos en el proceso de paletizado de lata. -Mejorar el sistema operacional en el proceso de paletizado.</p>	<p><b>Antecedentes de la Investigación.</b> Este proyecto nace a partir de la pérdida de latas llenas abolladas durante el paletizado y depaletizado.</p> <p><b>Algunas patentes relacionadas.</b> -Paletizador de latas vacías (JORDAN, 2006) -<b>Paletizador de latas Whallon</b> (WHALLON, 2019) -<b>“Diseño de un sistema automático para el llenado de pilas en bandeja de cartón”</b> (Coasaca Apaza, 2013) -<b>“Sistema SCADA para el proceso de paletizado L4 de envases de cristal en la empresa Cristalería del Ecuador S.A Cridesa de Guayaquil”</b> (García Villacís, 2014)</p>	<p><b>Metodología para el Diseño</b> <b>Enfoque de la Investigación.</b> El enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo.</p> <p><b>Tipo de Investigación.</b> Tipo de investigación es tecnológico.</p> <p><b>Nivel de Investigación.</b> Es una investigación de tipo explicativo ya que el estudio será en base a cálculos y diversos componentes.</p> <p><b>Lista de Exigencias.</b> En esta lista se resume los requerimientos y exigencias. Esta lista hace las veces de contrato entre el cliente y el diseñador.</p> <p><b>Secuencia de Operaciones.</b> Para poder solucionar el problema de paletizado se han determinado algunas secuencias.</p> <p><b>Estructura de Funciones y Esquema de Caja Negra.</b> Se realiza en base a las funciones, estructura, señales, energía y al flujo de materia.</p> <p><b>Proyectos Preliminares.</b> En base a la matriz morfológica, se procede a dibujar a mano alzada los proyectos preliminares resultantes, los cuales se muestran a continuación.</p> <p><b>Análisis y diseño de la solución</b></p>



## ANEXO B

### Factores de Sensibilidad a la Muesca para aceros.



Fuente: (Norton, 2013)

## ANEXO C

### Factores de Servicio de redactor.

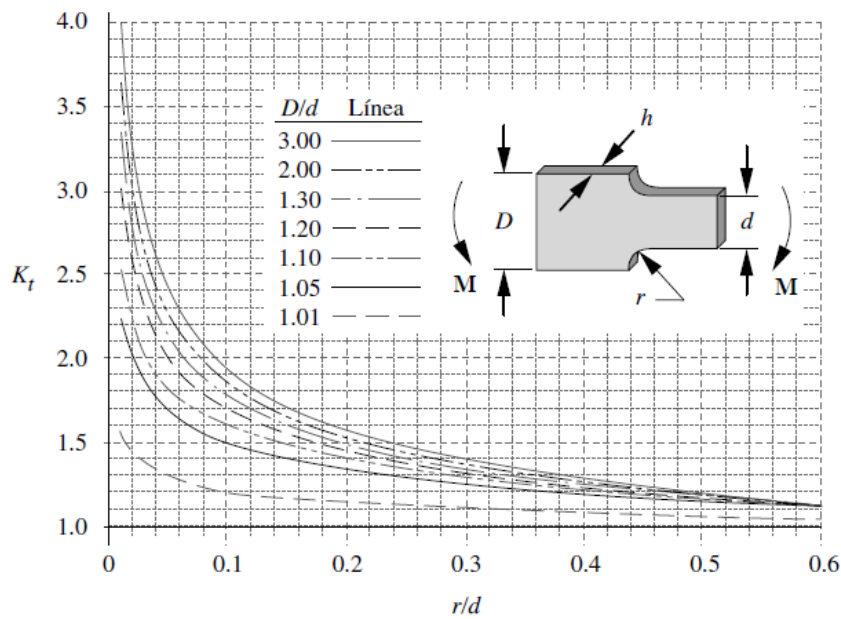


Facteur de service / Factor de servicio / Fator de serviço sf							
	Classe de charge Clase de carga Classe de carga	Type d'application Tipo de aplicación Tipo de aplicação	Dem./heure Ptas. en marcha/ hora Arr./hora	Heures de fonctionnement par jour Horas de funcionamiento diarias			
				<2	2 + 8	9 + 16	17 + 24
LIGHT DUTY	Demarrages graduels, Charges uniformes, petites masses à accélérer	Ventilateurs • Pompes centrifuges • Pompes rotatives à engrenages • Convoyeurs à bande avec charge uniformément distribuée • Générateurs de courant Embouteilleuses • Filoires • Commandes auxiliaires des machines-outils	<10	0.75	1	1.25	1.5
	Puestas en marcha graduales, cargas uniformes, pequeñas masas a acelerar	Ventiladores • Bombas centrifugas • Bombas rotativas de engranajes • Transportadores de cinta con carga distribuida uniformemente • Generadores de corriente • Embotelladoras • Hiladores • Mandos auxiliares de las máquinas herramienta					
	Arranques graduais, Cargas uniformes, pequenas massas a acelerar	Ventiladores • Bombas centrifugas • Bombas rotativas de engrenagem • Tapetes transportadores com carga uniformemente distribuída • Geradores de corrente Engarrafadeiras • Filatórios • Comandos auxiliares das máquinas-ferramentas					
MEDIUM DUTY	Surcharges légères, conditions opérationnelles irrégulières, masses moyennes à accélérer	Châssis • Dévidoirs • Convoyeurs à bande avec charge variée à tablier - par vis sans fin - par chaîne • Translation de ponts roulants pour service léger • Banderoleuses • Agitateurs et mélangeurs liquides à densité variable et visqueux • Machines pour l'industrie alimentaire • Cribleuses de pierres et sable • Grues et monte-charges	<10	1	1.25	1.5	1.75
	Ligeras sobrecargas, condiciones operativas irregulares, masas medias a acelerar	Bastidores • Husos • Transportadores de cinta con carga variada de placas - de tornillo sinfin - de cadena • Traslación de carros puente para servicio ligero • Bobinadoras • Agitadores y mezcladores de líquidos de densidad variable y viscosos • Máquinas para la industria alimentaria • Máquinas cribadoras de piedra y arena • Grúas y montacargas	10 - 50	1.25	1.5	1.75	2
	Ligeiras sobrecargas, condições operativas irregulares, massas médias para acelerar	Teares • Bobinadoras - laminagem de chapas • Tapetes transportadores de lâmina com carga variada - de côclea - de corrente • Translação de pontes-grua para serviço ligeiro • Bobinadoras • Agitadores e misturadores de líquidos com densidade variável e viscosos • Máquinas para a indústria alimentar • Crivadoras • Grua e monta-cargas	50 + 100	1.5	1.75	2	2.2
			100 + 200	1.75	2	2.2	2.5

Fuente: (Norton, 2013)

## ANEXO D

### Factores de concentración de esfuerzos geométrico para una barra escalonada en flexión.



$$\sigma_{nom} = \frac{Mc}{I} = 6 \frac{M}{hd^2}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = K_t \sigma_{nom}$$

y :

$$K_t = A \left( \frac{r}{d} \right)^b$$

donde :

$D/d$	$A$	$b$
3.00	0.907 20	-0.333 33
2.00	0.932 32	-0.303 04
1.30	0.958 80	-0.272 69
1.20	0.995 90	-0.238 29
1.10	1.016 50	-0.215 48
1.05	1.022 60	-0.191 56
1.01	0.966 89	-0.154 17

Fuente: (Norton, 2013)

## ANEXO E

### Distancia mínima entre centros de rodillos

A.S.A. Chain Size	Minimum Centers "C" in (mm)							
	Number of Sprocket Teeth							
	13	15	16	17	19	21	23	28
# 40			3 1/4" (82.55)	3 1/2" (88.90)	3 3/4" (95.25)	4" (101.60)		5 1/4" (133.35)
# 50		3 11/16" (93.66)		4 1/16" (103.19)			5 1/16" (134.94)	
# 60	4 1/8" 104.77	4 1/2" 114.30			5 5/8" 142.87	6 3/8" 161.92		
# 80	5 1/2" 139.70		6 1/2" 165.10					
# 100	6 7/8" 174.62							

Fuente: (Norton, 2013)