



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA BANDA TRANSPORTADORA PARA EL AUMENTO DE
LA EFICIENCIA DE DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO EN EL COMPLEJO INDUSTRIAL DE
LA COOPERATIVA INTEGRAL DE PRODUCCIÓN MADRE Y MAESTRA, R. L.**

Rony Rafael Funes Marroquin

Asesorado por la Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista

Guatemala, septiembre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA BANDA TRANSPORTADORA PARA EL AUMENTO DE
LA EFICIENCIA DE DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO EN EL COMPLEJO INDUSTRIAL DE
LA COOPERATIVA INTEGRAL DE PRODUCCIÓN MADRE Y MAESTRA, R. L.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RONY RAFAEL FUNES MARROQUIN

ASESORADO POR LA INGA. SINDY MASSIEL GODINEZ BAUTISTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoá
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

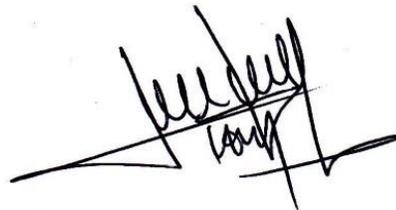
DECANO	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno (a.i.)
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA BANDA TRANSPORTADORA PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA DE DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO EN EL COMPLEJO INDUSTRIAL DE LA COOPERATIVA INTEGRAL DE PRODUCCIÓN MADRE Y MAESTRA, R. L.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha marzo de 2013.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rony Rafael Funes Marroquin', with a large, sweeping flourish extending to the left.

Rony Rafael Funes Marroquin



Guatemala, 25 de septiembre de 2015.
REF.EPS.DOC.646.09.15.

Ingeniero
Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Rodríguez Serrano:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Rony Rafael Funes Marroquin**, Carné No. **199715106** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA BANDA TRANSPORTADORA PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA DE DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO EN EL COMPLEJO INDUSTRIAL DE LA COOPERATIVA INTEGRAL DE PRODUCCIÓN MADRE Y MAESTRA R.L.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñanza a Todos"

Inga. Sindy Masiel Gómez de Oquía
Asesora-Supervisora de EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería
Inga. Sindy Masiel Gómez de Oquía
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SMGB/ra



Guatemala, 25 de septiembre de 2015.
REF.EPS.D.504.09.15

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA BANDA TRANSPORTADORA PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA DE DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO EN EL COMPLEJO INDUSTRIAL DE LA COOPERATIVA INTEGRAL DE PRODUCCIÓN MADRE Y MAESTRA R.L.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Rony Rafael Funes Marroquin** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



REF.REV.EMI.008.016

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA BANDA TRANSPORTADORA PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA DE DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO EN EL COMPLEJO INDUSTRIAL DE LA COOPERATIVA INTEGRAL DE PRODUCCIÓN MADRE Y MAESTRA, R.L.**, presentado por el estudiante universitario **Rony Rafael Funes Marroquin**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático/Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2016.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA BANDA TRANSPORTADORA PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA DE DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO EN EL COMPLEJO INDUSTRIAL DE LA COOPERATIVA INTEGRAL DE PRODUCCIÓN MADRE Y MAESTRA, R. L.**, presentado por el estudiante universitario **Rony Rafael Funes Marroquin**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2016.



/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala

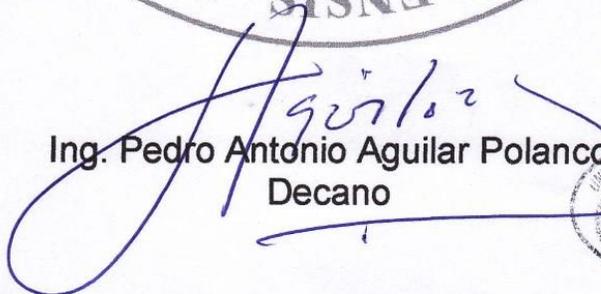


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.399-2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA BANDA TRANSPORTADORA PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA DE DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO EN EL COMPLEJO INDUSTRIAL DE LA COOPERATIVA INTEGRAL DE PRODUCCIÓN MADRE Y MAESTRA, R.L.**, presentado por el estudiante universitario: **Rony Rafael Funes Marroquín**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, septiembre de 2016

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por abrir las puertas del éxito a mi vida, y por la misericordia y gracia brindada.
Mis padres	Joselito Funes y Romelia Marroquin, por su amor incondicional.
Mi esposa	Marlenn Revolorio Ramírez de Funes, por su amor y apoyo durante todos estos años, recordando lo que dice la Biblia en Prov. 18:22 El que halla esposa halla el bien, y alcanza la benevolencia de Jehová.
Mis hijos	Teresa, Rosa y Barush, por ser tres bendiciones que cambiaron para bien mi vida. Espero que este logro personal sea motivo de alegría y ejemplo para alcanzar las metas y aspiraciones que se propongan.
Mis abuelos	Rafael, Adelina e Inés, por sus sabios consejos y su apoyo incondicional.
Mis tíos	Eloísa, Antulio, Irma, Ramiro, Ileana, Mayo, Ramón, Estefanía, Josefina, Julia, por esa ayuda que me brindaron incondicionalmente y que siempre les estaré agradecido.

Mis hermanos

Por las muestras de cariño y su apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de ser formado con un alto estándar profesional, especialmente a los docentes que intervinieron en ese proceso y ser un digno ejemplo a imitar.

Facultad de Ingeniería

Por el acompañamiento, las enseñanzas y apoyo brindado.

**Mis amigos de la
Facultad**

Ellos saben quiénes son, por sus preciados consejos y agradables momentos.

Ing. José Ramírez

Por ser una importante influencia en mi carrera, y sus sabios consejos.

**Cooperativa Madre y
Maestra R. L.**

Por la ayuda incondicional brindada en la elaboración de este proyecto y permitirme realizarlo para el trabajo de mi graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. GENERALIDADES DE LA COOPERATIVA INTEGRAL DE PRODUCCIÓN MADRE Y MAESTRA, R. L.....	1
1.1. Descripción de la empresa.....	2
1.1.1. Instalaciones físicas e infraestructura.....	3
1.1.2. Maquinaria y equipo.....	3
1.2. Visión.....	4
1.3. Misión.....	4
1.4. Estructura organizacional.....	4
1.4.1. Asamblea general.....	5
1.4.2. Junta de Directores.....	5
1.4.3. Comisión de Vigilancia.....	5
1.4.4. Comisión de Educación y Asuntos Sociales.....	6
1.4.5. Gerencia y departamentos.....	6
1.4.6. Valores.....	11
1.5. Productos.....	11
1.5.1. Materia prima empleada.....	13
1.5.2. Proceso de producción.....	13

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA BANDA TRANSPORTADORA PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA DE DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO.....	17
2.1.	Diagnóstico de la situación actual.....	17
2.1.1.	Análisis Foda.....	17
2.1.2.	Diagrama de Pareto.....	23
2.2.	Situación actual de despacho en bodega de producto Terminado.....	26
2.2.1.	Toma de tiempo.....	30
2.3.	Manejo de materiales.....	33
2.3.1.	Ergonomía en el levantamiento de cargas pesadas.....	33
2.3.1.1.	Medidas preventivas.....	34
2.4.	Resultados de la eficiencia de despacho de producto Terminado.....	36
2.5.	Propuesta de mejora de despacho de producto terminado en Bodega de almacenamiento.....	38
2.5.1.	Objetivo.....	38
2.5.2.	Alcance.....	39
2.5.3.	Metodología del trabajo.....	39
2.5.3.1.	Diseño de la banda de carga.....	40
2.5.3.1.1.	Plan de mantenimiento preventivo.....	54
2.5.3.2.	Seguridad industrial.....	61
2.5.3.2.1.	Señalización en el área de trabajo.....	61
2.5.3.2.2.	Equipo de protección personal.....	63
2.6.	Costo de la banda de carga de producto terminado.....	67

2.6.1.	Costo de su implementación.....	68
2.6.2.	Fuentes de verificación.....	70
2.6.3.	Costos por pérdida de tiempo.....	71
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE APLICANDO PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	75
3.1.	Diagnóstico de consumo de combustible.....	75
3.2.	Procedimientos que impactan el consumo de combustible.....	76
3.2.1.	Estibación de producción en línea de ensaque 1 y 2.....	79
3.3.	Análisis del consumo de combustible.....	82
3.3.1.	Tabla de consumo por uso de montacargas.....	82
3.3.2.	Gráfica de consumo por uso de montacargas.....	82
3.3.3.	Tabla de consumo de combustible por mes.....	84
3.3.4.	Gráfica de consumo de combustible por mes.....	85
3.4.	Plan.....	86
3.4.1.	Plan de acción para disminuir el consumo de combustible.....	87
3.4.1.1	Programa de mantenimiento preventivo para montacargas.....	88
3.4.2.	Costos de la propuesta.....	94
4.	FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS AL CAPITAL HUMANO EN EL COMPLEJO INDUSTRIAL COMAYMA, R. L.....	97
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....	97
4.2.	Plan de capacitación.....	99
4.2.1.	Alcance.....	99
4.2.2.	Objetivos.....	99

4.2.3.	Metas.....	100
4.2.4.	Modalidades de capacitación.....	101
4.2.5.	Temas de capacitación.....	101
4.2.6.	Cronograma de capacitaciones.....	102
4.3.	Resultados de la capacitación.....	103
4.4.	Costos de la propuesta.....	104
CONCLUSIONES.....		105
RECOMENDACIONES.....		107
BIBLIOGRAFÍA.....		109
APÉNDICES.....		111
ANEXOS.....		117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama general de la planta.....	7
2.	Organigrama área de producción tipo vertical.....	8
3.	Organigrama área de mantenimiento mecánico.....	9
4.	Organigrama área de logística.....	11
5.	Línea de ave ponedora en jaula.....	12
6.	Diagrama de flujo de elaboración de concentrado.....	16
7.	Diagrama de Pareto.....	25
8.	Vehículo sin carrocería.....	26
9.	Montacargas con producto.....	27
10.	Vehículo con carrocería.....	28
11.	Flujograma de carga de vehículos.....	29
12.	Levantamiento de cargas.....	34
13.	Máximo de carga.....	35
14.	Estibación de sacos.....	36
15.	Tipos de soldadura.....	42
16.	Vista lateral de sección base.....	43
17.	Rodos guías.....	43
18.	Rodo conductor.....	44
19.	Tambor de tensión de banda.....	44
20.	Banda <i>Rough Top</i>	45
21.	Empalme mecánico tipo placa articulada.....	46
22.	Ecuación de peso lineal.....	49
23.	Motoreductor.....	52

24.	Banda transportadora.....	53
25.	Plano de ubicación de banda transportadora.....	54
26.	Señalización en zona de trabajo.....	63
27.	Equipo de protección personal.....	66
28.	Flujograma mejorado en las actividades de despacho.....	69
29.	Ishikawa sobre consumo de combustible.....	76
30.	Carga de producto terminado.....	79
31.	Estibación de sacos línea 1.....	80
32.	Estibación de sacos línea 2.....	81
33.	Bodega de almacenamiento.....	81
34.	Gráfica de consumo por uso de montacargas.....	84
35.	Gráfica de consumo de combustible total.....	86
36.	Llanta de montacargas Yale 1.....	91
37.	Ishikawa sobre deficiencia en operación de vehículos.....	98

TABLAS

I.	Lista plana de factores Foda.....	18
II.	Matriz Foda.....	19
III.	Resultado de toma de datos.....	24
IV.	Resumen de tiempo estándar.....	32
V.	Salario mensual.....	37
VI.	Total de salarios percibidos por año.....	37
VII.	Eficiencias.....	53
VIII.	Programación de mantenimientos.....	56
IX.	Procedimiento de mantenimiento eléctrico.....	58
X.	Procedimiento de mantenimiento mecánico.....	59
XI.	Lista de verificación de banda transportadora.....	60
XII.	Costo de mantenimiento.....	68

XIII.	Costo de elaboración de la banda.....	68
XIV.	Resumen de tiempos mejorados.....	70
XV.	Total de costos anuales.....	73
XVI.	Cálculos de TIR, VPN.....	74
XVII.	Procedimientos para carga de combustible.....	77
XVII.	Actividades para la carga de concentrado.....	78
XIX.	Procedimientos que afectan el consumo de combustible.....	79
XX.	Procedimientos que afectan el consumo de combustible.....	83
XXI.	Consumo de combustible de octubre 2012 a mayo 2013.....	85
XXII.	Actividades de chequeo diario.....	89
XXIII.	Actividades de mantenimiento preventivo a vehículos.....	90
XXIV.	Recursos para elaborar un <i>tune up</i>	92
XXV.	Lista de verificación de vehículos.....	93
XXVI.	Costo del programa de mantenimiento.....	94
XXVII.	Consumo de combustible de octubre 2012 a agosto 2013.....	95
XXVIII.	Cronograma de capacitaciones.....	103
XXIX.	Costo de plan de capacitación.....	104

LISTADO DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Hp	Caballos de fuerza
PLC	Control lógico programable
DDGS	Grano de destilación de maíz
Psi	Libra por pulgada cuadrada
M	Metros
PBC	Ponedora de bajo consumo

GLOSARIO

<i>Batch</i>	Cantidad o lote de producto que mezcla por hora.
COINCO	Complejo Industrial de la Cooperativa Integral de producción Madre y Maestra R. L.
COMAYMA	Sociedad autónoma con el único objetivo de beneficiar a sus afiliados. Cooperativa Integral de Producción Madre y Maestra R. L. que tiene como propósito el producir concentrados para consumo animal.
Foda	Es una herramienta de análisis que estudia la situación de una empresa, esta considera su condición interna (debilidades y fortalezas) así como su condición externa (amenazas y oportunidades).
Ensaque	Llenado de producto a granel en sacos de 100 libras.
IGSS	Institución gubernamental, autónoma, dedicada a brindar servicios de salud y seguridad social a la población que cuente con afiliación al instituto.
Insuflación	Acción de introducir un gas a una cavidad.
<i>Pellet</i>	Porción de aglomerado comprimido.

Full Fat

Frijol de soya procesado.

OIT

Organización Internacional del Trabajo.

Ensacar

Acción de llenar un saco con concentrado.

RESUMEN

En el medio guatemalteco el mercado avícola es uno de los de mayor crecimiento sostenido, generando productos de consumo masivo para satisfacer la demanda de mercado nacional. En este orden de ideas, la Cooperativa Integral de Producción Madre y Maestra R. L. ha destacado dentro de las instituciones con mayor crecimiento y, por esa razón, han iniciado diversos proyectos, manteniendo altos estándares de calidad en sus productos.

En el presente trabajo de graduación, desarrollado a través del EPS, se hace una propuesta para el diseño de una banda transportadora para el despacho de sacos de concentrado para consumo avícola y porcino. La cual tendrá la capacidad de transportar sacos de producto terminado para el despacho, con una mayor velocidad que la actual para satisfacer la creciente demanda.

Una vez definida la función de la banda y el estudio técnico, se iniciará con el diseño de la misma tomando en cuenta el espacio físico disponible y los diversos dispositivos necesarios, para garantizar el funcionamiento de la misma.

En el diseño de la banda se tomaron en cuenta diversos factores, entre ellos, tamaños de sacos de concentrado, volumen, presentaciones, capacidades de carga, velocidad lineal, suministro y descarga de los mismos, así como un estudio de ergonomía.

OBJETIVOS

General

Diseñar una banda transportadora en la bodega de producto terminado para aumentar la eficiencia de despacho para satisfacer la demanda de los asociados y clientes en general.

Específicos

1. Realizar un estudio de tiempos en el área de despacho para identificar puntos críticos a mejorar.
2. Establecer la eficiencia actual de despacho, así como realizar un estudio de ergonomía para rediseñar los puestos de trabajo.
3. Establecer las normas y uso del nuevo equipo para su óptimo desempeño.
4. Determinar los planes de mantenimiento para el buen funcionamiento de la banda transportadora.
5. Aumentar la eficiencia de despacho para cumplir con la demanda de los asociados y clientes en general.
6. Realizar un estudio de producción más limpia, referente al consumo del combustible que se requiere para el despacho de producto terminado.

7. Diseñar un plan de capacitación dirigido al recurso humano de la bodega de producto terminado, referente a la ergonomía y sobre las buenas prácticas para ahorrar combustible.

INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente competitividad en la industria guatemalteca que elabora un bien o presta un servicio, es necesario implementar nuevos equipos y herramientas administrativas para aumentar su productividad y eficiencia, por lo que es imprescindible realizar estudios multidisciplinarios previos, ya que se deben atender ciertas especificaciones técnicas complejas y variables, y una vez establecidas analizar su factibilidad.

Es por ello que, la Cooperativa Integral de Producción Madre y Maestra R. L. ha experimentado un crecimiento sostenido a lo largo de los años en beneficio de los asociados y clientes en general, ha diversificado sus productos, mejorado, ampliado y modernizado sus instalaciones y equipos, además cuenta con un capital humano profesional multidisciplinario, que la hace altamente competitiva en el medio nacional, acorde a las exigencias del mercado.

Por ello, en el presente trabajo se realizarán estudios multidisciplinarios, como un diagnóstico de la situación actual de la empresa, analizar sus fortalezas y debilidades, identificar sus necesidades, con la finalidad de identificar deficiencias, carencias de equipos y oportunidades de mejoras, con el objetivo de aumentar la eficiencia y reducir costos de operación.

Finalmente, el presente trabajo pretenderá aplicar dichos conceptos a través de estudios multidisciplinarios, entre los cuales están, el diseño de máquinas, ergonomía, análisis de los procesos que afectan el consumo de combustible, entre otros.

Además se harán las capacitaciones técnicas e informativas pertinentes para implementar mejoras, así como los resultados de dichas capacitaciones y se detalla el presupuesto estimado y los recursos necesarios para su implementación.

1. GENERALIDADES DE LA COOPERATIVA INTEGRAL DE PRODUCCIÓN MADRE Y MAESTRA, R. L.

1.1. Descripción de la empresa

“La fundación de la empresa se realizó en los años cuarenta con el nombre de Cooperativa *Mother Magister*, tiempo durante el cual se dedicaba a la compra y venta de soya a productores nacionales.

Años después fue vendida a la corporación de una familia en Guatemala, quienes por un corto periodo de tiempo se dedicaron a la elaboración de alimentos para aves. En 1975, el gobierno implementó la política de concesión de créditos a empresas agrícolas, por lo que un grupo de avicultores se congregó y reunieron la información necesaria en el Registro Mercantil acerca de las cooperativas que estaban en ese tiempo registradas (las que poseían poco o ningún movimiento), por lo cual fueron adquiridos los derechos de esta cooperativa, lo cual originó un cambio en el nombre de la empresa haciéndola llamar: Cooperativa Agrícola y de Servicios Varios Madre y Maestra R. L. (COMAYMA). Luego en 2012 debido a la demanda y diversificación de sus productos sufre un nuevo cambio en su nombre, modificándose a COOPERATIVA INTEGRAL DE PRODUCCIÓN MADRE Y MAESTRA, R. L.”¹.

Debido a los cambios realizados por los actuales propietarios, la Cooperativa determinó que el fin primordial era la elaboración de concentrados para aves, adicionando a sus líneas de producción la elaboración de alimentos para cerdos, utilizando nuevas materias primas.

¹ Departamento de Recursos Humanos COMAYMA R. L.

Al principio de sus operaciones, únicamente adquiría materia prima de origen nacional, es decir, por medio de proveedores locales, pero debido al incremento sufrido por la demanda de sus concentrados, fue necesario importar gran parte de la materia prima utilizada para el proceso productivo.

Debido a la integración de nuevos asociados, la Cooperativa ha expandiendo sus territorios, estos asociados son incorporados si cumplen con los requisitos mínimos estipulados dentro de los estatutos de la empresa.

Con la expansión de la Cooperativa se expande su planta de producción instalando su Complejo Industrial Coinco, que significa Complejo Industrial de la Cooperativa Madre y Maestra, R. L. situada en el kilómetro 74,5 carretera a Puerto Quetzal jurisdicción de Masagua, Escuintla.

El Complejo Industrial Coinco es una planta con capacidad de producción de 600 toneladas hora, cuenta con equipos semiautomatizados que generan un control idóneo de los procesos, manipulación de la maquinaria y capacidad de producción de 12 *batch* de diferente capacidad por hora, para la elaboración de alimento balanceado para animales.

1.1.1. Instalaciones físicas e infraestructura

Las instalaciones físicas de la planta comprenden diversas áreas: de ingreso, administrativas, control eléctrico, de despacho, extrusión, peletizado, molienda, macromezclas, micromezclas, silos, ensacado, espacios verdes, parqueo para visitas, servicios sanitarios y bodega de producto terminado.

El tipo de construcción de las áreas administrativas es de sistema tradicional de mampostería reforzada, con sus respectivas zapatas y cimentación, columnas

de concreto reforzado, y muros de *block* tradicional de 0,15 por 0,40 por 0,20 metros de alto con refuerzos horizontales tipo soleras de 0,20 metros de alto (solera hidrófuga, intermedia y final). La losa intermedia es de sistema tradicional fundida en sitio con sus respectivos refuerzos de acero (bastones, rieles y tensiones), así como la losa final.

El tipo de construcción de las áreas de producción y de despacho es de columnas y vigas metálicas tipo I, con techo de estructura triangular, de costaneras y refuerzos metálicos, techo de lámina. Con iluminación natural y artificial, ventilación cruzada tipo natural.

1.1.2. Maquinaria y equipo

La maquinaria y equipos de la empresa, son adquiridos y destinados al proceso de producción, cada uno debe contar con su respectivo mantenimiento preventivo, correctivo así como sus revisiones periódicas y realizados por personal altamente capacitado.

Compuesta, principalmente por ventiladores centrífugos, para el secado de las materias primas, molinos de martillo, para la reducción del grano de maíz, desmoronadora, esta se usa para la limpieza del producto terminado, peletizadora, la función principal de este equipo es de peletizar el concentrado a una temperatura que oscila entre 80 y 110 grados centígrados a una presión de 120 libras por pulgada cuadrada, en cuanto a la mezcladora su función es de mezclar de manera homogénea los ingredientes, su capacidad máxima es de 60 toneladas por hora, molino extrusor: su función es procesar el grano de frijol de soya en harina a través de varios procesos, báscula para macro mezclas, transportadores horizontales y verticales que se encargan del movimiento de la materia prima y producto terminado a granel para su almacenamiento o ensacar.

1.2. Visión

“Cooperativa líder en la producción y comercialización de alimentos balanceados, productos y subproductos de origen animal, gracias a la innovación, honestidad capacidad y profesionalismo de nuestros colaboradores para beneficio de Guatemala”².

1.3 Misión

“Somos una cooperativa productora de alimentos balanceados de Calidad, para animales, que contribuye a la seguridad alimentaria del país”³.

1.4. Estructura organizacional

La Cooperativa tiene una estructura organizacional vertical que conlleva delegación de autoridad y responsabilidad en cada departamento, bajo las premisas que cada subordinado tiene un solo jefe, los ejecutivos toman las decisiones y los subordinados las ejecutan y se administra según los estatutos que rigen la ley de cooperativas, en la cadena de mando el primer lugar la tienen los asociados reunidos en la asamblea general, la junta de directores está subordinada a la asamblea general, la gerencia y departamentos está subordinada únicamente al presidente debidamente electo en la asamblea general al cual rinden informes de manera periódica.

Cada departamento tiene un responsable que tiene a su cargo un número determinado de colaboradores, los cuales le rinden informes periódicos sobre las actividades asignadas.

² Departamento de Recursos Humanos COMAYMA R. L.

³ Ibid.

1.4.1. Asamblea general

El poder soberano de la Cooperativa reside en los asociados reunidos en asamblea general. Las asambleas son ordinarias y extraordinarias.

La asamblea general se celebra una vez al año, dentro de los tres meses siguientes de cada ejercicio, en el día, hora y sitio que determine la Junta de Directores.

1.4.2. Junta de Directores

Es el órgano ejecutivo responsable de la dirección y administración de la cooperativa; se integra por seis directores así: presidente, vicepresidente, tesorero, secretario y dos vocales, electos por la Asamblea general, se reúnen al menos una vez a la semana o más si las actividades lo requieren.

Los directores desempeñan sus cargos por dos años, pero la Junta se renovará cada año por mitad. Para el efecto, la primera renovación anual se hace por sorteo, de manera que los salientes solo desempeñaran su cargo por un año. Ningún directivo podrá ser reelecto por más de dos periodos consecutivos.

1.4.3. Comisión de Vigilancia

Está integrada por tres miembros, los que deben ser asociados activos, electos en la asamblea general ordinaria, por el periodo de un año.

Esta se reúne, por lo menos una vez al mes. En su primera sesión eligen al miembro que presidirá las sesiones. Sus decisiones son tomadas por unanimidad y se hacen constar en acta.

1.4.4. Comisión de Educación y Asuntos Sociales

Es el órgano de promover actividades sociales y de educación para los asociados y empleados. Esta comisión realiza seminarios, convivios sociales, cursos y todas las actividades afines.

1.4.5. Gerencias y departamentos

Actualmente existen las siguientes áreas:

- Gerencia Financiera-Administrativa y de Operaciones
- Departamento de Recursos Humanos y de Contabilidad
- Departamento de Informática
- Departamento de Control de Calidad
- Departamento de Producción y de Mantenimiento

Las relaciones de cadena y unidad de mando de estas áreas se describen en el organigrama general. En esta se puede apreciar la estructura organizacional de toda la empresa.

Entre las atribuciones y funciones en el orden jerárquico se establecen las siguientes.

- Gerente general

Por ser una estructura organizacional de tipo vertical y una administración de tipo burocrática, este se encarga de dirigir, coordinar supervisar y dictar las normas para el eficiente desarrollo de las actividades de la Cooperativa, así como el cumplimiento de las

políticas adoptadas por la Junta Directiva, presentar a esta para su aprobación los planes de desarrollo a corto, mediano y largo plazo, representar a la Cooperativa como persona jurídica y autorizar con su firma los diversos contratos y actos en que ella tenga que intervenir, presentar a la Junta Directiva informes de gestión anual, informes sobre lo que señale o delegue, las normas legales y aquellas, que por su naturaleza le correspondan como funcionario directivo.

El gerente general tiene a su cargo el siguiente personal.

- Jefe de Producción
- Jefe Financiero
- Jefe de Mantenimiento
- Jefe de Control de Calidad
- Jefe de Contabilidad

Estos a su vez tienen una responsabilidad directa de las funciones específicas y están auxiliados de personal altamente calificado acorde a las necesidades de la Cooperativa.

Figura 1. **Organigrama general de la planta**

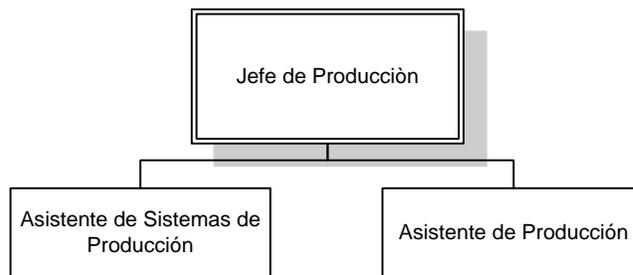


Fuente: Complejo Industrial COMAYMA R. L. Masagua, Escuintla.

- Jefe de producción

Está subordinado al gerente general, es un integrador de recurso humano, materia prima, equipos, información y tecnología para operar y controlar la producción del Complejo Industrial COMAYMA, R. L. Buscando la mejor combinación de estos recursos mediante la aplicación de diversas herramientas y metodologías propias de la ingeniería, este tiene a su cargo un asistente de sistemas de producción de tipo administrativo y un asistente operativo.

Figura 2. **Organigrama área de producción**



Fuente: Complejo Industrial COMAYMA R. L. Masagua, Escuintla.

- Jefe financiero

Subordinado al gerente general, las funciones del jefe financiero se basan en dos aspectos principales: la inversión y el financiamiento.

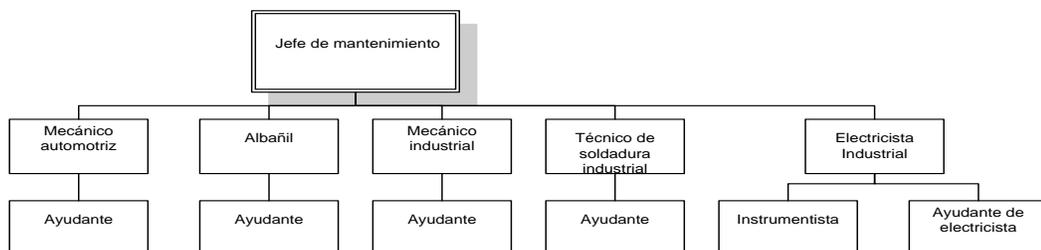
Estos, aunque opuestos, son complementarios, entre sus atribuciones está buscar y evaluar opciones de inversión, adquisición de equipos, mejorar a la planta, entre otros; con las que pueda contar la Cooperativa Integral de Producción COMAYMA, R. L. Teniendo en cuenta cuál presenta un mayor

beneficio o rentabilidad para la Cooperativa, y qué elección permitirá recuperar el dinero en el menor tiempo posible, así como sus fuentes de financiamiento.

- Jefe de mantenimiento

Subordinado al gerente general es el responsable del mantenimiento del equipo de producción, montacargas y vehículos, además de las instalaciones físicas del Complejo Industrial de producción COMAYMA, R. L. Entre sus funciones están: realizar y controlar los mantenimientos tanto preventivos como correctivos que se presenten, contando con el recurso humano capacitado y herramientas para tal fin, realizar las requisiciones de insumos o repuestos, gestionar la contratación de proveedores de servicios externos para la reparación de equipos especiales.

Figura 3. **Organigrama área de mantenimiento mecánico**



Fuente: Complejo Industrial COMAYMA, R. L. Masagua, Escuintla.

- Jefe de control de calidad

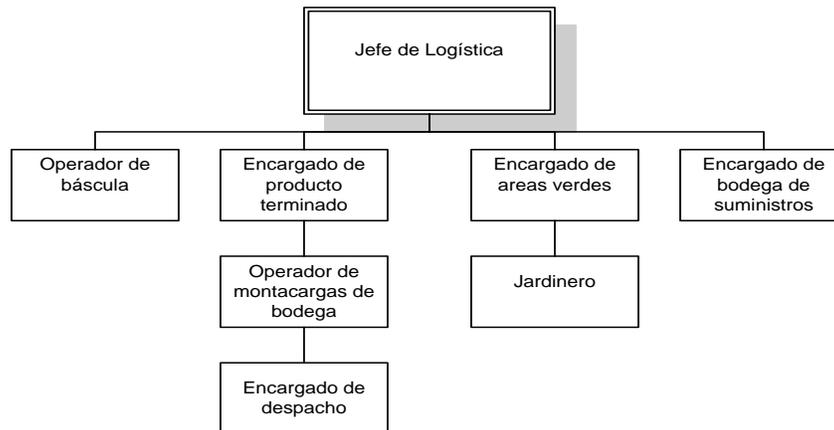
Su función es asegurarse que los concentrados que se elaboran en la Cooperativa cumplan con los estándares o requisitos necesarios para dar productos de alta calidad, está subordinado al gerente general.

También es el responsable de la realización de las pruebas necesarias al producto terminado, como también a las materias primas para verificar que cumplan los requisitos nutricionales, de envase y empaque de los mismos, apoyar en el cumplimiento de las exigencias de buenas prácticas de manufactura, en la planificación, orientación y coordinación de las actividades del personal de control de calidad a fin de lograr los objetivos de la Cooperativa.

- Jefe de logística

Bajo las órdenes del gerente general se encarga del proceso de la logística, el cual consiste desde el almacenamiento de producto terminado a granel y en saco hasta los diversos procesos para que el producto sea entregado a los socios y clientes en general, tiene a su cargo otras tareas, como lo es el mantenimiento estético y bodega de suministros, los cuales le rinden informes diarios de las labores encomendadas.

Figura 4. Organigrama área de Logística



Fuente: Complejo Industrial COMAYMA, R. L. Masagua, Escuintla.

1.4.6. Valores

“Los valores morales y éticos son muy importantes en la Cooperativa estos son: la integridad, la responsabilidad, la lealtad, la seguridad, la eficiencia, la economía y el orden”⁴.

1.5. Productos

La planta elabora alimento para aves y cerdos en presentaciones de harina y producto peletizado, entre los que se encuentran los siguientes:

- Línea de aves de engorde: *broiler* (engorde), inicio *broiler*, fin *broiler*.
- Línea de aves ponedoras: levante, inicio pollita, crecimiento polla, desarrollo polla.
- Línea de ave ponedora en piso: fase 1, fase 2, fase 3.

⁴ Departamento de Recursos Humanos COMAYMA R, L.

- Línea de ave en jaula: PBC (ponedora bajo consumo), ponedora bajo consumo 1, ponedora bajo consumo 2.
- Línea de cerdos: crecimiento cerdos, desarrollo cerdos, finalizador cerdo, marrana lactancia, marrana gestación.

Todos los productos obedecen a varios factores, como pueden ser.

- Nivel vitamínico
- La fase o la edad del animal (medida en días o semanas)
- Peso del animal
- Tipo de producción de huevo (comercial o reproductor)

La mayor parte de la producción de concentrado es para ponedoras de huevo comercial, como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Línea de ave ponedora en jaula



Fuente: Avícola Pamaxán, San Antonio Suchitepéquez, Suchitepéquez.

1.5.1. Materia prima empleada

Las materias primas empleadas para la elaboración de alimento balanceado para animales están compuestas por diferentes granos, harinas, minerales, vitaminas, suplementos y líquidos, tanto nacionales como importados, estos últimos por no encontrarse en el medio.

- Granos: maíz (nacional o importado), frijol de soya, estos son la principal fuente de energía y proteínas, además su alta digestibilidad, la hacen idóneo en la formulación de concentrado balanceado.
- Harinas: harina de soya, harina DDGS (grano de destilación de maíz), pulimento de arroz, afrecho, salvadillo, harina de hueso, harina de atún, frijol de soya procesado, estas tienen la finalidad de ayudar al desarrollo, metabolismo, y nutrición.
- Minerales: calcio fino, calcio grueso, sal, estos prácticamente tienen la finalidad de ayudar directamente a la producción del huevo en aves o crecimiento en los cerdos además de ser buenos retenedores de agua.
- Suplementos: vitaminas, aminoácidos, antibióticos, desparasitantes, estos ayudan al ave o cerdo al correcto funcionamiento fisiológico.
- Líquidos: melaza diluida, grasa animal, tienen la finalidad de proporcionar energía, además de facilitar la absorción de vitaminas.

1.5.2. Proceso de producción

En la elaboración de los diferentes concentrados para consumo animal, las materias primas utilizadas se dividen en macromezclas y micromezclas las primeras generalmente necesitan un proceso de transformación y estas constituyen el mayor porcentaje del concentrado, en el caso de las micromezclas, estos están constituidos por vitaminas, medicamentos, minerales y otros aditivos

que, por secreto de formulación, se omiten y estos constituyen un porcentaje inferior del concentrado.

El maíz en grano es convertido en harina por medio del proceso de molienda este proceso es realizado por un molino de martillo de 150 caballos de fuerza, la granulometría acorde a especificaciones de producción, luego es transportado y depositado en una tolva de maíz molido, este constituye un macroingrediente debido a que su utilización corresponde a un porcentaje mayor del 50 por ciento del total de la formulación para la elaboración del concentrado.

Otra materia prima importada, como macroingrediente es el frijol de soya, también tiene un proceso de transformación la cual consiste en convertirlo en harina por un molino de martillo de 50 caballos de fuerza y cocer la molienda con un molino de extrusión y vapor, posteriormente a este proceso se transporta a una tolva de soya que lo almacenará, para posteriormente ser utilizado en la mezcla.

El destilado de maíz (DDGS), también se considera un macroingrediente, este es adquirido en el mercado local y almacenado en una bodega plana, al momento de su utilización es llevado a una tolva por medio de transportadores y elevadores de cangilones.

La melaza con un grado de pureza del 100 por ciento es procesada por medio de dilución con agua en un tanque, el proceso tarda 1 hora y después es conducida a su tanque de espera por medio de una bomba, toda la tubería es de acero inoxidable para evitar contaminación.

A estas materias primas se les conoce como macroingredientes porque forman el mayor porcentaje de la mezcla.

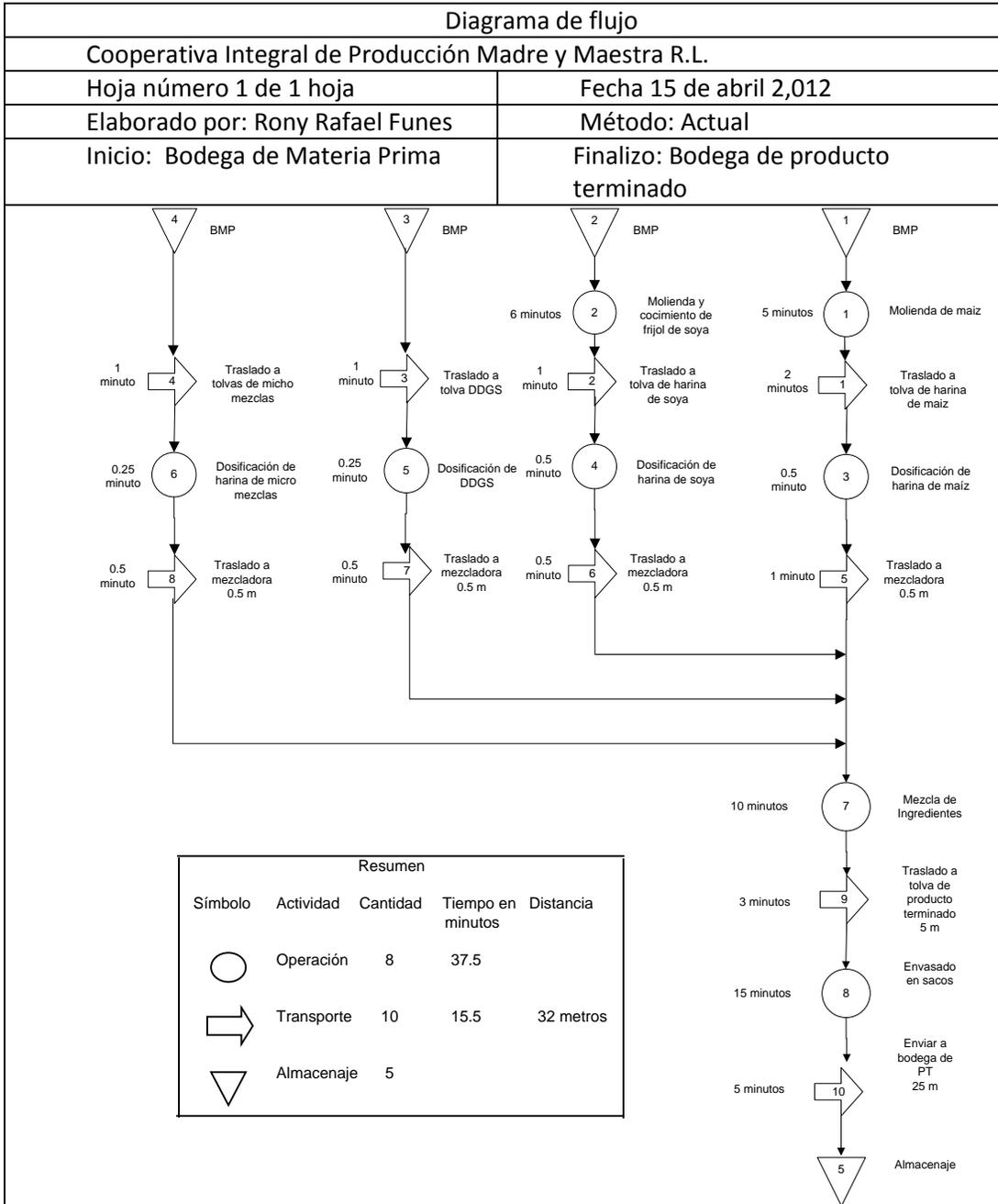
Todos los macro y microingredientes se encuentran en tolvas de espera, en la parte superior de una mezcladora estos son dosificados y pesados en báscula, luego trasladados por medio de transportadores helicoidales, asimismo, los líquidos en sus respectivos tanques de espera. Estos ingredientes forman la mezcla para elaborar el concentrado e ingresan a la mezcladora en cantidades específicas de acuerdo a la fórmula requerida por el socio o clientes en general, la mezcla para llegar a ser homogénea tiene un periodo de mezclado de 10 minutos por *batch*.

Seguidamente, el concentrado es transportado por elevadores a tolvas de producto terminado con la finalidad de ser ensacado en costales de polipropileno de 100 libras o ser despachado a granel en camiones cuyo destino final serán las granjas avícolas de los socios o clientes en general en distintos puntos del país.

El concentrado a granel es llevado a tolvas por medio de un elevador de cangilones, antes de ser despachado en los camiones graneleros es pesado con una báscula digital en *batch* en función del producto, cada camión tiene compartimientos que no permiten la mezcla del mismo, por lo consiguiente cada vehículo granelero, puede transportar más de un tipo de concentrado.

Todo vehículo que transporta concentrado en saco o granel cumple con los requisitos de bioseguridad, con la finalidad de evitar contaminación por químicos, biológica, y físicas como objetos metálicos u orgánicos.

Figura 6. Diagrama de flujo para elaboración de concentrado



Fuente: elaboración propia.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA BANDA TRANSPORTADORA PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA DE DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO

2.1. Diagnóstico de la situación actual

Para la elaboración del análisis de la situación actual de la cooperativa es importante fundamentarlos con herramientas administrativas pertinentes y con una metodología científica que ayudará a su comprensión.

Se analizarán las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, con la finalidad de identificar variables que ayudarán a crear estrategias.

2.1.1. Análisis Foda

El transcurso de evaluación de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, se están considerando factores económicos, tecnológicos, políticos, sociales y tendencias de los mercados entre otros, para recopilar la información necesaria se efectuarán entrevistas a los asociados y con el estudio de los acuerdos suscritos por parte del Gobierno de Guatemala y la Asociación Nacional de Avicultores, este análisis nos llevará a crear las estrategias necesarias para alcanzar los objetivos trazados en la Cooperativa Integral de Producción Madre y Maestra, R. L.

Tabla I. **Lista plana de factores Foda**

Fortalezas	Debilidades
Respaldo financiero	Falta de inversión para la adquisición de equipos
Amplias instalaciones	Carencia de integración en programas de mantenimiento
Personal calificado para la producción de la Cooperativa	Necesita una mayor fuerza de venta y publicidad
Precios bajos en productos	Pérdida de mercado por logística deficiente
Conocimiento y experiencia en el sector	Baja seguridad industrial
	Variedad de productos limitado
Oportunidades	Amenazas
Aumento en la demanda en el mercado nacional	Aumento en los precios de los insumos
Políticas de estado favorables a la avicultura nacional	Empresas con mayor diversificación de productos de consumo animal.
Interés de agropecuarias departamentales en la comercialización de los productos	Condiciones climáticas
Oportunidad de crecimiento en el mercado	Disposiciones legales municipales que afectan la operación logística de la flota granelera.
Reconocimiento en el mercado por sus productos de alta calidad	

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Matriz Foda**

<p style="text-align: center;">Factores internos</p> <p style="text-align: center;">Factores externos</p>	<p>Lista de fortalezas F1. Respaldo financiero F2. Amplias y modernas instalaciones F3. Personal profesional y calificado F4. Precios bajos en el mercado F5. Conocimiento y experiencia en el sector avícola y porcino</p>	<p>Lista de debilidades D1. Falta de inversión para adquisición de equipos D2. Carencia de integración en programas de mantenimiento D3. Carencia de mercadeo y publicidad D4. Pérdida de mercado por logística deficiente D5. Carencia en programas de seguridad industrial</p>
<p>Lista de oportunidades O1. Aumento en la demanda del mercado nacional O2. Políticas de estado favorables a la avicultura nacional O3. Oportunidad de crecimiento en el mercado O4. Cooperativa reconocida a nivel nacional por sus productos de calidad</p>	<p>FO (maxi-maxi) Estrategia de aprovechar las fortalezas para beneficiarse de las oportunidades.</p> <p>1. Diseñar e implementar nuevo equipo para aumentar la productividad (F1, F2, F3, O1,O3)</p>	<p>DO (mini-maxi) Estrategia de minimizar las debilidades y maximizar las oportunidades.</p> <p>1. Aumentar la eficiencia de despacho de producto terminado (O1, O2, O3, O4, D1, D3, D4)</p>
<p>Lista de amenazas A1. Aumento en los precios de los insumos A2. Empresas con mayor diversificación de productos de consumo animal A3. Adversidad en las condiciones climáticas A4. Restricciones en horarios de circulación de flota de vehículos granelera</p>	<p>FA (maxi-mini) Estrategia de aprovechar las fortalezas y minimizar las amenazas.</p> <p>1. Implementar un plan de mejora continua en los procesos de despacho de producto terminado (F3, A3, A4)</p>	<p>DA (mini-mini) Estrategia para minimizar tanto las debilidades como las amenazas.</p> <p>2. Implementar programas de mantenimiento para aumentar la disponibilidad de equipos (D2, D4, A3, A4)</p>

Fuente: elaboración propia.

- Análisis Foda por función sustantiva
 - Oportunidades
 - O1. El aumento en la demanda se ha incrementado de forma sustancial debido al crecimiento del mercado local.
 - O2. En agosto 2013, representantes del Gobierno y la Asociación Nacional de Avicultores (Anavi) suscribieron acuerdos importantes que beneficiarían tanto al consumidor final como a la industria avícola.
 - O3. Debido a las políticas de estado en lo concerniente al control aduanero se beneficia la demanda en el mercado local.
 - O4. El reconocimiento a nivel nacional de los productos de alta calidad que elabora la Cooperativa es de vital importancia en el medio avícola y porcino.
 - Amenazas
 - A1. El aumento de los insumos utilizados en la elaboración de concentrado es un fenómeno que se observa de manera periódica.
 - A2. En el medio agropecuario se necesitan de alimentos balanceados para consumo animal variados y la Cooperativa solo elabora para el mercado avícola y porcino.

- A3. El Complejo Industrial de la Cooperativa Madre y Maestra R, L está ubicada en una zona costera donde el clima es desfavorable para ciertas actividades relacionadas al despacho de producto terminado.
- A4. Los horarios de restricción de circulación de vehículos de más de 3.5 toneladas impuestos por varias municipalidades afecta negativamente la logística en la distribución de concentrados.
- Fortalezas
 - F1. El respaldo financiero es una ventaja que posee la Cooperativa debido a que cuenta con socios en diferentes negocios de capital privado y reconocidos en el país.
 - F2. COINCO cuenta con amplias y modernas instalaciones y cercanas a zonas de desembarque de materias primas.
 - F3. La Cooperativa cuenta con personal altamente capacitado y profesional.
 - F4. El precio de los productos que elabora COMAYMA R. L. es de los más bajos en el medio.
 - F5. Debido a que se dedica únicamente a producir concentrados para el sector avícola y porcino le ha dado amplia experiencia en el medio.

- Debilidades

D1. El enfocar sus esfuerzos en el traslado de la planta de producción les ha debilitado en la adquisición de nuevos equipos para aumentar la eficiencia.

D2. La falta de integración en los programas de mantenimiento ocasiona falta de eficacia en los programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

D3. Actualmente no posee un departamento de mercadeo y publicidad.

D4. La logística deficiente ocasiona problemas a los socios y clientes en general.

D5. No se cuenta programas de seguridad industrial.

- Estrategias

- Maxi-maxi (fortalezas y oportunidades)

Diseñar e implementar nuevo equipo para aumentar la eficiencia de despacho (F1, F2, F3, O1, O3).

- Maxi-mini (fortalezas y amenazas)

Implementar un plan de mejora continua en los procesos de despacho de producto terminado (F3, A3, A4).

- Mini-maxi (debilidades y oportunidades)

Aumentar la eficiencia de despacho de producto terminado (O1, O2, O3, O4, D1, D3, D4).

- Mini-mini (debilidades y amenazas)

Implementar programas de mantenimiento para aumentar la disponibilidad de equipo (D2, D3, A3, A4).

2.1.2. Diagrama de Pareto

Debido a que todo el procedimiento de despacho de producto terminado en sacos es el que se analizará para una posterior mejora, se tomarán los factores que afectan de manera directa.

El estudio de estos factores es medible en el tiempo, y conlleva un análisis minucioso y exhaustivo, se realizará de manera aleatoria para no incidir en el resultado. Por la naturaleza del estudio se eligió el diagrama de Pareto, que brinda información precisa con respecto a qué problemas y en qué porcentaje afectan el tiempo de despacho de manera directa en la atención al cliente en el Complejo Industrial.

Como primer paso en la atención a un comprador está la recepción en garita en donde se debe identificar con los guardias de seguridad con la finalidad de llevar un control interno, y además de proporcionar a los ocupantes de cada vehículo un equipo de protección personal.

Seguidamente en sala de ventas en donde se brinda una atención personalizada a los socios y clientes en general, en lo referente a los productos, así como realizar las órdenes de pago y despacho por compra de los mismos.

Todo vehículo que requiera cualquier tipo de concentrado deberá pasar a báscula previo a dirigirse a zona de bodega para ser despachado.

En el área de Bodega se procede a asignar la zona de parqueo para el despacho de producto terminado, se cuenta con 9 colaboradores para atender las órdenes de entrega, este procedimiento se realiza de manera manual con la ayuda de un montacargas y una transpaleta hidráulica según se requiera.

Los resultados obtenidos, (apéndice 1), muestran que el tiempo cronometrado se necesitan de 79 minutos para atender un pedido de 200 quintales de concentrado y el 76,49 % de este tiempo representa la actividad de despacho en bodega de producto terminado el 11,08 % del tiempo lo representa la atención en la sala de ventas el 6,58 % del tiempo total lo representa la atención en garita, y por último el 5,85 % del tiempo lo representa la atención en báscula, consultar apéndice 1.

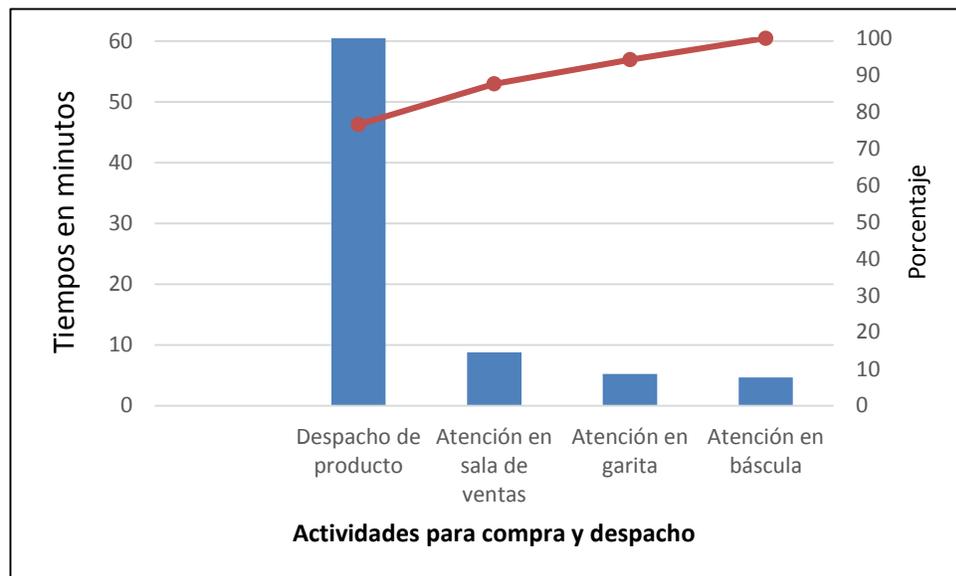
Tabla III. Resultados de toma de datos

Factores	Tiempos de espera promedio en minutos	Minutos acumulados	Porcentaje representativo	Porcentaje Acumulado
Despacho	60,50	60,50	76,49	76,49
Sala de ventas	8,77	69,27	11,08	87,56
Atención en garita	5,21	74,48	6,58	94,15
Atención en báscula	4,63	79,11	5,85	100,00

Fuente: elaboración propia.

Con los datos obtenidos se procede a elaborar un gráfico de Pareto, para realizar un análisis adecuado de los datos obtenidos y qué actividad es la que se debe mejorar.

Figura 7. Diagrama de Pareto



Fuente: elaboración propia.

Con base en los datos obtenidos se observa que de los cuatro problemas la atención en báscula de pesaje requiere menos tiempo, seguidamente está la atención en garita, luego aumenta sensiblemente la atención en sala de ventas, la que mayor tiempo requiere es el despacho de producto terminado en bodega, esta actividad requiere diversos procedimientos, resaltando la carga manual con la ayuda de un montacargas, este proceso dificulta la atención a los socios y clientes en general, formando un cuello de botella, por lo que se afirma que este problema afecta un alto porcentaje el despacho de producto terminado.

2.2. Situación actual de despacho en bodega de producto terminado

Actualmente, se despacha el producto para dos tipos de vehículos, independientemente de su capacidad de carga. El primero sin ningún tipo de carrocería, éste no requiere de estibadores solo de montacargas, el segundo tipo de vehículo puede ser con furgón, o con algún tipo de carrocería y este tipo de vehículo ya requiere de estibadores y un transpaleta hidráulico según el vehículo.

En el procedimiento para la carga del vehículo, sin ningún tipo de carrocería, se necesita de la preparación de la zona de carga, asignación del espacio de parqueo a utilizar, contemplando la seguridad del personal involucrado en dicha tarea. El despacho consiste en el traslado con montacargas de tarimas con 40 sacos de concentrado estibado, desde la bodega directamente al vehículo, sin ser necesaria la intervención de estibadores para dicha tarea. Este suele tener tiempos cortos de espera, ya que el procedimiento no hace necesaria la intervención de personal.

Figura 8. **Vehículo sin carrocería**



Fuente: Complejo Industrial COMAYMA, R. L. Masagua, Escuintla.

Para el segundo tipo de vehículo se requiere más tiempo y trabajo, ya que es necesario un procedimiento más laborioso, y además presenta dificultades adicionales como el tipo de carrocería y el clima. Es necesario hacer notar que si está lloviendo no se puede despachar y en días soleados la temperatura llega a alcanzar los 41 grados centígrados.

Se observa, actualmente, tiempos relativamente largos de espera, en parte se deba a que no es un suministro de sacos continuo, y esto debido a la asignación de diversas tareas a los montacargas simultáneamente, produciendo tiempos de paro a los estibadores en los vehículos de carga.

Figura 9. **Montacargas con producto**



Fuente: Complejo Industrial COMAYMA, R. L. Masagua, Escuintla.

El procedimiento consiste en preparar la zona de carga de producto, observando la seguridad del personal involucrado, luego es necesario la

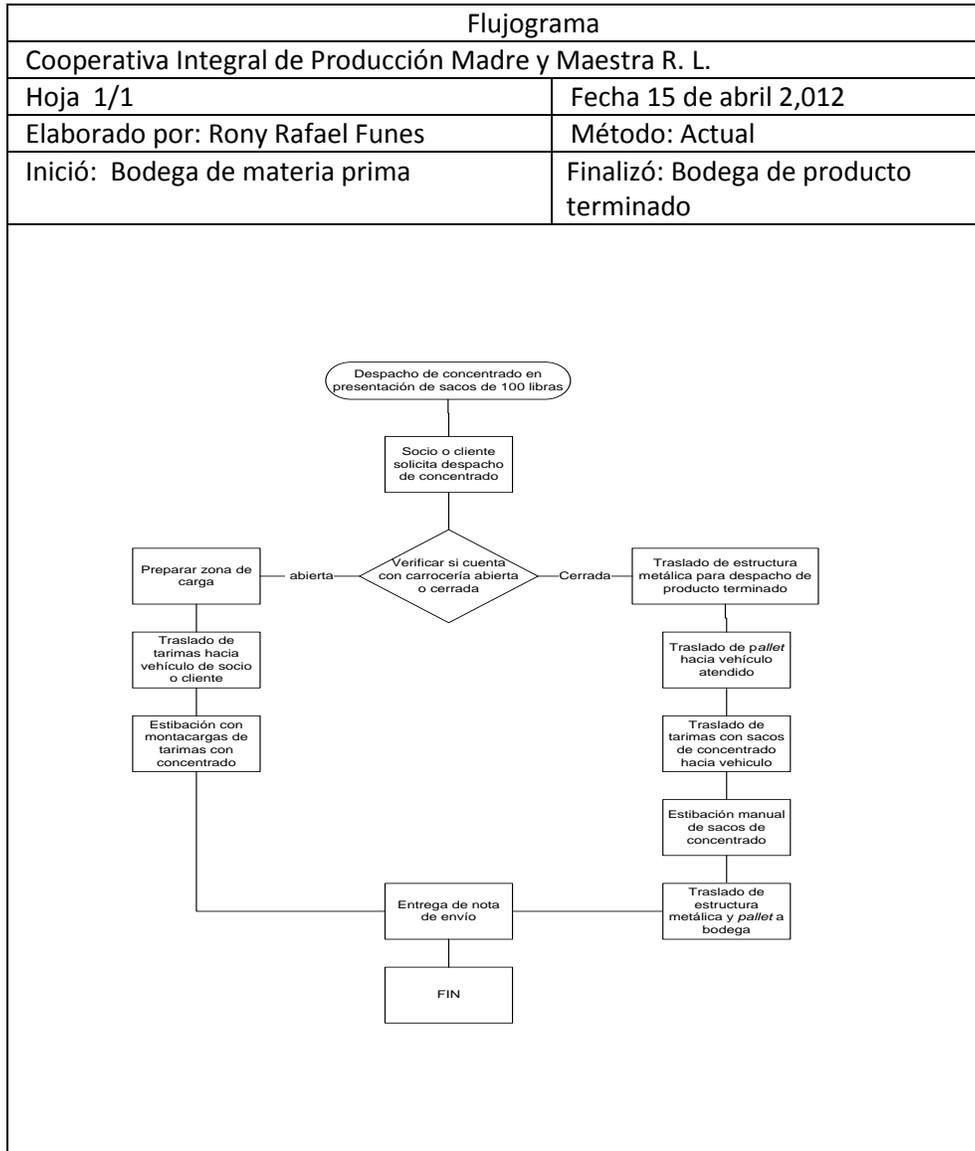
utilización de un transpaleta hidráulico, si el vehículo es con carrocería con más de 20 pies de largo, para trasladar la tarima con 40 sacos de concentrado hacia el fondo de la carrocería. Seguidamente se procede a estibar de manera manual cada saco, según indicaciones del cliente. Para esta tarea se necesitan 3 colaboradores. Una vez se llenó la carrocería con el producto a más de la mitad de la misma se hace necesaria la ayuda de una plataforma metálica para colocar las tarimas para su despacho final, finalizada la tarea se procede a tapar el producto con una lona vinílica o cierre de compuertas.

Figura 10. **Vehículo con carrocería**



Fuente: Complejo Industrial COMAYMA, R. L. Masagua, Escuintla.

Figura 11. Flujograma de carga de vehículos



Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Toma de tiempos

Con la autorización del gerente de operaciones se efectuará un estudio de tiempos estándar con la finalidad de calcular la velocidad actual de despacho, se tomarán datos de manera aleatoria, por observación directa, con los socios y clientes en general que lleguen a comprar concentrado, con la técnica vuelta a cero para cada actividad, un aspecto fundamental para este estudio es que los colaboradores ya dominan a la perfección el proceso de carga de concentrado en sacos, conlleva mucho movimiento, cuya duración y repetitividad son altas, sin interferir en el estándar de despacho ya implementado en el Complejo Industrial de la Cooperativa COMAYMA, R. L. Para dicho estudio se contemplan 3 semanas para los despachos de 200 quintales.

Tomando en cuenta que los colaboradores ya están capacitados en cuanto a uso de equipo de protección personal y técnicas de levantamiento de pesos, se realizará dicho estudio con mayor facilidad, las herramientas proporcionadas por la administración de la Cooperativa será, un cronómetro para dicha labor, y también un formato en Excel impreso para llevar dichos registros

El propósito en la toma de tiempos es notar qué factores son los que afectan de manera más sensible el despacho de producto terminado, en el Complejo Industrial de la Cooperativa Integral de Producción Madre y Maestra R. L.

No se toman en cuenta los factores propios de la región, como las condiciones climatológicas, por ejemplo, si la temperatura ambiente puede afectar el rendimiento en el personal a cargo en la estibación de carga en los vehículos, o si en el momento del despacho llueve o que haya algún paro en producción por corte de energía eléctrica.

Se compilarán los datos en un formulario donde se detallará el nombre del cliente y el tiempo para ser atendida una orden de despacho, la preparación de la zona de carga, el traslado de las tarimas con producto y el tiempo para la estibación de los sacos.

Los pasos a seguir para calcular el tiempo estándar se describe a continuación:

- Elegir el grupo de trabajo: éste se realizó en conjunto con el jefe de Bodega.
- Identificar el inicio y el fin de las actividades: se observaron las actividades por ciclos con la finalidad de determinar un inicio y final de cada actividad.
- Determinar el número de ciclos a observar: en función del tiempo que duraba la actividad.
- Se utilizó el método de Westinghouse para calificar el desempeño de los involucrados en las actividades del despacho como la habilidad, esfuerzo, condiciones, consistencia.
- Para el cálculo de suplementos se tomó la decisión de prescindir de ellos, debido a que no es un flujo de sacos continuos.

Cálculo de tiempo normal = tiempo cronometrado X factor de calificación (Westinghouse).

Para el cálculo del tiempo estándar se calculan las concesiones estas basadas por las condiciones climáticas, esfuerzo repetitivo, fatiga, entre otras. Se tomó el siguiente criterio debido a que el montacargas se tarda en regresar con

otra tarima de concentrado y durante ese tiempo los estibadores no realizan ninguna actividad, no se les da concesiones, lo que da como resultado.

Tiempo estándar = tiempo normal + concesiones

El cálculo de tiempos estándar para cada actividad se encuentra en los apéndices 1 al 6, los datos se presentan en la tabla IV de resumen, a continuación.

Tabla IV. **Resumen de tiempo estándar**

No	Actividad	Tiempo en mm:ss
1	Verificación	0:53
2	Preparación de zona de carga	5:59
3	Traslado de concentrado	20:43
4	Estibación	23:52
5	Finalización	1:19
	Tiempo para costos	52:46

Fuente: elaboración propia.

Lo que da como resultado una velocidad de carga equivalente de:

$$\text{Velocidad de carga} = \frac{\text{Cantidad de sacos estibados}}{\text{Minutos totales para estibar cierta cantidad de sacos}}$$

$$\text{Velocidad de carga} = \frac{200 \text{ Sacos}}{52,75 \text{ minutos}} = 3,79 \frac{\text{sacos}}{\text{minuto}}$$

2.3. Manejo de materiales

Desde el punto de vista de las relaciones con los trabajadores se deben eliminar o minimizar a su máximo posible las situaciones de peligro o actos inseguros durante las jornadas laborales, esto para que el trabajador a través de un buen manejo de materiales tenga un rendimiento acorde a las necesidades de la Cooperativa, es por ello que, la seguridad de los colaboradores debe ser lo más importante para la organización, ya que ellos deben sentir un ambiente laboral tranquilo, seguro y confiable libre de todo peligro. Puesto que, si no hay seguridad en la empresa los trabajadores se arriesgarían por cada operación a realizar a un mal manejo de materiales podrían causar lesiones permanentes graves, incluso la muerte que conllevaría un costo humano y económico para la organización, por lo que es necesario un análisis con un enfoque en el mejoramiento del manejo de materiales.

2.3.1. Ergonomía en el levantamiento de cargas pesadas

En la manipulación manual de cargas interviene el esfuerzo humano tanto de forma directa (levantamiento, colocación) como indirecta (empuje, tracción, desplazamiento). Incluye la sujeción con las manos y con otras partes del cuerpo, como la espalda, y lanzar la carga de una persona a otra.

Cuando en tareas de manipulación de cargas, sobrepasa la capacidad física o estas tareas sean repetitivas, pueden producir lesiones en la espalda. El levantamiento, manejo y transporte de cargas está asociado a una alta incidencia de alteraciones de la salud en este sentido (tirones musculares, lumbalgia, entre otros).

Los factores fundamentales que influyen de manera directa en la aparición de estos tipos de lesiones son los siguientes:

- La magnitud de los esfuerzos (masa y volumen de carga)
- La frecuencia de los esfuerzos
- La postura al realizar el esfuerzo

Figura 12. **Levantamiento de cargas**



Fuente: PARRA, Héctor. http://www.enfoqueocupacional.com/2013_03_01archive.html.

Consulta: 1 de septiembre de 2014.

2.3.1.1. Medidas preventivas

En el manejo de materiales, como norma general, es recomendable manipular las cargas cerca del cuerpo, a una altura comprendida entre la altura de los codos y los nudillos, ya que de esta forma se disminuye la tensión en la zona lumbar.

Examinar la carga antes de manipularla, localizar zonas que puedan resultar peligrosas en el momento de la estibación.

Figura 13. **Máximo de carga**



Fuente: PARRA, Héctor. <https://portal.uh.es/portal/page/portal/GP>

Consulta: 1 de septiembre de 2014.

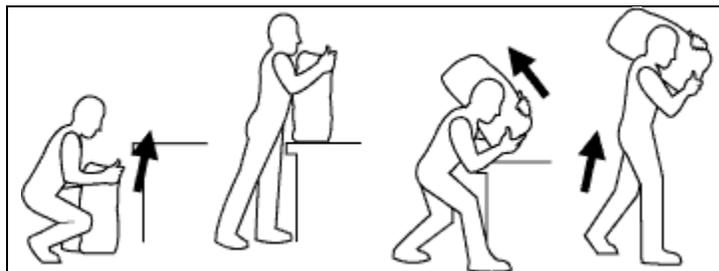
Actualmente se procede a la carga de los camiones de forma independiente en los colaboradores, tomando un saco con masa de 100 libras levantando toda la carga desde la tarima hasta la altura del hombro y este procedimiento se realiza de forma repetitiva hasta completar la carga del vehículo.

Otro factor que afecta considerablemente al colaborador es el calor extremo que se experimenta dentro de los furgones cerrados, sometiéndolo a un estrés excesivo durante el proceso de carga a los estibadores.

Para mejorar el manejo de materiales se recomienda lo siguiente.

- Transportar la carga a la altura de la cadera y lo más cerca posible del cuerpo, si el traslado se realiza con un solo brazo, hay que evitar inclinaciones laterales de la columna.

Figura 14. **Estibación de sacos**



Fuente: Centro canadiense de seguridad y salud ocupacional.

<http://www.ccsso.ca/oshanswers/ergonomics/mmh/sacks.html>.

Consulta: 1 de septiembre de 2014.

- Evitar los trabajos que se realizan de forma continuada en una misma postura. Promover la alternancia de tareas y la realización de pausas, que se implantará en función de cada persona y del esfuerzo que exija el puesto de trabajo.

2.4. Resultados de la eficiencia de despacho de producto terminado

Para la carga de un vehículo sin carrocería se necesitan de 3 colaboradores, un montacargas con su operador, un transpaleta hidráulico y una estructura metálica para asentar la tarima con producto terminado, en el análisis del estudio de tiempos estándar analizado en el capítulo 2.2.1. muestra como resultado que se despachan 3.79 sacos de concentrado cada minuto.

Cada grupo de trabajo está conformado por 3 colaboradores para realizar la tarea de despacho, con un sueldo de Q 71,40 por día de labores, esto conduce a los siguientes cálculos para verificar la inversión en las labores de despacho.

Tabla V. Salario mensual

Especiación de ingreso	Cantidad en quetzales
Salario ordinario mensual	Q 2 142,00
Bonificación de ley	Q 250,00
Total	Q 2 392,00

Fuente: elaboración propia.

Como política administrativa de la Cooperativa Integral de Producción COMAYMA R. L. se les concede a los colaboradores su pasivo laboral al momento de retirarse de la empresa por renuncia.

Tabla VI. Total de salarios percibidos por año

Especificación de salario	Cantidad en quetzales	Cantidad de salarios por año	Subtotal
Salario mensual	Q 2 392,00	12	Q 28 704,00
Aguinaldo	Q 2 142,00	1	Q 2 142,00
Bono 14	Q 2 142,00	1	Q 2 142,00
Pasivo laboral	Q 2 142,00	1	Q 2 142,00
Total percibido			Q 35 130,00

Fuente: elaboración propia.

Ahora se procede a calcular la inversión por cada minuto que transcurre de labores con la finalidad de deducir la eficiencia actual.

$$\text{Inversión} = 3 \text{ colaboradores} \times 35\,130,00 \frac{\text{quetzales}}{\text{año}} = 105\,390,00 \frac{\text{quetzales}}{\text{año}}$$

La conversión equivale a un costo de Q 0,83 por cada minuto de labores.

Los resultados de los gastos inquiridos por la Cooperativa Madre y Maestra R. L. indican que se requiere una inversión de Q 0,83 cada minuto para estibar 3,79 sacos de concentrado, lo que refleja una eficiencia de:

Eficiencia = obtenido / inversión

$$\text{Eficiencia} = \frac{3,79 \text{ sacos/minuto}}{0,83 \text{ Quetzales/minuto}} = 4,56 \text{ sacos/quetzal}$$

La eficiencia indica que se invierte un quetzal para estibar 4,56 sacos de concentrado.

2.5. Propuesta de mejora de despacho de producto terminado en bodega de almacenamiento

Con el objetivo de aumentar la eficiencia de despacho se plantea implementar una máquina, que beneficie la labor de carga de producto terminado en sacos.

2.5.1. Objetivo

Diseñar e implementar una banda transportadora para aumentar la eficiencia de despacho de producto terminado.

2.5.2. Alcance

La cooperativa ha logrado avances importantes en su producción, asimismo alcanzado altos estándares de calidad en sus procesos, pero los cambios en el medio avícola exigen mayores resultados.

Con base a los resultados es de suma importancia este tipo de proyectos para beneficiar de manera directa a los asociados y clientes en general, con el despacho de sus productos de una manera más eficiente y rápida. Este también beneficiará en la modernización de la planta en la aplicación de nuevos equipos que ayuden a reducir los costos en el despacho de producto terminado.

2.5.3. Metodología del trabajo

Las acciones encauzadas tienen la finalidad de diseñar la banda de transporte de producto terminado así como el diseño del puesto de trabajo serán las siguientes:

- Recolectar toda la información básica necesaria para determinar las necesidades reales en el despacho de producto terminado.
- Analizar los lugares donde se hará el montaje del nuevo equipo tomando en cuenta la disponibilidad de espacio.
- Determinar las funciones o tareas de la máquina para realizar el diseño de la misma para satisfacer la demanda.
- Determinar las funciones de los grupos de trabajo.
- Determinación de equipo de protección personal para los colaboradores acorde al área de trabajo.

2.5.3.1. Diseño de banda de carga

El aumento significativo en la demanda de concentrado debido al crecimiento del mercado nacional hace necesario el diseño e implementación de una máquina que modernice y aumente la velocidad de carga de concentrado, esto a su vez beneficiará en los costos y atención a los socios y clientes en general.

- Criterios de diseño

En el diseño de la banda transportadora se están tomando los siguientes criterios:

- Facilidad de fabricación
- Mantenimiento y reparación sencillo
- La facilidad de operación
- Bajo costo
- Empleo de materiales y elementos comerciales de fácil adquisición
- Seguridad

La facilidad de fabricación de la banda transportadora es uno de los más importantes, esto debido a la amplia experiencia de los técnicos, de igual manera el mantenimiento no sería inconveniente a la parte operativa por contar con bandas similares en la planta, su bajo costo es de igual manera importante, tomando en cuenta que algunas piezas y materiales a utilizar se encuentran en bodega, además es importante que la máquina no represente inconvenientes con la seguridad industrial.

Como beneficios indirectos se reflejará la mejora de las condiciones actuales de trabajo para los colaboradores del área de Despacho de la Cooperativa, se obtendrá una ventaja competitiva en el mercado al contar con un proceso de carga más eficiente veloz y moderna sin afectar el medio ambiente.

Para el diseño de la banda transportadora es de considerar el espacio físico como un factor decisivo, ya que éste restringe el tamaño de la banda transportadora, además, las condiciones climáticas de la región hacen necesario la protección de la máquina para su óptimo funcionamiento.

Para tener un aumento significativo en la eficiencia y velocidad de estibación en el despacho de sacos de concentrado ésta deberá suministrar 15 sacos por minuto, con esto se pretende aumentar significativamente la velocidad de carga y contar con la misma cantidad de colaboradores.

La estructura de la maquina será de acero tipo A1020, según la nomenclatura AISI, por sus propiedades de gran soldabilidad que satisfaga la Norma ASTM A36 (anexos 3, 4 y 5), tendrá como base viga L de 3 pulgadas por 3 pulgadas que tendrá la capacidad para sostener los demás elementos de la maquina en conjunto.

“Acero de bajo carbono, blando, responde bien al trabajo en frío y al tratamiento térmico de cementación. Tiene un alto índice de soldabilidad, y por su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para elementos de maquinaria y usos convencionales de baja exigencia”⁵.

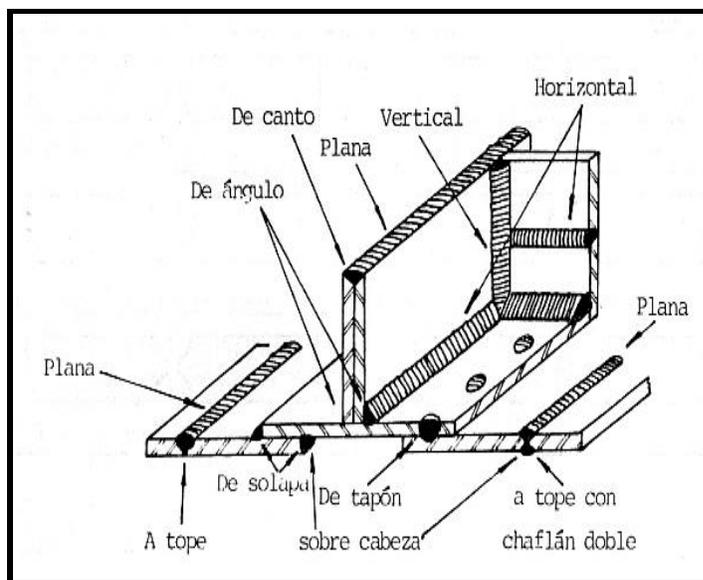
⁵ Aceros Bravo. <http://www.acerosbravo.cl/productos-pro.php?idcat=2&idpro=20>.

Consulta: 1 de septiembre de 2014.

La base tendrá dimensiones de 8 metros de largo por 1 metro de ancho anclada a la superficie del suelo de concreto con pernos de anclaje y tornillos de grado 5, debido a la alta vibración de la estructura cuando se encuentre en funcionamiento.

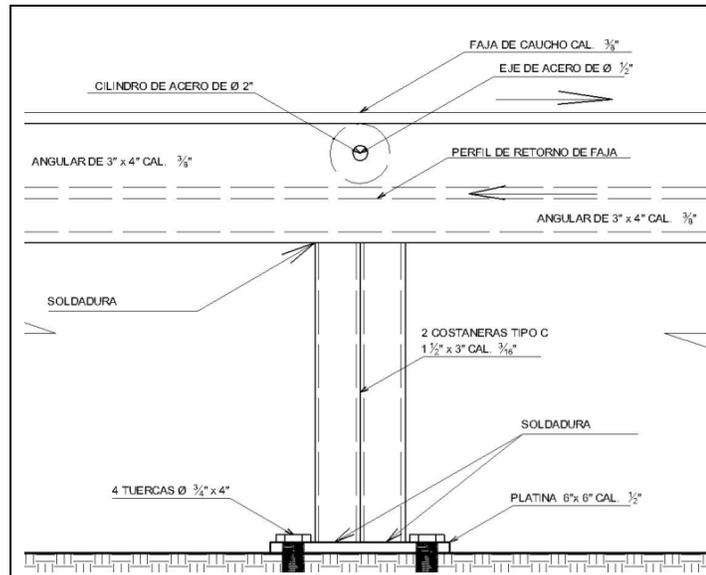
La soldadura para la unión de piezas será homogénea, por fusión con arco eléctrico tipo horizontal, vertical y sobre cabeza, el electrodo tipo E 6013 para ambas polaridades de penetración ligera, según la Norma AWS (anexo 4).

Figura 15. Tipos de soldadura



Fuente: MONTANA, Carlos. <http://carlosmontanaef.blogspot.com/2012/02/tipos-de-soldadura-por-arco-electrico.html>. Consulta: 1 de septiembre de 2014.

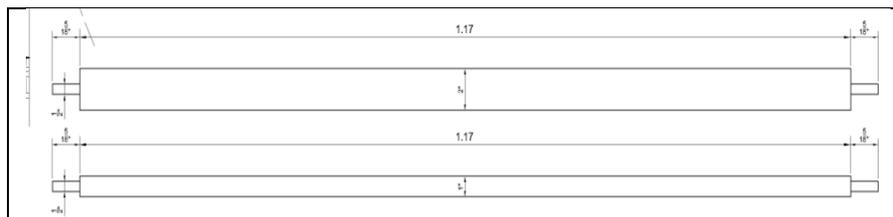
Figura 16. Vista lateral de sección base



Fuente: elaboración propia.

Los rodillos guías de trabajo tendrán dimensiones de 2 pulgadas de diámetro por 1,2 metros de largo de acero al carbono acero tipo A1020 según la nomenclatura AISI según la Norma ASTM A36 (anexos 3 al 5), con cojinetes lubricados de bola rígida en las puntas con un eje de 0,5 pulgadas de diámetro.

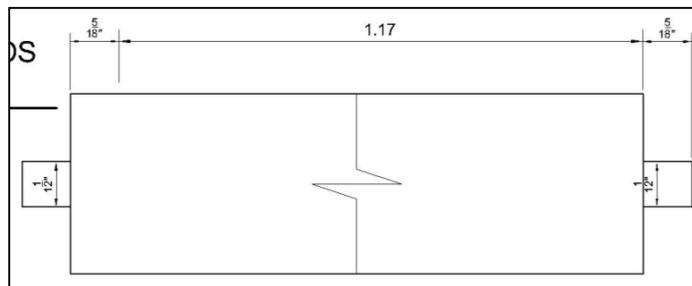
Figura 17. Rodos guías



Fuente: elaboración propia.

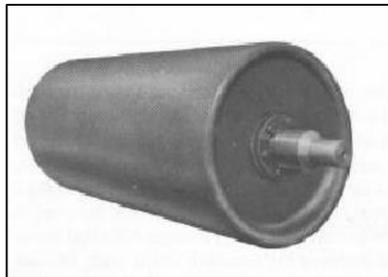
Los tambores que se necesitan son uno motriz que será el encargado de transmitir potencia mecánica a la banda y otro de tensión de banda, tendrán dimensiones de 12 pulgadas de diámetro por 1,2 metros de largo con eje de 1 pulgada y cojinetes lubricados de bola rígida en las puntas.

Figura 18. **Rodo conductor**



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Tambor de tensión de banda**

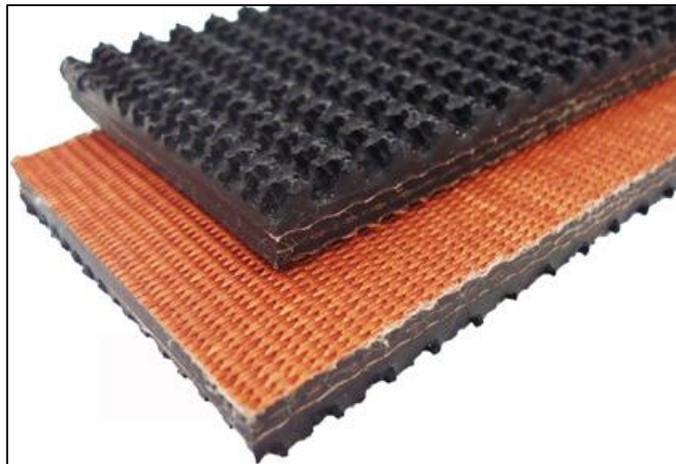


Fuente: *Manual Cema*. <http://www.academia.edu/5681752/Manual->. Consulta: 9 de septiembre de 2014.

En una banda transportadora el esfuerzo por el trabajo varía a lo largo de la misma, para este caso tendrá un requerimiento de poder cargar los sacos de concentrado en todo el trayecto horizontal de esta.

El material más utilizado para bandas transportadoras que resista el impacto y rotura, así como un peso reducido es la de tejido de poliéster y poliamida EP que tiene la característica que es impermeable alta resistencia a la tensión y por ser de uso inclinado en una parte de la misma, será de tipo *rough top* que es la adecuada para productos como equipajes, paquetes, sacos debido a que su superficie rugosa brinda un coeficiente de fricción alto, además resiste vibraciones y golpes según las Normas DIN 22.102 el tipo de recubrimiento que se necesita será estándar tipo Y (anexo 8), debido a que el producto a transportar no es abrasivo, el empalme para unir la banda será de tipo mecánico de placa articulada.

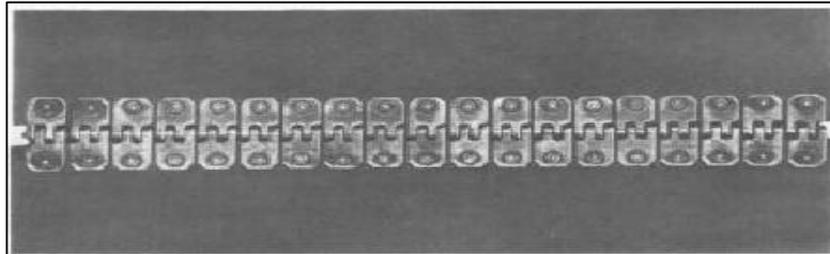
Figura 20. **Banda *Rough top***



Fuente: *Manual Cema*. <http://www.scoutbelting.com/b23.html>.

Consulta: 2 de septiembre de 2014.

Figura 21. **Empalme mecánico tipo placa articulada**



Fuente: *Manual Cema*. <http://www.academia.edu/5681752/Manual-Cema>.

Consulta: 9 de septiembre de 2014.

La banda transportadora debe ser capaz de movilizar 15 sacos por minuto; es necesario hacer notar que el ritmo de producción no afecta porque son actividades independientes. La Gerencia estima que el aumento de producción en los próximos 5 años será de un 20 %, por lo que deberá suministrar al menos 18 sacos por minuto.

$$\frac{18 \text{ quintales}}{1 \text{ minuto}} \times \frac{1 \text{ toneladas}}{20 \text{ quintales}} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = \frac{54 \text{ toneladas}}{1 \text{ hora}}$$

$$\frac{18 \text{ sacos}}{1 \text{ minuto}} \times \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} \times \frac{0,9 \text{ metros}}{1 \text{ saco}} = \frac{0,27 \text{ metros}}{\text{segundos}}$$

Para dejar un espacio entre cada saco de concentrado se toma el criterio de dejar la velocidad de la banda en 0,4 metros/segundo.

- Cálculo de la potencia teórica

La potencia se obtiene con el método analítico de bandas del Manual de Pirelli, Cema y Bridgestone.

La banda transportadora consta de un tramo horizontal y uno inclinado de una pieza, por lo que es necesario el cálculo de tres fuerzas.

- Para mover la banda sin carga/vacío (F1)
- Para mover los sacos (F2)
- Para mover de forma vertical los sacos (F3)

La fuerza está representada en *Kgf*, que es la fuerza ejercida sobre una masa de un kilogramo de masa por la gravedad estándar en la superficie terrestre (9,80665 m/s²).

La ecuación para calcular la fuerza para mover la banda sin carga/vacía es:

$$F1 = f \times q1 \times (I + In)$$

Donde

f = coeficiente de fricción

$q1$ = densidad lineal del tejido de la banda (kg/m)

I = proyección horizontal

In = $60 - 0,2L$

L = largo de la banda (m)

In es un suplemento ficticio el cual indica el incremento de la distancia entre ejes.

La ecuación para calcular la fuerza para mover los sacos (F2) es:

$$F2 = f \times q2 \times (I + In)$$

Donde

f = coeficiente de fricción

q_2 = densidad lineal del material transportado (kg/m)

I = proyección horizontal (m)

In = $60 - 0,2L$

L = largo de la banda

La ecuación para mover los sacos verticalmente (F3) es:

$$F3 = \frac{QH}{36V}$$

Donde

Q = flujo del material por hora (ton/hora)

H = altura de la banda (m)

V = velocidad de la banda (m/s)

La potencia teórica (P) se obtiene con la ecuación siguiente:

$$P = (Ft \times v \times 0,9863) / 75$$

Donde las variables

Ft = la suma de las fuerzas $F1 + F2 + F3$

V = velocidad de la banda en m/s

Por la exigencia del trabajo y la carga se toma la decisión de utilizar una banda EP 315 polyester-nylon, con base en este dato se encuentra la densidad lineal con la siguiente ecuación.

Figura 22. Ecuación de peso lineal

Cálculo Peso/M de la banda	
Banda Textil	$Gg \text{ (kp/m)} = B \cdot (1,2 \cdot E + PI \cdot Z)$
Banda Metálica	$Gg \text{ (kp/m)} = B \cdot (1,2 \cdot E + Pm)$
Cg (kp/m) = peso de la banda B (m) = ancho de banda E (mm) = espesor total de los recubrimientos PI (kp/m ²) = peso por m ² de cada lona (tabla B ₂) Z = número de lonas Pm (kp/m ²) = peso por m ² de los cables y goma intermedia (tabla B ₁)	

Fuente: Tambores rotrans. <https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/52524/mod.../rodillos-rotrans.pdf?>. Consulta: 11 de septiembre de 2014.

Donde según tabla de Bridgestone (anexos 9)

$$B = 500 \text{ mm}$$

$$E = 9 \text{ mm}$$

$$PI = 11,2 \text{ kg/m}^2$$

$$Z = 3 \text{ telas}$$

$$q_1 = 0,5m \left(1,2 \times 0,009m + 11,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 3 \right) = 16 \text{ kg/m}$$

Según el Manual de Pirelli (anexo 10), el coeficiente de fricción para banda y metal = $f = 0,5$.

Tomando en cuenta que el peso mayor del producto es de 46 kg y su dimensión lineal más pequeña es de 0,8 metros se calcula la densidad lineal del material q2.

$$q2 = \frac{W}{a} = \frac{46 \text{ kg}}{0,8 \text{ m}} = 57,50 \text{ kg/m}$$

Se calcula la fuerza para mover la banda sin carga/vacía (F1)

$$F1 = 0,5 \times 16 \text{ kg/m} \times (8 \text{ m} + 60 - 0,2 \times 8 \text{ m}) = 531,20 \text{ kgf}$$

Se calcula la fuerza para mover los sacos de concentrado (F2)

$$F2 = 0,5 \times 57,5 \text{ kg/m} \times (8 \text{ m} + 60 - 0,2 \times 8 \text{ m}) = 1\ 909,00 \text{ kgf}$$

Para el caso de la fuerza tres (F3) se toma a consideración que los camiones son del tipo T-3 S2, según el reglamento vigente de control de pesos y dimensiones y sus combinaciones, por lo que su altura máxima permitida es de 4,15 metros (anexo 10), se necesitan elevar la carga 2,5 metros al nivel del suelo, considerando que deberá mover 54 toneladas por hora a una velocidad de 0,4 metros/segundo.

$$F3 = \frac{54 \frac{\text{ton}}{\text{h}} \times 2,5 \text{ m}}{36 \times 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 9,37 \text{ kgf}$$

La potencia teórica (P) se obtiene de la ecuación siguiente:

$$P = \frac{Ft \times v \times 0,9863}{75}$$

Donde la fuerza total es $F_1+F_2+F_3$.

Calculo de la potencia teórica:

$$P = \frac{2\,449,57 \times 0,4 \times 0,9863}{75} = 12,8 \text{ HP}$$

- Potencia del motor

Los mecanismos para conectar el motor con el tambor que moverá la banda transportadora son la caja reductora, banda polea, y engranajes. Estos mecanismos para transmisión de potencia generan pérdidas que deben ser consideradas, además se debe calcular la eficiencia del motor.

La eficiencia de la transmisión está dada para reductor de engranes helicoidales, doble reducción en un 94 % (anexo 11) y para motores eléctricos varía entre 85 y 95 % considerando una eficiencia baja se elige un 85 %.

$$P_m = \frac{P}{\varepsilon \times \varphi}$$

Donde

P = potencia teórica

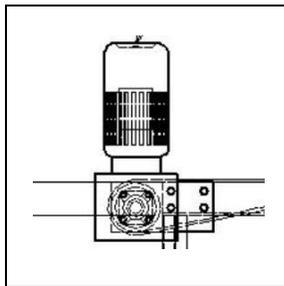
ε = eficiencia de la transmisión

φ = eficiencia del motor

$$P = \frac{12,8}{0,95 \times 0,85} = 15,8 \text{ HP}$$

Con base en los cálculos anteriores se toma la decisión de utilizar un motor eléctrico marca Sumitomo de 20 HP trifásico.

Figura 23. **Motoreductor**



Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta que el costo por minuto no cambia (inciso 2.4.) debido a que el número de colaboradores será el mismo queda en Q 0,83 por minuto, pero se aumenta considerablemente la velocidad de carga, esto conlleva un aumento en la eficiencia.

Eficiencia = resultados obtenidos / recursos invertidos

$$\text{Eficiencia de la nueva propuesta} = \frac{18 \frac{\text{sacos}}{\text{minuto}}}{0,83 \frac{\text{Quetzales}}{\text{minuto}}} = 21,6 \text{ sacos/quetzal}$$

La eficiencia anterior indica que, por cada quetzal que se invertía se obtenía un beneficio de estibar 4,56 sacos con esta nueva máquina se obtiene un beneficio de estibar 21,6 sacos por cada quetzal invertido, lo que refleja un aumento significativo en la eficiencia.

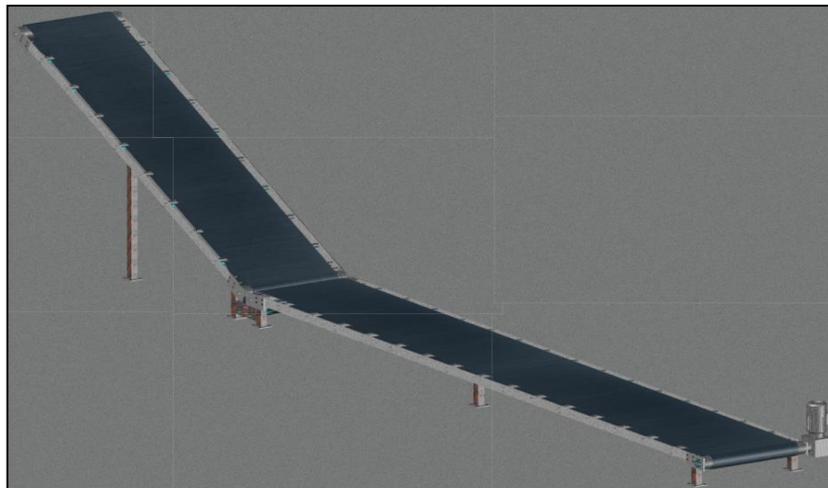
Tabla VII. **Eficiencias**

Comparación de eficiencias	
Eficiencia anterior	3,79 sacos/quetzal
Eficiencia propuesta	21,60 sacos/quetzal

Fuente: elaboración propia.

Se tiene una eficiencia mejor con la propuesta en 17,89 sacos/quetzal.

Figura 24. **Banda transportadora**



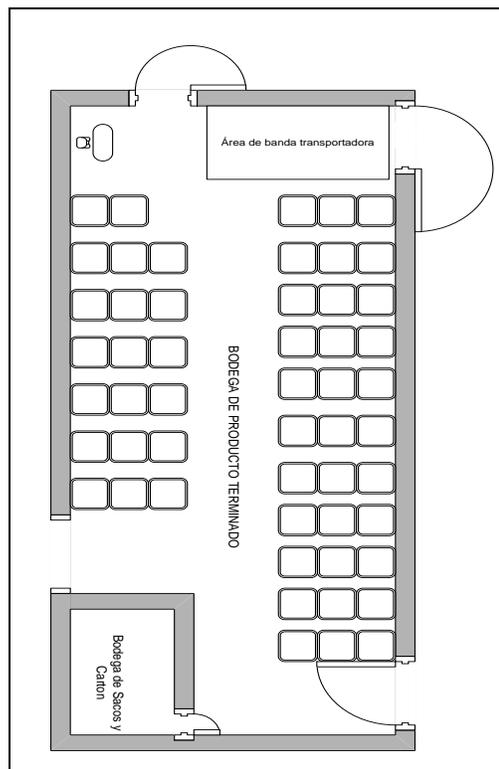
Fuente: elaboración propia, empleando Autocad 2010.

- **Ubicación de la banda transportadora**

La banda transportadora se ubicará en la parte posterior de la bodega de producto terminado, este lugar es el adecuado para el despacho del mismo, ya que cuenta con una puerta que conecta el patio de carga con la bodega, también se tiene el beneficio que no afecta el tránsito de personas, así también el paso

de los montacargas queda expedito y cuenta con líneas de corriente trifásica para conectar la máquina, esto facilita la distribución de equipo y almacenamiento de los distintos concentrados que se elaboran en el Complejo Industrial.

Figura 25. **Plano de ubicación de banda transportadora**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

2.5.3.1.1. Plan de mantenimiento preventivo

La finalidad de este plan de mantenimiento es prevenir la ocurrencia de fallas en la banda transportadora de sacos de producto terminado en la bodega de almacenamiento y todos sus componentes.

Para llevar a cabo dicho plan se implementarán programas de mantenimiento de tipo eléctrico y mecánico, siendo responsable directo el jefe de Mantenimiento, y la Gerencia velará por el cumplimiento, asignando los recursos necesarios en dichos programas.

Para realizar las tareas de mantenimiento se asignará personal altamente calificado, y capacitado con equipo, herramientas y suministros necesarios para llevarlo a cabo, cumpliendo con las normas de seguridad industrial establecidas en el complejo.

- Objetivo general

Implementar programas de mantenimiento preventivo, en el cual se puedan implementar tareas planificadas para su realización de forma periódica.

- Objetivos específicos

- Elaborar una calendarización de todas las actividades concernientes a los trabajos de mantenimiento, que quedarán documentados.
- Asegurar la continuidad en las labores de despacho de producto terminado en la bodega de producto terminado.
- Capacitar al personal operativo en cuanto al correcto uso de la banda transportadora.
- Contar con herramientas administrativas que brinden información oportuna y veraz para realizar los trabajos de mantenimiento.

- Programa de mantenimiento

Una de las primeras actividades será la asignación del personal técnico capacitado para llevar a cabo las tareas de mantenimiento preventivo, al menos una vez por mes, una vez asignado se procede a definir las tareas a ejecutarse, esto con la finalidad de programar dichas tareas de una forma periódica.

Debido a los componentes de la banda transportadora es necesario separar las tareas de mantenimiento eléctrico y mecánico.

Tabla VIII. **Programación de mantenimientos**

Programación de mantenimientos				
		Mantenimiento Eléctrico	Mantenimiento Mecánico	
Mes	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Enero	---	X	X	---
Febrero	---	X	X	---
Marzo	---	X	X	---
Abril	---	X	X	---
Mayo	---	X	X	---
Junio	---	X	X	---
Julio	---	X	X	---
Agosto	---	X	X	---
Septiembre	---	X	X	---
Octubre	---	X	X	---
Noviembre	---	X	X	---
Diciembre	---	X	X	---

Fuente: elaboración propia.

Antes de realizar las tareas de mantenimiento es imprescindible tener la banda transportadora desconectada a fuentes de alimentación eléctrica y contar con el equipo de protección personal.

- Tareas de mantenimiento eléctrico

El mantenimiento eléctrico consistirá en una serie de operaciones de verificación entre las cuales están:

Verificar la intensidad de corriente consumida por el motor con carga estable, en este caso, el motor trifásico deberá mostrar iguales corrientes en las tres fases con una pinza amperométrica, si se aprecian diferencias entre las intensidades de corriente se revisará en bobinado estático.

Controlar la corriente consumida a plena carga para comprobar que el funcionamiento se desarrolle en las condiciones prefijadas, esto debido a que corrientes mayores a la nominal llevan a calentamientos que reducen la vida útil del motor, se deben revisar los contactos de los guardamotors, interruptores, y contactores, reemplazándolos cuando fuere necesario, asimismo, verificar el apriete de todas las conexiones, empalmes y terminales para asegurar que no queden elementos flojos que pueden originar calentamientos, los cuales, incluso podrían provocar el incendio del motor todas estas comprobaciones deberán hacerse cada mes por el Departamento de Mantenimiento Eléctrico.

Realizar de manera rutinaria una vez al mes para detectar o prevenir fallas de los componentes eléctricos.

Los insumos a utilizar por el Departamento Eléctrico consisten en pinza amperométrica, alicate con forro plástico, llaves hexagonales con rangos de 5 hasta 14 milímetros, cinta de aislar de uso industrial, brocha de 3 pulgadas, guantes protectores para electricista.

Tabla IX. **Procedimiento de mantenimiento eléctrico**

Procedimientos para mantenimiento eléctrico de banda transportadora		
Paso	Actividad	Responsable
1	Programación de mantenimiento eléctrico	Jefe de Departamento Eléctrico
2	Asignar personal para tareas de mantenimiento (electricista)	Jefe de Departamento Eléctrico
3	Verificar intensidad de corriente consumida en las 3 fases sin carga	Electricista
4	Verificar intensidad de corriente consumida en las 3 fases con carga	Electricista
5	Revisión de guarda motores	Electricista
6	Revisión de contactos, empalmes, interruptores y aprietes de conexiones.	Electricista

Fuente: elaboración propia.

- **Procedimientos de mantenimiento mecánico**

El mantenimiento de las piezas mecánicas consistirá en una serie de tareas de verificación de ruidos en piezas móviles y lubricación cada principio de mes.

Por ser una máquina con componentes, en su mayoría móviles, es imprescindible tener la banda transportadora desconectada a toda fuente de alimentación eléctrica antes de comenzar las tareas de mantenimiento; entre las cuales estarán:

- La limpieza general contra polvo, ya que este afecta de manera directa la lubricación y movilidad de algunas piezas, esta quedará a cargo de los operarios de la misma, la realizarán de forma rutinaria al iniciar sus labores de despacho.
- Lubricación de chumaceras: esta se hará con una pistola engrasadora y se usará grasa semisólida cada mes, asimismo verificar con un *téster*

de cojinetes los ruidos que este tenga para cerciorarse del correcto funcionamiento.

- La tensión de la banda de caucho: revisar una vez por semana, para evitar fisuras por exceso de tirantez o el deslizamiento entre los tambores tanto el conductor como el conducido.
- Los rodos se verificarán que no presenten rechinos, cojinetes defectuosos, doblez del eje, estos por estar fabricados con cojinetes sellados, su lubricación es de forma permanente, en caso de fallar un rodo deberá ser reemplazado inmediatamente por otro.

Tabla X. **Procedimientos de mantenimiento mecánico**

Procedimientos de mantenimiento mecánico de banda transportadora		
Paso	Actividad	Responsable
1	Programación de mantenimiento mecánico	Jefe de Departamento Mecánico
2	.Asignar personal para tareas de mantenimiento (mecánico industrial)	Jefe de Departamento Mecánico
3	Limpiar de polvo la banda transportadora	Operarios
4	Desconectar la banda de fuente de alimentación eléctrica	Mecánico industrial
5	Lubricación de chumaceras	Mecánico industrial
6	Verificar ruidos en cojinetes	Mecánico industrial
7	Tensión de banda de caucho	Mecánico industrial
8	verificación de rodillos y tambores	Mecánico industrial

Fuente: elaboración propia.

Para llevar un control detallado de todas las tareas anteriormente descritas, se detallarán en una lista de verificación que los técnicos llenarán al realizar un

2.5.3.2. Seguridad industrial

Debido a que la máquina, cuando esté en funcionamiento presentará un peligro alto por su movilidad, por lo que es indispensable tomar las medidas necesarias para minimizar las condiciones inseguras.

Entre las medidas a tomar se encuentran:

- Las capacitaciones previas en lo referente al funcionamiento de la máquina
- Señalización del área de trabajo
- Uso de equipo de protección personal
- Implementación de una zona peatonal
- Establecer un límite de velocidad para los vehículos cercanos a la máquina

2.5.3.2.1. Señalización en el área de trabajo

Dentro de la empresa, la señalización es de vital importancia debido a la gran cantidad de actividades que se desarrollan dentro de las áreas de Despacho de Producto Terminado, es por ello que se eligió la rotulación y señalización peatonal, por ser un medio visual fácil de comprender previa capacitación y por estar normada, es la que se recomienda.

La rotulación deberá ser legible y estar en un área visible, se especificará peligro eléctrico o mecánico, el uso obligatorio de equipo de protección personal y límite de velocidad para los montacargas.

El material y características de los rótulos serán de PVC o material similar que soporte los cambios climáticos, el dibujo deberá estar protegido con capa de vinyl o similar contra ralladuras y deterioro de la pintura, con material adherente sin ningún tipo de soporte para colocarlo en cualquier superficie, para facilitar su visibilidad, las medidas serán de 75 por 150 milímetros y estarán ubicados en las partes cercanas a la máquina para su fácil lectura.

El manejo de los montacargas es una actividad diaria y constante la cual requiere tomar ciertas medidas adicionales, para que su rutina sea segura, entre las cuales están:

- Habilidad por parte del operario del montacargas para manipular el vehículo con y sin carga.
- Contar con la licencia respectiva de parte del conductor, extendida por el departamento de la policía nacional civil.
- La velocidad dentro del Complejo Industrial para los montacargas y vehículos a ser despachados debe de ser 10 kilómetros por hora con luces encendidas.
- Señalización de las áreas peatonales en donde puede circular, sin interferir con el procedimiento del despacho de producto terminado.
- Señalización de área máxima de aproximación a la banda transportadora.

La señalización peatonal será conforme a normas internacionales de la siguiente manera: franjas de 10 centímetros, alternas, con pintura de tipo industrial, amarillas y negras, con una inclinación de 45 grados para zonas

peatonales y, para la banda transportadora, línea amarilla continua de 10 centímetros alrededor de la misma, a una distancia de 1 metro.

Figura 26. **Señalización en zona de trabajo**

Cantidad	Figura	Tamaño	Material	Significado
1		(75 x 150) milímetros	PVC con capa vinílica autoaderible	Zona de paso para vehículos industriales
1		(75 x 150) milímetros	PVC con capa vinílica autoaderible	Uso obligatorio de equipo de protección personal
1		10 centímetros de color amarillo a un metro alrededor de la máquina	Pintura amarilla industrial	Delimitación de la zona segura de la máquina
1		(75 x 150) milímetros	PVC con capa vinílica autoaderible	Riesgo eléctrico

Fuente: elaboración propia.

2.5.3.2.2. **Equipo de protección personal**

El equipo de protección personal incluye todos los aparatos y equipo de protección que el personal operativo, administrativo y visitantes usan para su seguridad dentro del Complejo Industrial COMAYMA R. L. Estos equipos serán

suministrados por la Cooperativa a todos los colaboradores en función de las tareas asignadas, asimismo, a los visitantes se les hará una dotación de equipo de protección a su ingreso en la garita, el cual deberán usar de forma obligatoria en función del área a visitar.

El equipo de protección personal consta de:

- El cinturón lumbar color negro en tallas M y L, fabricado con elásticos industriales y tirantes elásticos de 1 pulgada de ancho, soportes laterales elástico ajustables; este es recomendado para evitar lesiones lumbares por el esfuerzo repetitivo en la carga de producto terminado.
- Botas industriales de cuero con puntera de acero: este tiene la finalidad de proteger al colaborador de caídas de objetos pesados, caminar sobre objetos puntiagudos, contra acciones eléctricas, proteger calor, agentes químicos y resbalones.
- Chaleco reflectivo color naranja: su uso primordial es para seguridad peatonal dentro de las instalaciones donde se realizan actividades de producción y tránsito vehicular.
- Casco protector de color verde fabricado de polipropileno con suspensión interna antialérgica, su objetivo principal es proteger la cabeza de golpes mecánicos, agentes químicos, penetración de objetos punzocortantes, quemaduras, u otros riesgos de naturaleza térmica o eléctrica.
- Los lentes de seguridad fabricados en polímero transparente, antialérgico tienen como objetivo el proteger los ojos de materiales volátiles o

ambientales como virutas, polvo, harinas, astillas de madera, o raspados metálicos, líquidos o reacciones químicas liberadas al aire.

- Tapones para los oídos de material de vinil, antialérgico: estos tienen como finalidad el proteger el canal auditivo para evitar dañar la capacidad de audición, evitando que entre agua, polvo, harinas u otro objeto.
- Mascarillas auto filtrantes para partículas: estas brindan protección frente a niveles altos de polvo, en especial, harinas para la elaboración de concentrado, humo de metales y vapores de pintura.
- Guantes industriales: estos tienen la finalidad de proteger las manos de los colaboradores en el taller de mantenimiento en las labores, como esmerilado, soldadura, manipulación de herramientas eléctricas y mecánicas, asimismo, los colaboradores en el área de Despacho para la manipulación de los sacos.

El equipo de protección personal deberá ser de fácil uso, contar con gran disponibilidad de varios modelos en el mercado, debido a las diversas características físicas de los colaboradores y de buena calidad.

Es imprescindible la colaboración de los supervisores, en el control del uso de los equipos de protección personal.

Figura 27. **Equipo de protección personal**

Figura	Especificaciones	Cantidad
 Cinturón lumbar	El cinturón lumbar color negro en tallas M y L fabricado con elásticos industriales y tirantes elásticos de 1 pulgada de ancho, soportes laterales elástico ajustables.	9 unidades
 Botas industriales	Botas industriales de cuero con puntera de acero tallas diversas.	9 pares
 Chaleco reflectivo naranja	Chaleco color naranja con franja fluorescente de 1 pulgada de ancho de forma horizontal.	9 unidades
 Casco protector	Casco protector de color verde fabricado de polipropileno con suspensión interna antialérgica.	9 unidades
 Lentes industriales	Lentes de seguridad fabricados en polímero transparente, antialérgico, con protección UV que cumpla con Normas ANSI Z80.	9 pares
 Tapones para los oídos	Tapones para los oídos de material de vinil, antialérgico, con cordón trenzado, reutilizables, protección de hasta 95 dB.	9 pares
 Mascarilla autofiltrante	Mascarillas autofiltrantes, retenedoras de partículas, polvos.	9 unidades

Fuente: elaboración propia.

2.6. Costo de la banda de carga de producto terminado

Los costos para implementar la banda transportadora incluyen todos los dispositivos eléctricos y componentes mecánicos tomando en cuenta, precio y respaldo por parte de los proveedores, también, el costo de la energía eléctrica, mantenimiento y mano de obra.

- Costo de energía eléctrica

El precio de la energía eléctrica para el 2013, según datos de INEE, se cotizó en 1,97 Q/Kwh para la distribuidora de Eegsa, uso no social, con tendencias a la baja y el motor estipulado es de 20 Hp.

Cálculo de consumo de energía eléctrica.

$$20 \text{ Hp} \times \frac{0,746 \text{ watts}}{1 \text{ Hp}} \times 7 \text{ horas} = 104,44 \text{ Kwh}$$

$$104,44 \text{ Kwh} \times 1,97 \frac{\text{Q}}{\text{Kwh}} = \text{Q } 205,74 \times 20 \text{ dias} = \text{Q } 4 \text{ 114,93 al mes.}$$

- Costo de mantenimiento

Abarca los insumos utilizados y personal técnico capacitado para realizar los mantenimientos necesarios, estos se realizarán los sábados para no afectar el despacho de producto terminado en su presentación de sacos de 100 libras.

Tabla XII. **Costo de mantenimiento**

Rubro	Cantidad	Total
Mano de Obra	4	Q 800,00
Limpiador de contactos	1	Q 50,00
Lija 400	1	Q 5,00
Cepillo de alambre	1	Q 30,00
Grasa para cojinete	1 libra	Q 10,00
Cinta de aislar	1 rollo	Q 35,00
Wipe	1 libra	Q 20,00
Total		Q 950,00

Fuente: elaboración propia.

2.6.1. Costo de implementación de la banda transportadora

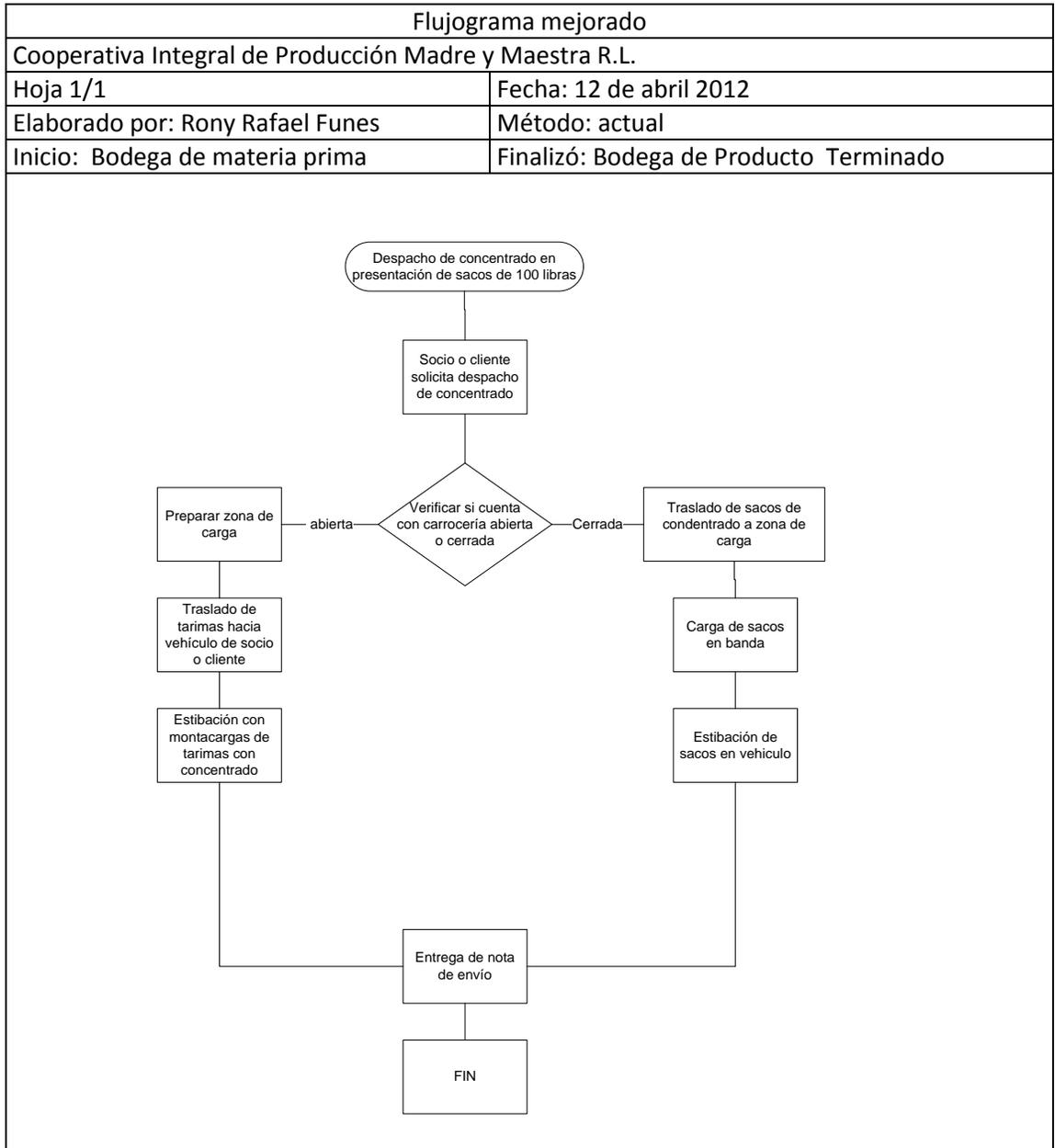
El costo para su implementación implica todo dispositivo eléctrico, mecánico e insumo que se requiera para su elaboración e implementación como se describe en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Costo de elaboración de la banda**

Cantidad	Pieza	Precio unitario	Total
5	Vigas L	Q 1 425,00	Q 7 125,00
1	Banda de caucho	Q 15 000,00	Q 15 000,00
25	Rodos	Q 700,00	Q 17 500,00
1	Moto reductor	Q 15 000,00	Q 15 000,00
25	Metros de cable	Q 8,00	Q 200,00
1	Botonera	Q 1 500,00	Q 1 500,00
1	Contactador	Q 1 200,00	Q 1 200,00
25 libras	Electrodo 1/8"	Q 8,00	Q 200,00
40	Tarugo expansivo	Q 20,00	Q 800,00
2	Mano de obra	Q 8 000,00	Q 8 000,00
5	Galón de pintura	Q 225,00	Q 1 125,00
2	Brochas de 3"	Q 40,00	Q 80,00
2	Galón de <i>thiner</i>	Q 50,00	Q 100,00
3	Señales de seguridad industrial	Q 600,00	Q 600,00
Total			Q 68 430,00

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Flujograma mejorado en las actividades de despacho**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Resumen de tiempos mejorados**

No	Actividad	Tiempo en mm:ss
1	Verificación	0:53
3	Traslado de concentrado a zona de carga	11:56
4	Carga de sacos en banda y estibación en vehículo	14:54
5	Finalización	2:36
	Tiempo promedio	30:19

Fuente: elaboración propia.

Cálculo del tiempo estándar

$$TE = \text{tiempo promedio} \times (1 + \text{suplementos})$$

En este caso se les conceden 5 minutos para refrescarse por las altas temperaturas y la fatiga.

$$TE = 30:19 \times (1+5:00) = 35:19 \text{ minutos}$$

Este nuevo cálculo al compararlo con el anterior (tabla IV) se aprecia que el nuevo proyecto reduce el tiempo de carga en 17:27 minutos.

2.6.2. Fuentes de verificación

Para la banda de caucho fue necesaria la colaboración de Abinsa ubicada en la avenida Petapa 29-42, zona 12.

Para el motor eléctrico, chumaceras y cojinetes, PROSAIN S. A. Ubicado en 35 calle 0-49, zona 8 así también se obtuvo la ayuda de Motores Eléctricos

de Guatemala Sociedad Anónima ubicada en la Calzada Aguilar 45-99 zona 12, ciudad de Guatemala.

Para la estructura de metal Grupo A. P. de Ramírez ubicada en 15 avenida 31-87, zona 5 de la ciudad de Guatemala, la cual se dedica a la comercialización de aceros.

2.6.3. Costos por pérdida de tiempo

Los tiempos de espera relativamente largos representan una pérdida económica a los transportistas como a la Cooperativa Integral de Producción COMAYMA, R. L. Afectando de manera negativa la competitividad de la misma.

De manera directa afecta negativamente a los transportistas, debido a las disposiciones municipales en lo relacionado a la restricción de circulación en determinados horarios.

A la Cooperativa le afecta de forma directa en los costos, cada minuto tiene un costo de Q 0,83 (sección 2.4), por lo que, con la banda transportadora tiene un despacho más eficiente debido a que reduce los tiempos de carga.

- Beneficio/costo

“Es un conjunto de procedimientos analíticos que permiten evaluar y ofrecer alternativas diferentes para tomar la mejor decisión para tratar un problema”⁶.

⁶UNAM. www.facmed.unam.mx/emc/computo/infomedic/presentac/modulo3/. Consulta:

1 de septiembre de 2014.

Donde

$$\text{Beneficio/costo} \geq 1$$

Por ser un método de fácil comprensión y análisis, se tomó la decisión de recurrir a este estudio para evaluar la viabilidad del proyecto, consiste básicamente, entre la relación de los beneficios obtenidos por el nuevo proyecto y los costos de operación.

- Beneficio

La propuesta contempla despachar 7 560 sacos de concentrado diarios con la banda transportadora, anteriormente 1 592 la diferencia es de 5 968 sacos de producto terminado (sección 2.2.1. y sección 2.5.3.1.).

Tomando en cuenta la diferencia de eficiencias (tabla VII) se tiene un ahorro de 17,3 centavos por cada saco y el nuevo costo por cada saco es de 3,84 centavos por saco despachado.

$$\text{Beneficio obtenido} = 5\,968 \frac{\text{sacos}}{\text{día}} \times 0,04 \frac{\text{quetzales}}{\text{saco}} = 229,53 \frac{\text{quetzales}}{\text{día}}$$

Se tiene un beneficio de ahorrar Q 61 975,38 por año en la tarea de despacho de producto terminado y un ahorro de combustible de Q 33 000,00. Por reducirse las labores del montacargas en menos de la mitad del trayecto normal.

- Costo

Tabla XV. **Total de costos anuales**

Rubro	Total anual
Costo de mantenimiento	Q 11 400,00
Energía eléctrica	Q 49 379,16
Total	Q 60 779,16

Fuente: elaboración Propia.

- Cálculo del beneficio/costo

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{Q\ 94\ 975,00}{Q\ 60\ 779,16} = 1,56$$

Se puede observar que resulta un proyecto viable debido que el beneficio costo es mayor a 1.

Análisis en condiciones normales

En la tabla XVI se muestra el flujo de efectivo para 5 años de funcionamiento de la banda transportadora, se elige una tasa del 10 % y es una proyección en condiciones normales.

Tabla XVI. Cálculos de TIR, VPN

Año	0	1	2	3	4	5
Inversión Inicial	-Q 68 430,00	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Mantenimiento preventivo	Q -	-Q 11 400,00				
Mantenimiento correctivo	Q -	Q -	-Q 20 000,00	Q -	-Q 20 000,00	Q -
Energía eléctrica	Q -	-Q 49 379,16				
Ahorro de combustible	Q -	Q 33 000,00				
Ahorro por carga con banda	Q -	Q 61 975,00				
Total	-Q 68 430,00	Q 34 195,84	Q 14 195,84	Q 34 195,84	Q 14 195,84	Q 34 195,84
VPN del flujo		Q29 735,51	Q 11 732,10	Q 25 689,59	Q 9 695,95	Q21 232,93
Recuperación de inversión		-Q38 694,49	-Q 26 962,39	-Q 1 272,79	Q 8 423,16	Q29 656,08
Interés	10 %					
VPN	Q 31 009,94					
TIR	27 %					

Fuente: elaboración propia.

La Cooperativa obtiene un ahorro de Q 31 000,04 esto indica que el proyecto es satisfactorio y se recupera la inversión en 3,1 años, además contribuye a la modernización del equipo de producción, y contribuye a la mejoras de las condiciones laborales, y por lo consiguiente también se obtiene una ventaja competitiva en el medio.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE APLICANDO PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

3.1. Diagnóstico de consumo de combustible

Entre los aspectos a tomar en cuenta para realizar un diagnóstico adecuado, se toma un análisis detallado de todos montacargas en conjunto, para tener una panorámica general de los factores que afectan el consumo de combustible.

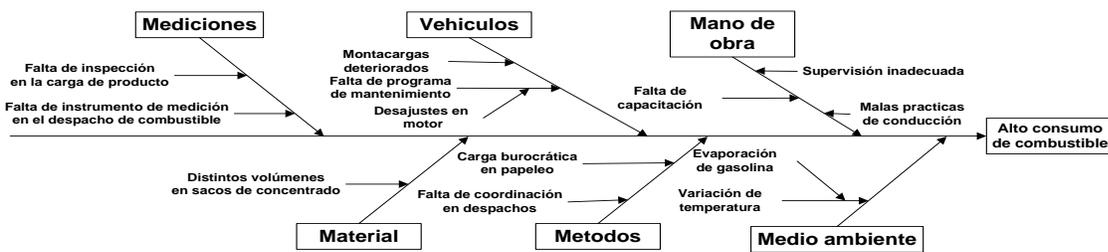
El diagrama causa efecto es una herramienta que ayuda a condensar la información que permitirá identificar el origen o problema con las causas, para su elaboración se toma en cuenta a las partes involucradas en el despacho, los cuales aportan por afinidad una lluvia de ideas, estas se agrupan por similitud de tema y como resultado, la figura.

En este análisis se muestra que: los montacargas son de modelos que van de los años 1980 a 1990, los cuales muestran deterioro por su uso y una carencia en los programas de mantenimiento, la falta de supervisión en la actividad de despacho crea una limitante en la atención al socio o al cliente, en algunas ocasiones se requiere el uso de montacargas en otras áreas del Complejo Industrial y se debe esperar tiempos no especificados, lo que acarrea retrasos en la actividad de despacho, otro factor en la medición es la carencia de un instrumento que cuantifique la cantidad exacta de combustible despachado a cada montacargas, la falta de programas de capacitación al personal operativo de los vehículos se ve reflejado en las malas prácticas de conducción, además,

el cansancio ocasionado por la repetitividad y esfuerzos a los que se ven sometidos los conductores, el medio ambiente es uno de los factores que influye directamente en el consumo de combustible debido a que el calor excesivo hace cambiar el volumen de combustible, la falta de una mejor coordinación y el proceso burocrático para concluir el despacho.

El problema principal analizado para la elaboración del diagrama de Ishikawa fue el alto consumo de combustible que influye de manera directa con los costos de operación, el cual tiene como causa raíz la ausencia de programas de mantenimiento que ocasiona falta de afinación en los motores, por lo que no se logra las eficiencias estipuladas por el fabricante y como efecto, el alto consumo de combustible, esto derivado a las causas que resultan de las mediciones, maquinaria, mano de obra, material, métodos y medio ambiente.

Figura 29. Ishikawa sobre consumo de combustible



Fuente: elaboración propia.

3.2. Procedimientos que impactan en el consumo de combustible

El consumo de combustible en su mayoría se utiliza en el Departamento de Producción y Despacho de Producto Terminado, el resto se utiliza para tareas

como auxiliar a bodega de suministros a descargar insumos y en descarga de materias primas.

Por instrucciones de Gerencia General se abastece una vez al día, llenando el tanque de combustible de cada vehículo por las mañanas al iniciar sus labores diarias, registrando la cantidad exacta que se le suministra al vehículo y anotando de la misma manera la cantidad de horas laboradas el día previo, según el horómetro del vehículo.

Tabla XVII. **Procedimientos para carga de combustible**

Recarga de combustible		
Paso	Actividad	Responsable
1	Solicitar orden de despacho de combustible	Operario de montacargas
2	Entrega de orden de despacho	Jefe de Bodega de producto terminado
3	Dirigirse a bodega de suministros	Operador de montacargas
4	Recepción de orden de despacho de combustible	Jefe de Bodega de Suministros
5	Llenar tanque de combustibles	Jefe de Bodega de Suministros
6	Finalización de despacho y entrega de documentos firmados	Jefe de Bodega de Suministros

Fuente: elaboración propia.

La labor de despacho de producto terminado la realizan 2 montacargas, estos a su vez tienen la labor de prestar auxilio al Departamento de Mantenimiento y a la Bodega de Suministros, cuando se requiere. Los recorridos

de estos es de 50 metros de la bodega de almacenamiento al patio destinado para la carga, de manera repetitiva hasta terminar de suministrar el pedido del socio o cliente.

Cuando es requerido por el Departamento de Mantenimiento los montacargas no recorren distancias considerables, pero su uso se requiere por tiempos relativamente largos. Cuando se requiere para uso en bodega de suministros la distancia recorrida es de 100 metros y se utiliza para descargar estructuras metálicas, planchas metálicas, tubería, entre otros.

Tabla XVIII. **Actividades para la carga de concentrado**

Carga de concentrado		
Pasos	Actividad	Responsable
1	Recepción de orden de despacho	Jefe de Bodega
2	Preparación de la zona de carga	Grupo de estibadores
3	Traslado de tarimas con sacos de concentrado	Operario de montacargas
4	Estibación de sacos de concentrado	Grupo de estibadores
5	Finalización de carga y entrega de documentos	Jefe de Bodega

Fuente: elaboración propia.

Se requiere también la presencia de un montacargas en la bodega plana para suministrar diferentes harinas como DDGS y soya a un transportador que la conducirá a una tolva específica, la cual la almacenará hasta que inicie el proceso de elaboración de la mezcla de concentrado.

Figura 30. **Carga de producto terminado**



Fuente: Complejo Industrial COMAYMA, R. L. Masagua, Escuintla.

Tabla XIX. **Procedimientos que afectan el consumo de combustible**

Núm	Actividad	Vehículo	Responsable
1	Aceleraciones no necesarias	Montacargas, panel, tractor telescópico	Conductores
2	Movilizarse hacia áreas fuera del área de trabajo	Montacargas, panel	Conductores
3	Mantener vehículo encendido innecesariamente	Montacargas, panel, tractor telescópico	Conductores
4	Falta de mantenimiento	Montacargas, panel, tractor telescópico	Jefe de mantenimiento mecánico

Fuente: elaboración propia.

3.2.1. **Estibación de producción en línea de ensaque 1 y 2**

En la línea de ensaque 1 y 2 se estiban con 2 colaboradores de forma manual los sacos de producto terminado, con un contenido de 100 libras en las

presentaciones de producto *pellet* y normal en tarimas de madera con 40 sacos cada una, a una velocidad de 12 sacos por cada minuto regularmente, por lo que se requiere un uso continuo de un montacargas para el traslado de la misma a la bodega de almacenamiento, esta actividad no representa riesgo de contaminación para el producto, con un recorrido de 50 metros a su ubicación final y se traslada de forma continua sin interrupciones a zonas específicas según el tipo de concentrado, no apilando más de 3 tarimas por producto para no dañar el empaque.

Figura 31. **Estibación de sacos línea 1**



Fuente: Complejo Industrial COMAYMA, R. L. Masagua, Escuintla.

Figura 32. **Estibación de sacos línea 2**



Fuente: Complejo Industrial COMAYMA, R. L. Masagua, Escuintla.

Figura 33. **Bodega de almacenamiento**



Fuente: Complejo Industrial COMAYMA, R. L. Masagua, Escuintla.

3.3. Análisis del consumo de combustible

Estos consumos de combustible corresponden, únicamente a los registrados durante los meses de octubre año 2012 a mayo del 2013, y corresponden a promedios mensuales tabulados de forma regular, dichos datos se recopilan con base a vales de combustible por cada despacho, el cual autoriza el jefe del Departamento de Bodega de Producto Terminado, de acuerdo a las necesidades del montacargas.

Se tomaron en cuenta únicamente los consumos de combustible de los montacargas debido a que estos son los que consumen el 95 % de combustible en el Complejo Industrial COMAYMA, R. L. Estos consumos se muestran con tendencia al alza durante periodos de mayor producción o despacho.

Los montacargas con mayor consumo son los utilizados en el despacho de producto terminado con 430 galones en promedio mensual, seguidamente los que tienen utilizados en las líneas de ensaque con 365 galones, y por último con 40 galones los utilizados en la bodega plana.

3.3.1. Tabla de consumo por uso de montacargas

El consumo de combustible está registrado mediante vales de despacho, los cuales se digitan de forma regular en el programa de Excel para formar una base de datos, estos a su vez están segmentados en las áreas donde se utilizan los montacargas para llevar un control preciso del consumo de combustible por área.

Los montacargas cuentan con horómetro, el cual indica las horas de labores en los distintos procesos de carga de producto, materias primas o usos en taller

de mantenimiento, el encargado de llevar el control es el jefe de cada área donde esté asignado un montacargas, estos a su vez presentan reportes al jefe de Operaciones semanalmente, indicando el consumo de combustible, horas de labor, asimismo, el plan de mantenimiento industrial.

Tabla XX. **Consumos de combustible promedio**

Tipo de vehículo	Uso	Promedio de horas laboradas	Galones de gasolina promedio	Horas/galón
Montacargas clark	Despacho de producto terminado	247	210	1,2
Montacargas Yale 1	Despacho de producto terminado	280	220	1,3
Montacargas Yale 2	Línea de ensaque 1	210	180	1,2
Montacargas Yale 3	Línea de ensaque 2	215	185	1,2
Montacargas Yale 4	Bodega plana	50	40	1,3

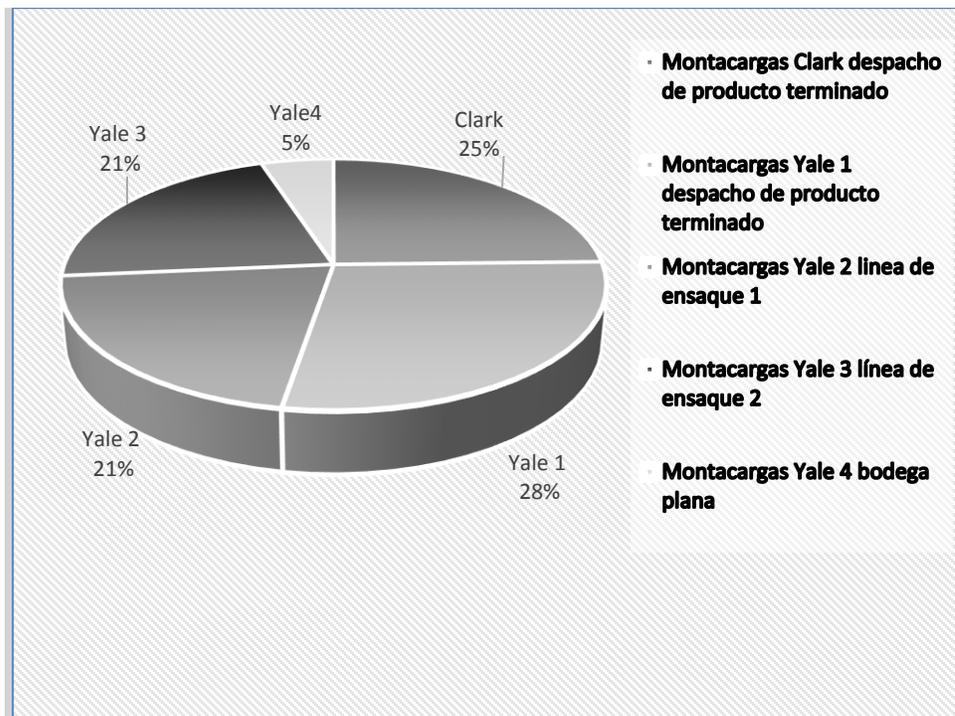
Fuente: Complejo Industrial COMAYMA, R. L. Masagua, Escuintla.

3.3.2. Gráfica de consumo por uso de montacargas

Según los datos obtenidos por la Gerencia General, el consumo de combustible en el despacho de producto terminado corresponde al 53 % del consumo total, el 42 % corresponde a el Departamento de Producción, y con un 5 % el consumo de combustible en el uso del montacargas en la bodega plana

donde su tarea es fundamental es la alimentación de los elevadores de materia prima.

Figura 34. **Gráfica de consumo por uso de montacargas**



Fuente: elaboración propia.

3.3.3. **Tabla de consumo de combustible por mes**

Los consumos de combustible en galones durante el periodo de octubre a mayo del 2013 están basados en datos estadísticos correspondientes a los distintos montacargas con los que cuenta la Cooperativa.

Para satisfacer las necesidades inmediatas de la Cooperativa, en función de las prioridades, se delegan 2 montacargas al área de Producción,

específicamente a las líneas de ensaque, seguidamente 2 montacargas al área de Despacho según la demanda, y uno a la bodega plana.

Tabla XXI. **Consumo de combustible de octubre 2012 a mayo 2013**

Consumo de combustible mensual en galones.						
Mes	Montacargas Clark	Montacargas Yale 1	Montacargas Yale 2	Montacargas Yale 3	Montacargas Yale 4	Total
Octubre	215	210	180	100	40	745
Noviembre	218	200	190	150	48	806
Diciembre	240	220	200	180	60	900
Enero	211	190	160	110	45	716
Febrero	210	201	180	130	50	771
Marzo	216	205	170	115	46	752
Abril	220	203	165	105	60	753
Mayo	230	205	180	125	55	795
Total	1 760	1 634	1 425	1 015	404	6 238

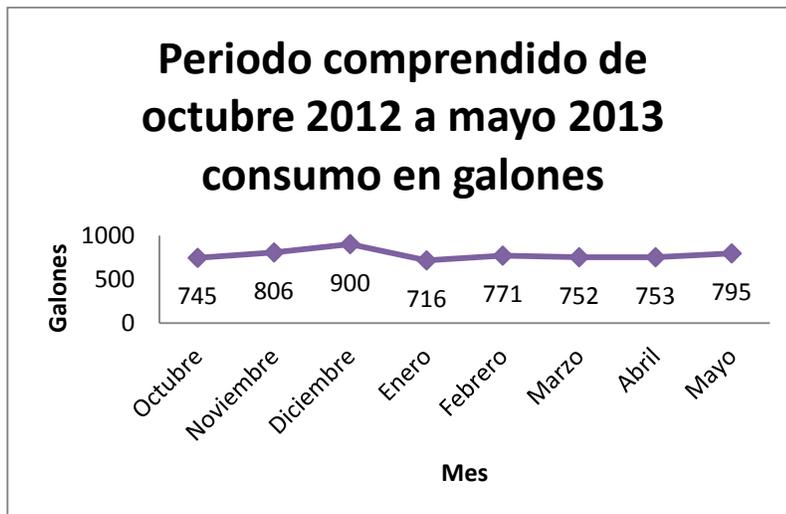
Fuente: Complejo Industrial COMAYMA R. L. Masagua, Escuintla.

3.3.4. Gráfica de consumo de combustible por mes

- Análisis

Según los datos proporcionados por la Gerencia General se puede apreciar que el consumo de combustible es poco variable de un mes a otro, exceptuando el de diciembre por incremento en la demanda, por lo que se puede afirmar con mucha certeza que las mejoras a implementar reflejarán una disminución en el consumo de combustible.

Figura 35. Gráfica de consumo de combustible total



Fuente: elaboración propia.

3.4. Plan

Un factor importante que influye directamente en los costos y que repercute directamente, son los precios a nivel nacional e internacional de los derivados del petróleo, estos presentan oscilaciones muy significativas, motivo por el cual es imprescindible contar con políticas que ayuden a reducir el consumo de combustible dentro del Complejo Industrial COMAYMA, R. L. Además, estas políticas ayudarán a optimizar el uso de energía, en este caso el uso de combustible fósil, y reducir el impacto ambiental: entre las medidas a tomar se encuentra la implementación de un programa de mantenimiento a los montacargas.

3.4.1. Plan de acción para disminuir el consumo de combustible

- **Objetivo**

Lograr una reducción en el consumo de combustible, implementado acciones concretas que ayuden a optimizar el uso de los recursos.

- **Objetivos específicos**

- Implementar un programa de mantenimiento preventivo para montacargas.
- Capacitar a los operadores de montacargas sobre buenas prácticas de manejo para el ahorro de combustible.

- **Metas**

Reducir el consumo de combustible al menos en un 10 %, basándose en la implementación de un programa de mantenimiento preventivo para los vehículos involucrados en el consumo de gasolina.

- **Recursos necesarios**

Parte fundamental del plan de acción son los recursos humanos y económicos adecuados para llevarlo a cabo, es por ello que se deben involucrar de manera directa los operarios de montacargas, los mecánicos automotrices, jefes de mantenimiento mecánico y eléctrico y el gerente de Operaciones, el cual coordinará las acciones necesarias para llevarlo a cabo.

Adicionalmente es necesario verificar el cumplimiento de las metas trazadas a través de listas de verificación o *check list* fidedignos que recopilen información precisa de los mantenimientos realizados a los diferentes montacargas y los insumos utilizados, estas listas estarán a cargo de los mecánicos que realicen los mantenimientos respectivos.

3.4.1.1. Programa de mantenimiento preventivo para montacargas

El mantenimiento preventivo será la realización de actividades ejecutadas para prevenir y detectar condiciones de trabajo que puedan ocasionar interrupción en las labores, averías, y deterioro del equipo, así como optimizar el uso de los recursos.

Este programa deberá ser coordinado entre los Departamentos de Producción, Despacho de Producto Terminado y de Mantenimiento, sin afectar las labores diarias de cada departamento.

Se deberá coordinar con el gerente de Operaciones la adquisición de una computadora para poder llevar un registro detallado de los mantenimientos en una hoja de cálculo en Excel.

Los mantenimientos preventivos y correctivos que se realizarán a los montacargas se llevarán a cabo en el taller del Departamento de Mantenimiento ubicado a un costado de la bodega de suministros del Complejo Industrial COMAYMA, R. L. de forma periódica según especificaciones del fabricante.

- **Actividades**
 - Implementar el uso de bitácora en cada montacargas: en esta se deberá detallar de parte del operador cualquier anomalía en el desempeño del montacargas, así como detallar los resultados del chequeo diario, como nivel de aceite de motor, de líquido de frenos, hidráulico, agua en el radiador, esta a su vez, será verificada por el mecánico del Departamento de Mantenimiento de manera rutinaria.

Tabla XXII. Actividades de chequeo diario

Actividades previas a operación de vehículos		
Paso	Actividad	Responsable
1	Verificar presión de aire en neumáticos	Operario de montacargas
2	Verificar nivel de aceite de motor	Operario de montacargas
3	Verificación de líquido de frenos	Operario de montacargas
4	Verificar agua en intercambiador de calor	Operario de montacargas
5	Apuntar detalladamente los resultados en la bitácora de operario.	Operario de montacargas

Fuente: elaboración propia.

- Cambio periódico de aceite y filtro del mismo y bujías: cada 3 000 kilómetros o 250 horas de uso, esto ayuda a reducir la fricción y mejorar la combustión, por consiguiente, se mejorará la eficiencia del motor.

- El operario contará con un calibrador de llantas, lapicero y bitácora para apuntar los resultados del monitoreo diario.

Tabla XXIII. **Actividades de mantenimiento preventivo a vehículos**

Actividades de mantenimiento a vehículos		
Paso	Actividad	Responsable
1	Cerciorarse que el motor se encuentre sin funcionamiento	Mecánico automotriz
2	Colocar freno de mano y retirar las terminales de batería.	Mecánico automotriz
3	Quitar el tapón del cárter del motor y retirar el aceite usado	Mecánico automotriz
4	Retirar el filtro de aceite usado	Mecánico automotriz
5	Retirar filtro de combustible usado	Mecánico automotriz
6	Retirar filtro de aire para limpieza con aire comprimido.	Mecánico automotriz
7	Colocar el tapón del cárter de motor y colocar filtros de aceite y gasolina nuevos	Mecánico automotriz
8	Llenar al nivel indicado el aceite de motor	Mecánico automotriz
9	Retirar las bujías usadas	Mecánico automotriz
10	Colocar bujías nuevas	Mecánico automotriz
11	Colocar terminales de baterías	Mecánico automotriz

Fuente: elaboración propia.

- Limpieza del filtro de aire cada 8 días y su reemplazo cada 250 horas: es aconsejable limpiarlo con aire comprimido, esto ayuda a que el motor respire de una mejor manera para obtener una mezcla idónea.
- Verificar la afinación del motor cada mes: un motor de combustión interna mal afinado puede llegar a consumir hasta un 30 % más de combustible. Esto consiste en tener un balance adecuado entre la cantidad de aire y combustible cualquier desbalance conducirá a una pérdida o disminución de potencia y, por consiguiente, mayor consumo de combustible.
- Mantener la presión de aire adecuada en los neumáticos (una llanta inflada por debajo de su presión normal aumenta la resistencia al rodaje y, por lo consiguiente, disminuye en un 5 % el rendimiento).

Figura 36. **Llanta de montacargas Yale 1**



Fuente: Complejo Industrial COMAYMA, R. L. Masagua, Escuintla.

Los recursos para elaborar un mantenimiento preventivo serán indispensables para el mismo y estos deberán ser adquiridos de forma anticipada y almacenados en bodega con antelación al servicio, con la finalidad de optimizar tiempos, si fuese necesario adquirir otro repuesto, como la faja de tiempo, algún sensor, mangueras de agua o aceite, filtros, cables de bujías entre otros deberán ser solicitados previo a un chequeo rutinario.

Tabla XXIV. **Recursos para elaborar un *tune up***

Complejo Industrial de la Cooperativa Integral de Producción Madre y Maestra R. L.	
Departamento de Mantenimiento	
Herramienta requerida para servicio.	
Cantidad	Nombre de la herramienta
1	Llave hexagonal 14 mm.
1	<i>Vise Grip</i> de cadena
1	Embudo plástico
1	Boquilla reducida
1	Manguera para aire comprimido
	Aire comprimido
1	<i>Ratch</i> /matraca raíz ½
1	Copa hexagonal núm. 24
1	Depósito para reciclar aceite

Fuente: elaboración propia.

La lista de verificación sirve de instrumento de monitoreo, control y para recordar las los puntos de inspección. Viene a ser un cuestionario de tipo cerrado en la cual se responderá con un Sí o No sobre varios ítems identificados necesarios para realizar el plan de mantenimiento para el ahorro de combustible, donde toda pregunta tendrá carácter representativo.

A continuación se presenta la tabla XXV con la lista verificación en el programa de Excel, para su implementación, que servirá para llevar un registro detallado de los mantenimientos preventivos.

Tabla XXV. **Lista de verificación de vehículos**

Complejo Industrial de la Cooperativa Integral de Producción Madre y Maestra R. L.													
Departamento de Mantenimiento													
Lista de verificación													
Fecha	Tipo de Montacargas	Nivel de líquido de frenos	Nivel de aceite de motor	Revisión y estado de llantas	Revisión de sistema de levante	Revisión de fajas de motor	Revisión de niveles de aceite en transmisión, y caja de velocidades	<i>Tune-up</i>	Engrase general	Revisión del sistema de frenos	Revisión del sistema eléctrico.	Fecha recomendada para próxima revisión.	Nombre del responsable de revisión.

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Costos de la propuesta

Estos costos son variables en el tiempo debido a que los insumos necesarios para los respectivos mantenimientos no son fijos, además, depende de los proveedores de la relación de precios entre los mismos.

Tabla XXVI. **Costos del programa de mantenimiento**

Programa de mantenimiento de montacargas COINCO Periodo comprendido en 250 horas de uso			
Descripción de insumo	Cantidad	Precio por unidad en quetzales	Subtotal
Aceite de motor 20W50	25 Litros	Q 45,00	Q 1 125,00
Filtro de aire	5	Q 250,00	Q 1 250,00
Filtro de aceite	5	Q 125,00	Q 625,00
Filtro de gasolina	5	Q 45,00	Q 225,00
Bujías	20	Q 22,50	Q 450,00
Grasa	1	Q 45,00	Q 45,00
Total			Q 3 720,00

Fuente: elaboración propia.

- **Reducción del consumo de combustible**

Durante los meses de octubre, noviembre y diciembre se aprecia un aumento de demanda propia del año. Por lo consiguiente, las actividades de

producción de concentrado aumentan considerablemente, por lo que el uso de los montacargas aumenta, lo que incide directamente en el consumo de combustible, durante los meses de enero, a mayo, se mantienen constantes lo que refleja un consumo similar (figura 37).

En el mes de mayo se comienza con el programa de mantenimiento a los montacargas con la finalidad de disminuir el consumo de combustible, aumentar la eficiencia de los mismos y una mejora en la disponibilidad de la flota, en los meses siguientes se ve claramente que los resultados son positivos y estas mejoras inciden directamente en la disminución de los costos de operación.

Tabla XXVII. Consumo de combustible de octubre 2012 a agosto 2013

Consumo de combustible mensual en galones.						
Mes	Montacargas Clark	Montacargas Yale 1	Montacargas Yale 2	Montacargas Yale 3	Montacargas Yale 4	Total
Octubre	215	210	180	100	40	745
Noviembre	218	200	190	150	48	806
Diciembre	240	220	200	180	60	900
Enero	211	190	160	110	45	716
Febrero	210	201	180	130	50	771
Marzo	216	205	170	115	46	752
Abril	220	203	165	105	60	753
Mayo	230	205	180	125	55	795
Junio	205	191	165	110	46	717
Julio	199	180	161	115	44	699
Agosto	200	182	163	112	43	700
Total	2 364	2 187	1 914	1 352	537	8 354

Fuente: Complejo Industrial COMAYMA R. L. Masagua, Escuintla.

4. FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS AL CAPITAL HUMANO EN EL COMPLEJO INDUSTRIAL COMAYMA, R.L.

4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

El recurso más importante en el Complejo Industrial de la Cooperativa Integral de Producción Madre y Maestra, R. L. lo conforma el personal implicado en las actividades laborales, por lo cual, la tecnificación y profesionalismo de los colaboradores influye directamente en la producción y optimización de recursos.

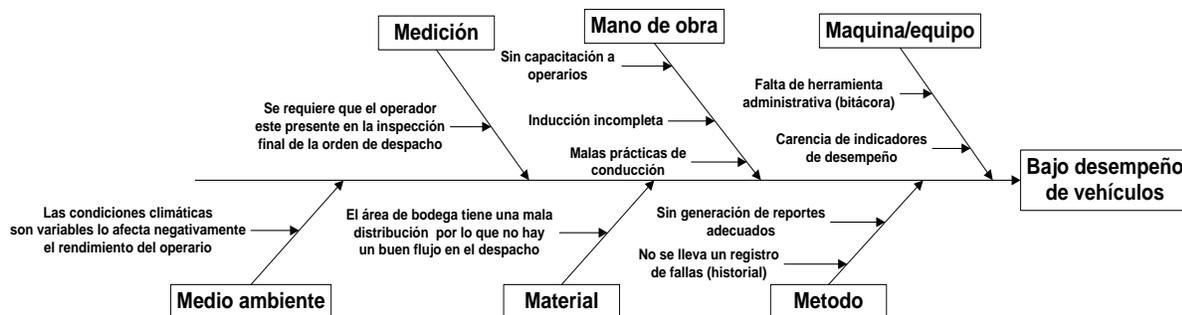
Un personal altamente capacitado, motivado y trabajando en equipo son los pilares esenciales en los que la Cooperativa sustenta sus logros tales aspectos conducen automáticamente a enfocar sin lugar a dudas la capacitación como una herramienta administrativa para alcanzar los objetivos trazados en las directrices gerenciales.

El diagrama causa efecto ayuda a canalizar la información que será de utilidad para poder identificar el problema, en relación con el bajo desempeño en la operación de los montacargas.

Partiendo de la lluvia de ideas de los involucrados se agrupan por afinidad y como resultado la figura. En esta se observa que la operación de los vehículos se ve afectado considerablemente por diversos factores, estos a su vez repercuten en los costos, entre estos se aprecia, que la falta de herramientas administrativas en la recopilación de información que indiquen las fallas durante

la operación o incidentes ocasionados por labores cotidianas. También no se cuentan con indicadores de desempeño que permitan evaluar al operador de montacargas en su labores cotidianas, no respetar los límites establecidos de velocidad, esto implica un aumento en el consumo del combustible, lo que conlleva a una contaminación ambiental innecesaria, la carencia de capacitaciones constantes para los operarios, la distribución de almacenamiento de algunos insumos utilizados por los socios o clientes en general, tales como el cartón para empacar huevos, niples y otros que no son propios en la producción en el Complejo Industrial, estos deben ser despachados por los operarios de los montacargas, Masagua, por ser una zona costera presenta clima cálido y lluvias con tormentas eléctricas que afectan de manera considerable al operario.

Figura 37. Ishikawa sobre deficiencia en operación de vehículos



Fuente: elaboración propia.

El problema analizado en el diagrama de Ishikawa es la baja eficiencia en la operación de los montacargas, el cual tiene como causa raíz la ausencia de capacitaciones a los involucrados en el despacho de producto terminado, lo que genera el efecto de bajo desempeño en la operación de los montacargas.

4.2. Plan de capacitación

A continuación se presenta un plan de capacitación con la finalidad de optimizar el uso de los montacargas, así como lograr una mejora continua en las actividades diversas del Complejo Industrial.

4.2.1. Alcance

El presente plan de capacitación involucrará de manera directa a los operarios y personal de mantenimiento de los vehículos del Complejo Industrial COMAYMA, R. L. con la finalidad de su tecnificación y capacitación para lograr una optimización de los recursos disponibles.

4.2.2. Objetivos

- General

Capacitar al personal operativo en lo referente a la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en los montacargas, asimismo, crear hábitos de operación correcta de los mismos para reducir el consumo de combustible.

- Específicos.

- Elevar el nivel de tecnificación de los colaboradores y con ello, el incremento de la productividad.
- Preparar al personal para la ejecución de sus actividades en sus puestos de trabajo.

- Actualizar y ampliar los conocimientos requeridos en los Departamentos de Producción y Despacho.
- Implementar herramientas administrativas que servirán para el control de mantenimientos preventivos en los montacargas.
- Crear hábitos de conducta en los colaboradores en lo referente a la optimización de los recursos de la Cooperativa.

4.2.3. Metas

Capacitar el 100 % de los operadores y mecánicos de los vehículos del Complejo Industrial COMAYMA, R. L. ubicado en el kilómetro 74 carretera que conduce al Puerto Quetzal, Masagua, Escuintla.

- Recursos

Para llevar a cabo las capacitaciones del personal operativo involucrado es necesario el compromiso de todas las partes, asimismo, la Gerencia debe proveer los recursos necesarios para llevar a cabo dicha tarea, entre los que se encuentran:

- Salón de videoconferencias
- Lapiceros
- Folletos
- Cuadernos con líneas
- Marcadores
- Impresora
- Computadora

- Cañonera
- Pizarrón con fórmica

4.2.4. Modalidades de capacitación

Se impartirán capacitaciones presenciales, con un facilitador para la explicación del tema, con presentaciones en Power Point, con proyector en sala de máquinas, con una duración de 1 hora, además se les entregarán panfletos de los temas impartidos.

4.2.5. Temas de capacitación

Dada la necesidad de implementar un programa de mantenimiento y crear normas de operación de los vehículos para la optimización de los recursos, se están considerando los siguientes temas.

- La importancia de la bitácora en los vehículos
 - Qué es y para qué sirve una bitácora
 - Importancia del uso de la bitácora
 - Recopilación de datos en bitácora
 - Encargado de bitácora
- La importancia del chequeo previo a la operación del montacargas
 - Qué es necesario verificar previo a iniciar labores
- Buenas prácticas en la operación de los montacargas

- Respetar las áreas señalizadas para peatones
 - Cómo afecta negativamente la aceleración
 - Cuándo apagar el motor del montacargas
- Programa de mantenimiento preventivo para vehículos
 - Qué es un programa de mantenimiento preventivo y su importancia
 - Responsable del mantenimiento preventivo
 - Programación adecuada del programa de mantenimiento

4.2.6. Cronograma de capacitaciones

Las capacitaciones serán preparadas de forma anticipada, con el material pertinente y serán impartidas de forma magistral sencilla, para el traslado de conocimiento e información se evita la complejidad en el discurso y datos técnicos difíciles de comprender, se busca la participación de los colaboradores en cuanto a aportes o dudas que puedan surgir para enriquecer los temas a impartir.

Los temas serán impartidos el primer lunes de cada mes de forma periódica, en las oficinas administrativas que cuenta con un área diseñada para conferencias y esta se encuentra equipada con cañonera y computadora para realizar presentaciones con diapositivas en el programa de Office Power Point.

El beneficio de la capacitación será inmediato, ya que esta no conlleva equipos especiales o materiales, o el uso de instalaciones fuera del Complejo, así como el ausentarse tiempos largos en las labores, y la aplicación del conocimiento adquirido a corto plazo.

Tabla XXVIII. **Cronograma de capacitaciones**

Cronograma de capacitación año 2013					
Título de conferencia	Participantes	13 de mayo	20 de mayo	27 de mayo	4 de junio
La importancia de la bitácora en los vehículos	Pilotos de vehículos y mecánicos	●			
La importancia del chequeo previo a la operación	Pilotos de vehículos		●		
Buenas prácticas en la operación de los montacargas	Pilotos de vehículos			●	
Programa de mantenimiento preventivo	Mecánicos				●

Fuente: elaboración propia.

4.3. Resultados de la capacitación

Utilizando las técnicas de observación y revisión de documentos, por ser convenientes y que permiten evaluar el desempeño, actitudes y generar información cuantitativa y cualitativa. Además de no cargar al personal con requerimientos adicionales se logra evaluar el efecto que han tenido las capacitaciones.

En esta evaluación se aprecia que se ha logrado crear conciencia en los involucrados, de los problemas que aquejan actualmente la operación y mantenimiento de los montacargas, esto ha ayudado a reducir la resistencia al cambio en la implementación de los temas tratados en las capacitaciones, tanto para el personal operativo como administrativo.

Las inspecciones realizadas demuestran que se están poniendo en práctica los programas de mantenimiento, y el uso de la bitácora. Además se observan en las órdenes de despacho de combustible una disminución significativa en el consumo esto debido a las buenas prácticas de conducción y usos adecuados de los montacargas.

Se ha aumentado la disponibilidad de los vehículos, gracias a la ejecución de los programas de mantenimiento preventivo, esto debido al mejoramiento de las condiciones operativas de los mismos.

4.4. Costos de la propuesta

Los gastos que implican las capacitaciones son bajos en comparación a los resultados obtenidos, básicamente son útiles de oficina, tales como: lapiceros, hojas bond en blanco, marcadores para pizarra, uso de equipo de proyección con los cuales cuenta la Cooperativa, el área donde que se utilizo fue el salón de reuniones y conto con la presencia de mecánicos, operadores de montacargas, jefes de las áreas de producción, bodega, y mantenimiento.

Tabla XXIX. Costo de plan de capacitación

Presupuesto total del plan de capacitación.			
Descripción	Cantidad	Precio en quetzales	Total en quetzales
Lapiceros	7	Q 1,00	Q 7,00
Hojas de 80 gramos	100	Q 0,10	Q 10,00
Marcadores	3	Q 5,00	Q 15,00
Tinta de impresora	35	Q 1,00	Q 35,00
Cuaderno de líneas de 100 hojas	5	Q 4,50	Q 22,50
Total			Q 89,50

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El estudio de tiempo arrojó resultados certeros, debido a que se identificaron los puntos críticos y, estos a su vez, analizados y mejorados.
2. En el diseño e implementación de la banda transportadora para el despacho de producto terminado, se logran resultados considerablemente positivos en el aumento de la eficiencia de despacho de producto terminado, ya que comparando los tiempos anteriores y los posteriores a la implementación se logra reducir los períodos de carga, lo que beneficia de manera directa al asociado.
3. El nuevo equipo queda bajo resguardo de la bodega de producto terminado, este a su vez queda a cargo de su operación con personal previamente capacitado y con un área debidamente delimitada y con el equipo de protección personal establecido.
4. Otro de los resultados positivos para el Complejo Industrial COMAYMA, R. L. está la implementación de un programa de mantenimiento para la nueva máquina, para su correcto funcionamiento y de esta forma garantizar su vida útil, así también, su señalización como medida de seguridad industrial.
5. El aumento de la eficiencia de despacho se logra de manera significativa, ya que anteriormente se invertía un quetzal para estibar en promedio 4,6 sacos y ahora con la nueva máquina se logran estibar 19,2 sacos en promedio por cada quetzal invertido lo que beneficiara directamente a los costos de la Cooperativa.

6. Otro beneficio obtenidos es que el proyecto en su conjunto, este ayudó al medio ambiente de manera directa con la reducción en el consumo de combustible en un 10 %, esto se logra mediante la implementación de un programa de mantenimiento destinado específicamente a los vehículos del Complejo Industrial COMAYMA R. L. que están involucrados de manera directa a la producción, despacho y descarga de materias primas.

7. Con las capacitaciones se obtienen resultados favorables como lo es un personal más productivo, motivado, actualizado y profesional lo cual beneficiara de manera directa a la Cooperativa proporcionándole recursos altamente calificados en términos de conocimientos y habilidades, para alcanzar los objetivos de la Cooperativa Madre y Maestra R. L.

RECOMENDACIONES

1. Al jefe de Despacho, realizar un estudio más certero en lo referente a los tiempos de despacho. Es importante analizar cómo afecta a los colaboradores el clima de la región, por ejemplo, cansancio por esfuerzo, estrés generado por el calor extremo y las lesiones ocasionadas por esfuerzo.
2. Al jefe de Operaciones, la implementación de un programa de seguridad e higiene industrial, el cual debido a su inexistencia conlleva a someter al personal a riesgos laborales innecesarios, ya que estos se pueden prevenir con la implementación de dicho programa.
3. Al jefe de Mantenimiento, un programa integrado entre el Departamento Eléctrico, Mecánico Industrial y Automotriz en lo referente a mantenimiento preventivo, debido a la importancia de llevar controles estadísticos en lo referente a los tipos de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUIRRE SANDOVAL, Jorge Luis. *Salud y seguridad operacional para la mitigación de accidentes y enfermedades laborales*. Madrid: Alfa Omega, 2006. 183 p.
2. EDWARD SHIGLEY, Josep. *Diseño en ingeniería mecánica*. 4a ed. México: McGraw-Hill, 2012. 1068 p.
3. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p.
4. GRIMALDI, J., Simonds, R. *La seguridad industrial, su administración*. 6a ed. España: Alfaomega, 2002. 745 p.
5. HAMDY, Taha. *Investigación de operaciones, aplicaciones y algoritmos*. 6a ed. México: Prentice-Hall, 2004. 848 p.
6. HICKS, E. *Ingeniería Industrial y administración*. México: Patria, 1999. 436 p.
7. MEYERS, FRED E. *Estudio de tiempos y movimientos*. 2a ed. México: Pearson 2000. 352 p.
8. NIEBEL, BENJAMIN W. *Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. México: Alfaomega, 2008. 745 p.

9. NORTON, ROBERT L. *Diseño de maquinaria, síntesis y análisis de máquinas y mecanismos*. 4a ed. México: Pearson, 2011. 888 p.
10. SAPAG, Nasir. *Preparación y evaluación de proyectos*. 5a ed. México: McGraw-Hill, 2008. 463 p.

APÉNDICES

Apendice 1. Tiempos promedio de atención y despacho.

Complejo Integral de Producción de la Cooperativa COMAYMA R.L.				
Tiempo requerido en los procedimientos de atención y despacho medidos en minutos.				
Nombre del socio o cliente atendido	Atención en garita	Atención en sala de ventas	Atención en bascula	Despacho de producto
Avícola Pamaxan	5	7.75	4	80
Avícola El Ciprés	5.5	8	5	75
Avícola La Herradura	5.25	9	4	50
Avícola San Luis	6	10.5	3.5	90
Avícola Las Nubes	5.25	6	5	45
José Pérez	3.75	7.75	5.25	55
Granja Chisac	5	9	4.5	30
Avícola Las Flores	5.5	9.5	4.75	85
Oscar Gil	6	8	4.8	60
Mario Ralon	3.25	8.5	5.25	56
Mishell Vázquez	5.2	9.25	5	40
JP Sarg	4	8.75	5.25	90
La Yunta	6	9.5	5.5	45
Guísela Mayen	5.25	9.5	3.75	48
Manuel Mendoza	5	6.75	5	80
Oscar Orellana	6	7.6	5	45
Distribuidor Tiquisate	6	11.75	4.5	60
Distribuidor Escuintla	4.75	8	4	45
Ing. Cooper	5.25	9.75	4.75	80
Catoc Pe	6.25	10.5	3.75	50
Promedio	5.21	8.77	4.63	60.5

Apéndice 2. Cálculos de holguras y tiempos estándar

Responsable de la verificación			
Factor	Clase	Rango	%
Habilidad	C1	Buena	0,06
Esfuerzo	C2	Bueno	0,02
Condiciones	B	Excelente	0,04
Consistencia	C	Buena	0,01
		Suma	0,13
Responsable de preparación de zona de carga			
Factor	Clase	Rango	%
Habilidad	C2	Buena	0,03
Esfuerzo	B2	Excelente	0,08
Condiciones	C	Buenas	0,02
Consistencia	A	Perfecta	0,04
		Suma	0,17
Operario de montacargas			
Factor	Clase	Rango	%
Habilidad	C1	Buena	0,06
Esfuerzo	A2	Excesivo	0,12
Condiciones	D	Regulares	0
Consistencia	C	Buena	0,01
		Suma	0,19
Grupo de estibación			
Factor	Clase	Rango	%
Habilidad	B2	Excelente	0,08
Esfuerzo	A2	Excesivo	0,12
Condiciones	C	Buenas	0,02
Consistencia	C	Buena	0,01
		Suma	0,23

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Cálculos de holguras y tiempos estándar

Toma de tiempos					
Actividad	Verificación de orden de despacho y/o vehículo		Toma num	1	
Grupo de trabajo	1		Página	1 de 1	
Ciclos a observar	20		Fecha		
Ciclo/actividad	Verificacion	Verificacion			
1	0:50	0:42			
2	0:55	0:50			
3	0:50	0:35			
4	0:40	0:50			
5	0:45	0:50			
6	0:58	0:45			
7	0:50	0:45			
8	0:51	0:48			
9	0:50	0:35			
10	0:48	0:50			
RESUMEN					
TO	15:47				
Calificación	100				
TN total	15:47				
Ciclos	20				
TN promedio	0:47				
% de holgura	0.13				
TE elemental	0:53				

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Cálculos de holguras y tiempos estándar mejorados**

Toma de tiempos				
Actividad	Traslado de tarimas por montacargas		Toma num	1
Grupo de trabajo		1	Página	1 de 1
Ciclos a observar		40	Fecha	
Ciclo/actividad	Traslado de tarimas por montacargas			
1	21:20	23:20	23:56	23:20
2	19:20	20:08	17:40	19:20
3	19:20	21:00	23:20	23:12
4	23:20	23:20	19:20	21:20
5	20:04	0:04	22:00	19:20
6	21:20	17:00	20:40	23:56
7	23:20	21:44	18:40	23:20
8	23:56	17:00	20:32	23:56
9	19:00	15:20	23:52	20:40
10	12:00	16:32	20:04	18:20
RESUMEN				
TO	829:20			
Calificación	100			
TN total	829:20			
Ciclos	20			
TN promedio	17:28			
% de holgura	0.19			
TE elemental	20:43			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Cálculos de holguras y tiempos estándar**

Toma de tiempos				
Actividad	Estibacion de sacos en vehículos		Toma Num	1
Grupo de trabajo		1	Página	1 de 1
Ciclos a observar		8	Fecha	
Ciclo/actividad	Estibación de producto	Estibación de producto	Estibación de producto	Estibación de producto
1	19:10	18:45	24:10	18:20
2	21:40	20:05	22:05	16:40
3	22:30	20:50	19:10	19:00
4	20:50	19:00	18:45	16:40
5	21:40	17:30	17:30	19:10
6	19:10	18:45	15:50	20:25
7	25:20	20:25	15:05	16:40
8	24:10	21:15	16:15	17:55
9	20:10	19:10	17:05	16:40
10	19:10	20:40	20:50	17:55
RESUMEN				
TO	776:25:00			
Calificación	100			
TN total	776:25			
Ciclos	40			
TN promedio	19:24			
% de holgura	0.23			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Cálculos de holguras y tiempos estándar**

Toma de tiempos			
Actividad	documentos e inspección final	Toma número.	1
Grupo de trabajo		1	Página 1 de 1
Ciclos a observar		20	Fecha
Ciclo/actividad	Finalización de despacho		
1	0:55		
2	1:25		
3	1:10		
4	1:05		
5	1:23		
6	0:45		
7	0:58		
8	1:10		
9	1:25		
10	0:50		
RESUMEN			
TO	11:06		
Calificación	100		
TN total	11:06		
Ciclos	10		
TN promedio	1:06		
% de holgura	0.13		
TE elemental	1:19		

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Suciedad en recipiente de filtro de aire



Fuente: Complejo Industrial COINCO, R. L. Masagua, Escuintla.

Anexo 2. Saco de concentrado para pollo, fase 2



Fuente: Avícola Pamaxán, San Antonio Suchitepéquez, Suchitepéquez.

Anexo 3. Tabla para usos del acero A36

Normas Técnicas		
Calidad de Acero	Norma (Tipo de Acero)	Características y Usos
Comercial	similar a SAE - 1009	Cubiertas de equipos, maquinarias y piezas de exigencias menores.
Estructural	ASTM A36-01	Construcciones de puentes, estructuras industriales, edificios, torres y propósitos estructurales en general.
Estructural de Alta Resistencia y Baja Aleación	ASTM A572-01 Grado 50 ASTM A709 G.345	Este acero es microaleado con el fin de obtener elevadas propiedades mecánicas. Es usado en estructuras industriales, puentes, edificios, torres y en propósitos estructurales en general.
Naval	ASTM A131-01 Grado A	Embarcaciones navales y aplicaciones estructurales. Las planchas de calidad naval, pueden suministrarse con certificado de calidad expedido por Lloyd's Register of Shipping a requerimiento del cliente.

Fuente: Fichas técnicas del acero. <http://acerosdcentro.galeon.com/fichastecnicas.html>.

Consulta: 14 de septiembre de 2014.

Anexo 4. Normas de electrodos para soldadura de arco eléctrico.

Clasificación AWS	Tipo de Revestimiento	Posición de soldeo	Corriente eléctrica
E 6010	Alta celulosa, sodio	F, V, OH, H	CC (+)
E 6011	Alta celulosa, potasio	F, V, OH, H	CA ó CC(+)
E 6012	Alto titanio, sodio	F, V, OH, H	CA, CC (-)
E 6013	Alto titanio, potasio	F, V, OH, H	CA, CC (+) ó CC (-)
E 6020	Alto óxido de hierro	H-Filete	CA, CC (-)
E 6020	Alto óxido de hierro	F	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7014	Hierro en polvo, titanio	F, V, OH, H	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7015	Bajo hidrógeno, sodio	F, V, OH, H	CC (+)
E 7016	Bajo hidrógeno, potasio	F, V, OH, H	CA ó CC (+)
E 7018	Bajo hidrógeno, potasio, hierro en polvo	F, V, OH, H	CA ó CC (+)
E 7018M	Bajo hidrógeno, hierro en polvo	F, V, OH, H	CC (+)
E 7024	Hierro en polvo, titanio	H-Filete, F	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7027	Alto óxido de hierro, hierro en polvo	H-Filete	CA, CC (-)
E 7027	Alto óxido de hierro, hierro en polvo	F	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7028	Bajo hidrógeno, potasio	H-Filete, F	CA ó CC (+)
E 7028	Hierro en polvo		
E 7048	Bajo hidrógeno, potasio	F, V, OH, H	CA ó CC (+)
E 7047	Hierro en polvo	F, V, OH, HV-Descendente	

Fuente: *Fundamentos de la soldadura por arco eléctrico.*

<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn47.html#seccion2>. Consulta: 14 de septiembre de 2014.

Anexo 5. Composición química del acero A36

Elementos	%
Carbono (C)	0,25-0.29
Cobre (Cu)	0.20
Hierro (Fe)	98,0
Manganeso (Mn)	1.03
Fósforo (P)	≤ = 0,04
Silicio (Si)	0.28
Azufre (S)	≤ = 0,05

Fuente: *Ingeniería mecánica.* http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59442011000300001&script=sci_arttext. Consulta: 14 de septiembre de 2014.

Anexo 6. **Tabla de propiedades ASTM A36**

TABELA ASTM A-36 (LTQ / LCG)		
COMPOSIÇÃO QUÍMICA		
	Espessura	%
C. máx.	< 38,10mm	0,25
	38,11 a 63,50mm	0,26
	63,51 a 101,60mm	0,27
	101,61 a 150,00mm	0,29
Mn	19,06 a 63,50mm	0,80 a 1,20
	6,51 a 150,00mm	0,85 a 1,20
P máx.		0,040
S máx.		0,050
Si.	< 19,05mm	0,40 máx.
	19,06 a 150,00mm	0,15 a 0,40
PROPRIEDADES MECÂNICAS		
LE mín. (MPa)		250
LR (MPa)		400-550
ALONGAMENTO (%)		18 mín.

Fuente: Nova fátima. <http://www.novafatimacfa.com.br/normas/ASTM-A-36.jpg>. Consulta: 14 de septiembre de 2014.

Anexo 7. **Partes de rodo**



Fuente: Complejo Industrial COMAYMA, R. L. Masagua, Escuintla.

Anexo 8. Normas DIN 22.102

Calidad de los recubrimientos	W Muy anti abrasivo	N Anti abrasivo	Y Estándar
Resistencia a la tracción longitudinal (N/mm ²)	18	25	20
Alargamiento de rotura longitudinal (%)	400	450	400
Abrasión mm ³	90	120	150

Fuente: Bandas transportadoras vulcalban. <http://www.vulcaban.com/bandas.html>. Consulta: 14 de septiembre de 2014.

Anexo 9. Tablas de Westinghouse

DESTREZA O HABILIDAD			ESFUERZO O EMPENO		
0.15	A1	EXTREMA	0.13	A1	EXCESIVO
0.13	A2	EXTREMA	0.12	A2	EXCESIVO
0.11	B1	EXCELENTE	0.1	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE	0.08	B2	EXCELENTE
0.06	C1	BUENA	0.05	C1	BUENO
0.03	C2	BUENA	0.02	C2	BUENO
0	D	REGULAR	0	D	REGULAR
-0.05	E1	ACEPTABLE	-0.4	E1	ACEPTABLE
-0.1	E2	ACEPTABLE	-0.8	E2	ACEPTABLE
-0.16	F1	DEFICIENTE	-0.12	F1	DEFICIENTE
-0.22	F2	DEFICIENTE	-0.17	F2	DEFICIENTE

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0.06	A	IDEALES	0.04	A	PERFECTA
0.04	B	EXCELENTES	0.03	B	EXCELENTE
0.02	C	BUENAS	0.01	C	BUENA
0	D	REGULARES	0	D	REGULAR
-0.03	E	ACEPTABLES	-0.02	E	ACEPTABLE
-0.07	F	DEFICIENTES	-0.04	F	DEFICIENTE

Fuente: *Determinación de la fuerza laboral estándar, operaciones, limpieza en planta.*
<http://www.monografias.com/trabajos88/determinacion-fuerza-laboral-estandar/determinacion-fuerza-laboral-estandar3.shtml>. Consulta 11 de septiembre de 2014.

Anexo 10. Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo (en min)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
40.00 ó más	3

Fuente: NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial: métodos, diseño y estándares del trabajo.*
p 340.

Anexo 11. Especificaciones de bandas EP

Nombre del código	Grado del caucho	Patrones de la superficie	Especificación			
			Tipo de tela	Resistencia tensil de la correa (N/mm)	Número de telas	Espesor de la cubierta superior x inferior (mm)
NX 100/1			EP	100	1	1.5 x 1.5
NX 125/2			EP	125	2	3.0 x 1.5
NX 160/2			EP	160	2	3.0 x 1.5
NX 250/2			EP	250	2	5.0 x 1.5
NX 315/3			EP	315	3	5.0 x 1.5
NX 400/3			EP	400	3	5.0 x 1.5
NX 500/3			EP	500	3	5.0 x 1.5
NX 315/3			EP	315	3	6.5 x 2.5
NXH 400/3			EP	400	3	6.5 x 2.5
NXH 500/3			EP	500	3	6.5 x 2.5
NXH 630/4			EP	630	4	6.5 x 2.5
NXH 630/4			EP	630	4	8.0 x 3.0
NXH 800/4			EP	800	4	8.0 x 3.0

Nombre del código	Ancho de la correa (mm)												
	300	350	400	450	500	600	700	750	800	900	1050	1200	1400
NX 100/1	*	*	*	*	*	*							
NX 125/2	*	*	*	*	*	*							
NX 160/2			*	*	*	*	*	*					
NX 250/2			*	*	*	*	*	*	*	*			
NX 315/3			*	*	*	*	*	*	*	*	*		
NX 400/3			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
NX 500/3			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
NX 630/4			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
NXH 630/4			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
NXH 800/4			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Nombre del código	Valor de referencia		
	Espesor total (Aprox. mm)	Peso (Aprox.kg/m ²)	Máx Longitud/rollo
NX 100/1	4.4	5.5	250
NX 125/2	6.3	7.9	125/250
NX 160/2	6.4	8.0	250
NX 250/2	8.1	10.3	125/250
NX 315/3	9.0	11.2	250
NX 400/3	9.0	11.6	250
NX 500/3	9.5	12.5	250
NX 315/3	11.5	13.8	250/300
NXH 400/3	11.5	13.9	300
NXH 500/3	12.3	15.2	300
NXH 630/4	12.9	16.5	300
NXH 630/4	14.7	18.7	300
NXH 800/4	15.2	18.8	300

Fuente: *Manual de cintas Pirelli.* <http://es.scribd.com/doc/92226217/Manual-Cintas-Pirelli#scribd>. Consulta: 11 de septiembre de 2014.

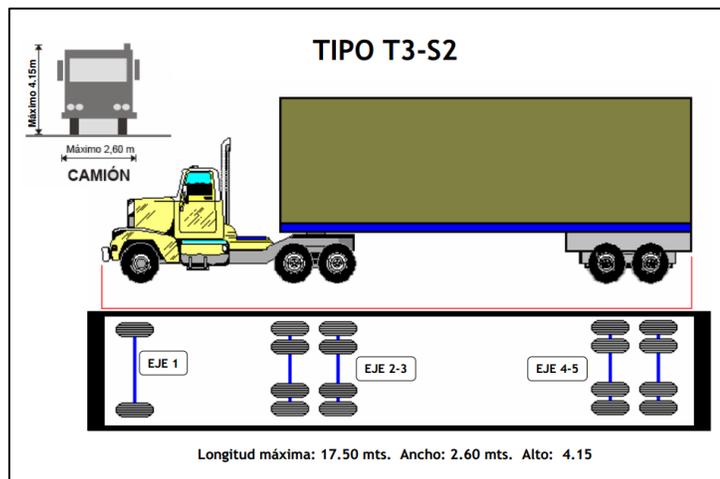
Anexo 12. Coeficiente de fricción de bandas y tambores

Elementos que producen rozamiento	Coefficiente de rozamiento μ
Rodillos portantes con cojinetes a bolas, mantenimiento óptimo	0,022
Rodillos portantes con cojinetes a bolas, mantenimiento normal	0,03
Rodillos portantes con cojinetes de bronce, mantenimiento deficiente	0,05
Cinta sin cobertura de goma deslizando sobre superficie metálica pulida	0,3
Cinta sin cobertura de goma deslizando sobre superficie de madera lisa	0,35
Cinta con cobertura de goma deslizando sobre superficie metálica pulida	0,5
Cinta con cobertura de goma deslizando sobre superficie de madera lisa	0,45

Fuente: *Manual de cálculo de cintas transportadoras.*

http://www.martinezgambino.com.ar/catalogo_cintas_transportadoras.pdf. Consulta: 14 de septiembre de 2014.

Anexo 13. Tipo de transporte



Fuente: *Control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones.*

http://www.cutrigua.org.gt/portal/cutrigua/Pesos_y_Dimensiones_2010_final.pdf. Consulta: 11 de Septiembre de 2014.

Anexo 14. Eficiencia de transmisiones de potencia

Tipo de reducción	Eficiencia (%)
Poleas y bandas en V	94%
Catalina y cadena de rodillos	93%
Catalina y cadena de rodillos, lubricados en aceite	95%
Reductor de engranes helicoidales, una reducción	95%
Reductor de engranes helicoidales, doble reducción	94%
Reductor de engranes helicoidales, triple reducción	93%
Reductor de tornillo sin-fin (ratio 20:1)	90%
Reductor de tornillo sin-fin (ratio de 20:1 a 60:1)	70%
Reductor de tornillo sin-fin (ratio de 60:1 a 100:1)	50%
Reductor de engranes rectos (maquinados)	90%
Reductor de engranes rectos (fundidos)	85%

Fuente: *Belt Conveyors for Bulk Materials*. <http://rtodds-eng.com/Published%20Articles/6th%20Edition%20of%20CEMA%20Belt%20Book%20Belt%20Con%202013.pdf>. Consulta: 14 de septiembre de 2014.