

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA LA REDUCCIÓN  
DE PERSONAL EN EL EMPAQUE DE PAQUETES DE FÓSFOROS  
DE MADERA EN FOSFORERA CENTROAMERICANA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JULIO BOANERGES RÍOS CONTRERAS**

ASESORADO POR LA INGA. SIGRID CALDERÓN DE LEÓN DE DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocón Barrientos
EXAMINADOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
SECRETARIO	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas



## **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 DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE PERSONAL EN EL EMPAQUE DE PAQUETES DE FÓSFOROS DE MADERA EN FOSFORERA CENTROAMERICANA, S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 19 de febrero 2010.



**Julio Boanerges Ríos Contreras**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 07 de agosto de 2013.  
REF.EPS.DOC.838.08.2013.

Ingeniero  
Juan Merck Cos  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Merck Cos.

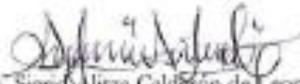
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Julio Boanargues Rios Contreras**, Carné No. 199911644 procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE PERSONAL EN EL EMPAQUE DE PAQUETES DE FÓSFOROS DE MADERA EN FOSFORERA CENTROAMERICANA, S.A."**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga Sigrid Mirza Calderón de León  
Asesora-Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 07 de agosto de 2013.  
REF.EPS.D.542.08.2013

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 DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE PERSONAL EN EL EMPAQUE DE PAQUETES DE FÓSFOROS DE MADERA EN FOSFORERA CENTROAMERICANA, S.A."** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Julio Boanargues Ríos Contreras** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. **Sigríd Alitza Calderón de León**.

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. Juan Merck Cos  
Director Unidad de EPS

JMC/ra





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

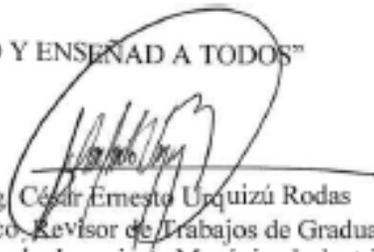


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.136.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE PERSONAL EN EL EMPAQUE DE PAQUETES DE FÓSFOROS DE MADERA EN FOSFORERA CENTROAMERICANA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Julio Boanerges Ríos Contreras**, 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, agosto de 2013.

/mgp



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EML242.013

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 **DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE PERSONAL EN EL EMPAQUE DE PAQUETES DE FÓSFOROS DE MADERA EN FOSFORERA CENTROAMERICANA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Julio Bonnerges Ríos Contreras**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Ing. César Ernesto Espinoza Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2013.

/mgp



Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.637.2013

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 DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE PERSONAL EN EL EMPAQUE DE PAQUETES DE FÓSFOROS DE MADERA EN FOSFORERA CENTROAMERICANA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Julio Boanerges Ríos Contreras**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRIMASE

Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, septiembre de 2013

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios**

Por ser quien me guía, quien me da fuerza y aliento para poder seguir adelante.

**Mis padres**

Julio Ríos y Ruth Contreras, por su sacrificio en el afán de sacarme adelante y con su ejemplo ser una mejor persona.

**Mi hermana**

Evelyn Ríos, por ser un gran apoyo en mi carrera y en mi vida.

**Mi esposa**

Janeth Lara, por estar conmigo y apoyarme a concluir mis metas.

**Mis amigos**

Por apoyar y compartir los logros y fracasos.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser la casa de estudios que me permitió formarme como profesional.

**Facultad de Ingeniería**

Por todo el aprendizaje adquirido en sus aulas y de sus catedráticos

**Mi asesora**

Inga. Sigrid Calderón, por su paciencia y dedicación para apoyarme en este proyecto.

**Señor Abel Cáceres**

Por su apoyo en la elaboración de la diagramación eléctrica de este proyecto.

**Fosforera  
Centroamericana S.A.**

Por permitirme realizar este proyecto en sus instalaciones y el apoyo brindado.



# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Antecedentes de la empresa .....	1
1.1.1. Historia.....	1
1.1.2. Misión.....	3
1.1.3. Visión .....	3
1.2. Valores.....	3
1.2.1. Confianza.....	4
1.2.2. Ética .....	4
1.2.3. Respeto.....	4
1.2.4. Trabajo en equipo .....	4
1.2.5. Honestidad.....	5
1.3. Ubicación .....	5
1.4. Estructura organizacional.....	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	7
2.1. Diagnóstico de la situación actual por medio de un análisis Causa y Efecto.....	7
2.1.1. Descripción de las áreas de la planta .....	8
2.1.2. Análisis Causa y Efecto .....	9

2.1.3.	Descripción del Área de Empaque de Fósforos .....	11
2.2.	Descripción del proceso de fabricación de fósforos.....	12
2.2.1.	Descripción del proceso de producción de fósforos de madera .....	12
2.2.2.	Eficiencias de máquina en presentación 500x10.....	13
2.2.3.	Diagrama de Flujo .....	14
2.2.4.	Proceso de producci	
2.2.5.	ón de pasta para encabezado de fósforo y rascador	19
2.2.6.	Proceso de producción de tapaderas .....	21
2.2.7.	Proceso de producción de gavetas .....	22
2.2.8.	Proceso de unión de los procesos de fósforo, tapadera y gaveta.....	24
2.2.9.	Proceso de empaque de paquetes de fósforos 500x50.....	25
2.2.10.	Proceso de empaque de paquetes de fósforos 500x10.....	26
2.3.	Descripción de maquinaria, equipo y materiales en empaque.....	26
2.3.1.	Máquina C-121 .....	26
2.3.2.	Máquina para embolsar y selladora.....	27
2.3.3.	Horno para encoger.....	29
2.3.4.	Bandas de transporte de paquetes.....	30
2.3.5.	Materiales para empaque de paquetes 500x50.....	31
2.3.6.	Materiales para empaque de paquetes 500x10.....	31
2.4.	Diseño del sistema de automatización para la reducción de personal en el empaque de paquetes de fósforos de madera..	31
2.4.1.	Sistema eléctrico y de control.....	33
2.4.2.	Diagrama eléctrico.....	34
2.4.3.	Elementos eléctricos.....	35

2.4.4.	Sistema neumático .....	36
2.4.5.	Diagrama neumático .....	36
2.4.6.	Elementos neumáticos.....	37
2.4.7.	Estructura del sistema.....	38
2.4.8.	Plano de la estructura .....	39
2.4.9.	Elementos de la estructura .....	42
2.4.10.	Sistema de control .....	42
2.4.11.	Instrumentos de control.....	44
2.5.	Costo del sistema automático .....	44
2.5.1.	Costo elementos eléctricos .....	45
2.5.2.	Costo elementos neumáticos.....	46
2.5.3.	Costo elementos armazón .....	47
2.5.4.	Costo de montaje.....	47
2.5.5.	Costo instrumentos de control .....	48
2.6.	Montaje del sistema automático.....	49
2.6.1.	Montaje sistema eléctrico.....	49
2.6.2.	Montaje sistema neumático .....	51
2.6.3.	Montaje sistema estructural .....	53
2.6.4.	Montaje sistema de control .....	54
2.7.	Mantenimiento del sistema automático .....	54
2.7.1.	Mantenimiento del sistema eléctrico .....	55
2.7.2.	Mantenimiento del sistema neumático .....	55
2.7.3.	Mantenimiento del sistema estructural.....	58
2.7.4.	Mantenimiento del sistema de control.....	59
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN.....	61
3.1.	Diagnóstico de la planta de fósforos .....	61
3.1.1.	Distribución de líneas en la planta .....	62
3.1.2.	Línea C148 .....	63

3.1.3.	Línea KL2 .....	63
3.1.4.	Línea Cartera.....	64
3.1.5.	Máquinas auxiliares .....	65
3.1.6.	Bodega de producto terminado .....	65
3.2.	Plano de la planta con su distribución .....	66
3.3.	Riesgos naturales con propensión a ocurrir .....	67
3.3.1.	Terremotos y temblores.....	67
3.3.2.	Incendios .....	67
3.3.3.	Inundaciones .....	68
3.4.	Diseño de un procedimiento de evacuación en caso de desastres naturales (terremotos).....	68
3.4.1.	Prevención.....	69
3.5.	Rutas de evacuación .....	75
3.6.	Acciones y toma de decisiones en caso de evacuaciones por terremoto .....	76
4.	FASE DE DOCENCIA .....	83
4.1.	Trabajo en equipo.....	83
4.1.1.	Capacitación trabajo en equipo .....	83
4.1.2.	Creación de grupos operativos.....	86
4.1.3.	Creación de minutas determinación de problemas... ..	87
4.2.	Calidad en la fuente y aseguramiento de calidad .....	88
4.2.1.	Capacitación calidad en la fuente.....	88
4.2.2.	Capacitación aseguramiento de calidad.....	91
4.2.3.	Capacitación a operador con calidad autónoma.....	92

CONCLUSIONES .....97  
RECOMENDACIONES.....99  
BIBLIOGRAFÍA.....101



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Croquis de la ubicación de Fosforera Centroamericana, S.A.....	5
2.	Organigrama de la planta de producción de Fosforera Centroamericana, S.A. ....	6
3.	Diagrama Causa y Efecto de la situación actual de la línea de producción.....	10
4.	Diagrama de flujo de proceso de fabricación de fósforos.....	15
5.	Diagrama de flujo de proceso de fabricación de palito de madera.....	16
6.	Diagrama de flujo de proceso de fabricación de elementos.....	17
7.	Diagrama de flujo de proceso de fabricación de gavetas.....	18
8.	Pasta de ignición.....	20
9.	Tapaderas.....	22
10.	Gavetas.....	23
11.	Cajita de fósforos.....	25
12.	Máquina empacadora C-121.....	27
13.	Máquina para embolsar y selladora.....	28
14.	Horno para encoger.....	29
15.	Bandas de transporte de paquetes.....	30
16.	Diagrama eléctrico.....	34
17.	Diagrama neumático.....	37
18.	Dimensiones del sistema automático de empaque de fósforos.....	40
19.	Funcionamiento sistema llenado de paquetes.....	41
20.	Funcionamiento de descarga de paquete ya empacado.....	41
21.	Diagrama de programación del autómeta.....	43

22.	Color de aislamiento de cables .....	50
23.	Anudar cables en guía para tubos .....	51
24.	Distribución de líneas en planta principal.....	66
25.	Organización de prevención y rescate .....	69
26.	Rutas de evacuación .....	76
27.	Boletín ¿Cómo actuar ante un sismo? Antes, durante y después del sismo.....	78
28.	Diapositiva ventajas del trabajo en equipo para individuos.....	84
29.	Diapositiva ventajas del trabajo en equipo para empresas.....	85
30.	Minuta de determinación de problemas .....	87
31.	Especificaciones de línea C148.....	89
32.	Especificaciones cartones línea C148 .....	90
33.	Instrumentos de medición .....	90
34.	Aseguramiento de la calidad.....	92
35.	Hojas de inspección máquina ABM .....	93
36.	Hoja de inspección máquina continua .....	94
37.	Hoja de inspección máquina C121 .....	95
38.	Hoja de inspección máquina C90 .....	96

## TABLAS

I.	Eficiencias presentación 500x10 .....	14
II.	Eficiencia presentación 500x10 con sistema automático.....	32
III.	Elementos eléctricos.....	35
IV.	Elementos neumáticos.....	38
V.	Elementos de la estructura .....	42
VI.	Instrumentos de control .....	44
VII.	Costo elementos eléctricos.....	45
VIII.	Costo elementos neumáticos.....	46

IX.	Costo elementos de la estructura.....	47
X.	Costo del montaje .....	48
XI.	Costo instrumentos de control.....	48



## **GLOSARIO**

<b>Chapas de madera</b>	Láminas de madera de 2mm de espesor.
<b>Clasificador</b>	Elemento mecánico vibratorio que separa los palitos de madera según tamaño.
<b>Gaveta</b>	Bandeja de cartón blanco que almacena los fósforos de madera.
<b>Neumática</b>	Tecnología que emplea aire como modo de transmisión de energía.
<b>Pintadora de cartón</b>	Máquina que aplica la cantidad de rasquero necesaria a las tapas.
<b>PLC</b>	Controlador lógico programable, programa que maneja todos los movimientos de los mecanismos del sistema.
<b>Polipropileno</b>	Material con que se envuelve las diez cajitas de fósforos de madera.
<b>Productividad</b>	Capacidad de producir lo propuesto con el menor recurso posible.

<b>Pulidor</b>	Elemento mecánico giratorio para pulir la superficie del palito de madera.
<b>Rasquero</b>	Pasta compuesta principalmente por fósforo amorfo, que sirve como fricción para el encendido de los fósforos de madera.
<b>Tapa o tapadera</b>	Cubierta de cartón que presenta la marca de los fósforos de madera.
<b>Termoencogible</b>	Material con que se envuelve los paquetes de fósforos de madera, el cual se encoje al pasar por el horno caliente.
<b>TPM</b>	Mantenimiento productivo total por sus siglas en inglés.

## RESUMEN

El proyecto denominado: Diseño de un sistema de automatización para la reducción de personal en el empaque de paquetes de fósforos de madera en Fosforera Centroamericana, S.A. es un proyecto que desea incrementar la automatización de los procesos actuales con la finalidad de lograr ser más productivos.

Para lograr realizar el diseño del sistema de automatización, se realizó un plan de trabajo, en el cual se enfatizó en una fase de servicio técnico profesional, una fase de investigación y una fase de enseñanza y aprendizaje. En estas tres fases se buscó alcanzar objetivos y se logró realizarlos por medio de acciones e investigación.

Lo primero que se realizó fue identificar la necesidad o necesidades que se tenían en la planta, específicamente en una de las líneas de fósforos de madera, al determinar la necesidad se buscó las alternativas que lograrán satisfacer mejor la necesidad.

Esto llevó a diseñar un sistema automático de empaque de fósforos para una presentación específica, con esto se logró eliminar una plaza operativa, permitiendo mejorar aspectos de calidad y de productividad.

Se diseñó el sistema el cual se pudiera adherir a los sistemas que actualmente están en la línea, utilizando los mismos principios que la empresa ya poseía, como el uso del autómeta para el control del sistema. Se realizaron los diseños en aspectos de electricidad, neumática, sistemas de control, estructura.

Por último se capacitó al personal en temas de suma importancia en la actualidad, como los son los temas de calidad autónoma, trabajo en equipo y aseguramiento de calidad, esto con la finalidad de lograr que la línea de producción sea cada vez más independiente en estos aspectos.

## OBJETIVOS

### General:

Diseñar un sistema automático para la reducción de personal en el empaque de paquetes de fósforos de madera.

### Específicos:

1. Conocer el proceso de fabricación de fósforos de madera.
2. Utilizar componentes fiables y de costos bajos para el diseño del sistema automático.
3. Determinar en qué punto de la línea de producción de fósforos de madera se ubicará el sistema automático.
4. Evaluar si por medio del sistema se mejorarán las eficiencias de la línea de producción.
5. Proponer un diseño que pueda ser aplicado a otras líneas de producción de fósforos.
6. Lograr mayor automatización en la línea de producción de fósforos de madera.

7. Capacitar al personal operativo en temas de trabajo en equipo y aseguramiento de calidad.
8. Capacitar al personal operativo en métodos de evacuación ante siniestros naturales.

## INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta un informe del diseño profesional el cual cuenta con cuatro fases, las cuales se explicarán para conocer brevemente de que se trata cada una de ellas.

La primera fase es la de la información de la empresa en la cual se realizó la investigación y se aplicó el proyecto. En este capítulo se comenta de forma breve la historia, misión y visión de la empresa Fosforera Centroamericana, S.A.; así como los valores que en esta empresa se necesitan para poder desempeñar las funciones. Se comenta acerca de la estructura organizacional con que cuenta la empresa para lograr el éxito de sus productos.

En el capítulo número dos se presenta la fase técnico profesional en la cual ya se realiza un diagnóstico de la situación de la empresa en base a un análisis causa y efecto, del cual se determinan ciertos problemas con los cuales cuenta una línea de producción de fósforos de madera.

Se da a conocer además el proceso de la fabricación de fósforos de madera sin hacerlo de una manera muy específica, ya que así no se divulgan los secretos de la industria. También se describen los materiales con los que se empaican los productos.

En este capítulo se da a conocer la propuesta de un diseño de un sistema automático para el empaque de fósforos de madera, en el cual se dan a conocer los sistemas con los que contaría el sistema, así como también los costos, el montaje y el mantenimiento del sistema.

El tercer capítulo se trata de una investigación acerca de riesgos naturales que pueden ocurrir dentro de la empresa, para lo cual se tomó como estudio los terremotos. También se presenta la distribución de las máquinas con las que actualmente se cuenta en la empresa, se identificó los riesgos que se pueden tener al ocurrir un siniestro de tal magnitud.

Para lo cual se diseñó un procedimiento de evacuación, se diseñaron las rutas de evacuación, las acciones y decisiones que se deben de tener en caso de un terremoto, también se capacitó al personal y se les entregó un procedimiento para que conozcan cómo actuar.

Por último está el capítulo de docencia, en el cual se le dio al personal operativo varias capacitaciones que lograrían que el personal trabajará en equipo, se realizaron grupos operativos, creación de minutas de determinación de problemas.

También se les dió a conocer cuan valioso es cada puesto en aspectos de calidad, logrando capacitarlos en lo que es la calidad en la fuente, aseguramiento de calidad y una calidad autónoma.

# **1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA**

## **1.1. Antecedentes de la empresa**

A continuación se presentan los antecedentes de la empresa:

### **1.1.1. Historia**

En 1945 nace en Guatemala una pequeña industria de fósforos ubicada en la zona 4 de la capital. Con 700 empleados aproximadamente empezó a fabricar fósforos de forma manual ya que no contaba con la maquinaria necesaria. La mayoría de personas en la empresa eran mujeres ya que se distinguía por dar trabajo a mujeres que quisieran tener ingresos, pero que también pudieran cubrir las actividades en sus hogares.

En 1965 la empresa se fusiona con otra fábrica de fósforos llamada La Antorcha, de esta manera surge lo que es ahora la Fosforera Centroamericana, S.A.; logrando ubicarse en sus nuevas instalaciones en 1967, colocados en las nuevas instalaciones la empresa fabricaba los conocidos cerillos y las carteritas, ambas presentaciones fabricadas con base de cartón.

Para 1997 se trae nueva maquinaria la cual fabricaría fósforos de madera, importando el palito de madera desde Suecia para la fabricación de los fósforos, en 2004 se adquiere una nueva máquina al igual que una línea completa para la fabricación de palito de madera: torno, guillotinas, horno secador, clasificadores y una caldera.

Debido a la gran demanda de producto y que la línea de fabricación de palito todavía no genera los insumos necesarios para la producción completa de fósforos, se continúa importando palito hasta que la fábrica logre las eficiencias necesarias para lograr alimentar las líneas de fósforos. Tomando en cuenta que se depende de la entrega de madera por parte de los proveedores.

Actualmente se cuenta con cuatro líneas de producción: dos de fósforos de madera, una de fósforo de cartón y una de palito de madera. Las cuales son abastecidas con materias primas nacionales e internacionales. Se cuenta con proveedores de todas partes del mundo.

En 2009 da inicio con una nueva filosofía de trabajo en la planta de producción, Mantenimiento Total Productivo (TPM por sus siglas en inglés), este arranca con una línea de producción, continuando con las demás luego de cada diagnóstico de las líneas.

Se cuenta con 93 operadores en la planta de producción, asignados a diferentes actividades, las mujeres en su mayoría trabajan en la línea de carteritas. Un área técnica la cual se encarga de administración de la producción, materias primas, control de calidad, planeación, mantenimiento y repuestos. Una administrativa encargada de los aspectos contables, financieros, recursos humanos, ventas, compras, sistemas, cobros, mercadeo, comercial y presidencia.

La Fosforera Centroamericana produce para el consumo nacional así como el internacional, exportando producto a toda Centroamérica y actualmente a Perú.

### **1.1.2. Misión**

“Fabricar fósforos y distribuir productos misceláneos, alimentos y licores, de alta calidad, teniendo como pilar principal la excelencia en el servicio al cliente y distribuidores en toda Centroamérica. Implantar las estrategias de administración de Recursos Humanos que permitan a los líderes del grupo el logro de las metas por medio de la integración, desarrollo y conservación de talento; creando para ello una cultura de calidad y servicio al cliente.”<sup>1</sup>

### **1.1.3. Visión**

“Crear día a día en el negocio de distribución con operaciones en toda Centroamérica, teniendo como pilar, la búsqueda de la excelencia en atención a nuestros clientes. Siendo sus principales productos fósforos y productos misceláneos, alimentos y licores. Ser socio estratégico de la administración, orientado a crear las herramientas que permitan administrar el talento humano por medio de estrategias de selección, capacitación, comunicación, reconocimiento; cultura de calidad y servicio al cliente.”<sup>2</sup>

## **1.2. Valores**

“La empresa contempla ciertos valores que son importantes para el desarrollo del personal en sus puestos de trabajo. Así como también estos los considera para sus clientes y proveedores, con esto lograr una disciplina de trabajo con ellos.”<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fuente: Corporación IF, Manual de RRHH, p. 1,2.

<sup>2</sup> Ibid.

<sup>3</sup> Ibid.

### **1.2.1. Confianza**

“Generar confianza a través de ética y responsabilidad en actitudes; cumplimiento de obligaciones.”<sup>4</sup>

### **1.2.2. Ética**

“Distribuir y fabricar productos de calidad basados en la ética hacia nuestros clientes.”<sup>5</sup>

### **1.2.3. Respeto**

“Respetar las creencias y cultura de nuestros empleados.”<sup>6</sup>

### **1.2.4. Trabajo en equipo**

“Contar con la participación de todos los miembros del equipo, para generar la mejora continua de los resultados por medio de trabajo en equipo.”<sup>7</sup>

<sup>4</sup> Fuente: Corporación IF, Manual de RRHH, p. 2.

<sup>5</sup> Ibid.

<sup>6</sup> Ibid.

<sup>7</sup> Ibid.

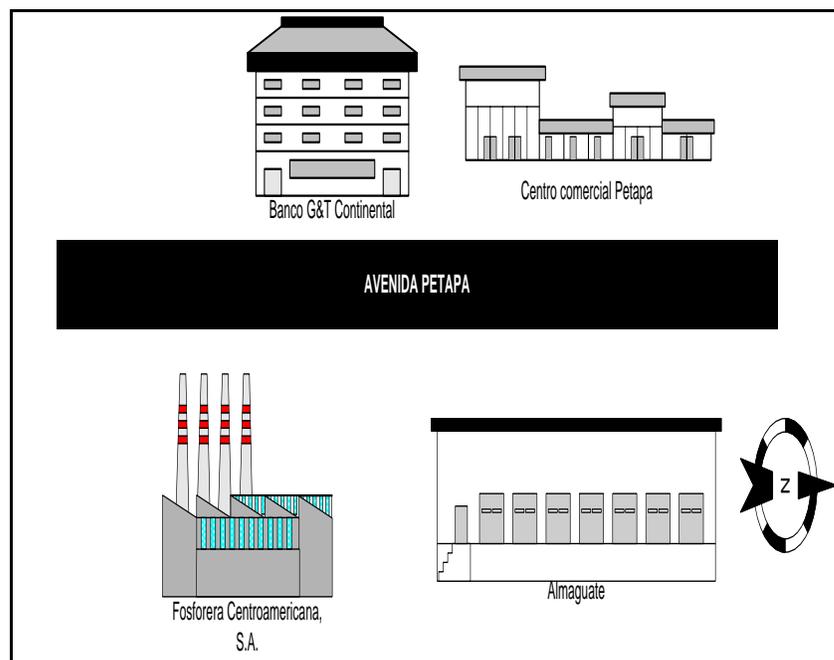
### 1.2.5. Honestidad

“Actuar con honestidad, por medio de valor para decir la verdad; respeto a bienes ajenos; transparencia en la información y obrar con buenas intenciones.”<sup>8</sup>

### 1.3. Ubicación

La empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Guatemala de la Asunción, en la Avenida Petapa 37-01 zona 12.

Figura 1. Croquis de la ubicación de Fosforera Centroamericana, S.A.



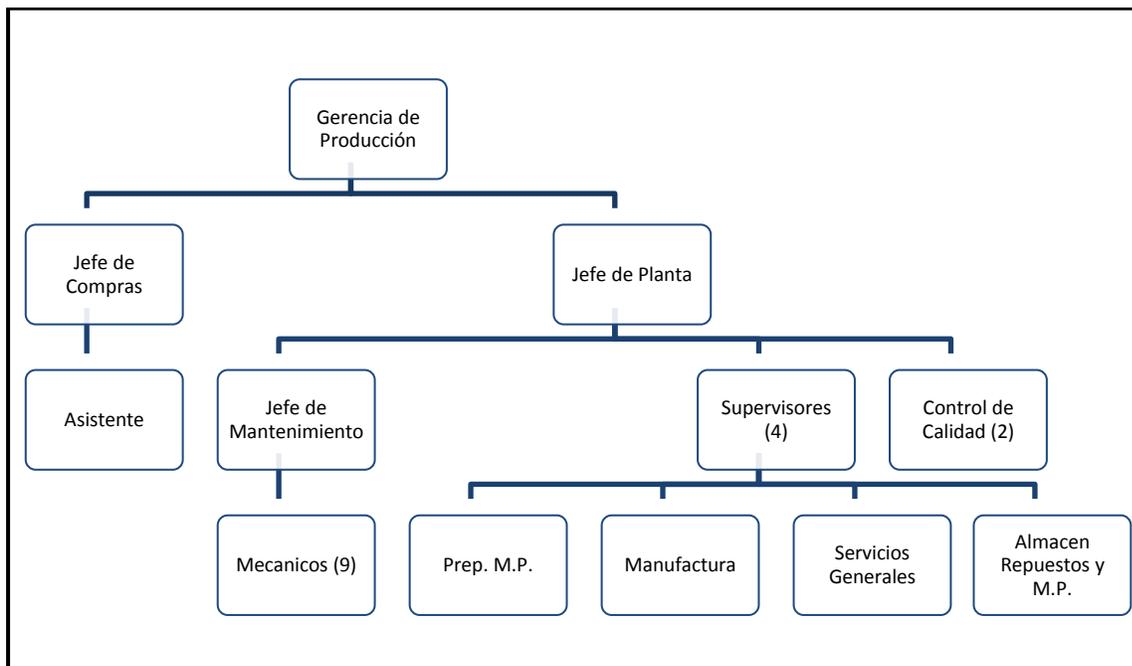
Fuente: elaboración propia.

<sup>8</sup> Fuente: Corporación IF, Manual de RRHH, p. 2.

## 1.4. Estructura organizacional

A continuación se muestra la estructura organizacional como una de tipo integral, se muestran gráficamente todas las unidades administrativas de la organización y las relaciones de jerarquía o dependencia, estos tienen la ventaja de poder informar la estructura de la organización a todo nivel con facilidad de entendimiento, tienen la desventaja de no dar a conocer las funciones de los puestos presentados.

Figura 2. **Organigrama de la planta de producción de Fosforera Centroamericana, S.A.**



Fuente: organigrama, Fosforera Centroamericana, S.A.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diagnóstico de la situación actual por medio de un análisis Causa y Efecto**

La empresa pertenece a un grupo de capital español el cual cuenta con varias empresas a nivel latinoamericano que se dedican a la misma actividad, además de producir fósforos, a la distribución de productos misceláneos, buscando satisfacer las necesidades del mercado.

En el Área de Producción se cuenta con un departamento técnico que está conformado por un planificador; encargado de planificar producción mediante los requerimientos del Departamento de Ventas y las materias primas para la fabricación.

Tres supervisores de producción; encargados de velar por el cumplimiento de la programación de producción, buscando buenas eficiencias y el mejor aprovechamiento de las materias primas así como también el manejo del personal operativo, dos supervisores de mantenimiento; encargados de manejar las ordenes de trabajo para mantenimiento preventivo y correctivo, manejo de los mecánicos y solicitudes de repuestos.

Un jefe de mantenimiento; encargado de proyectos y responsable del Área de Mantenimiento de toda la planta y repuestos importados, dos supervisores de control de calidad; encargados de velar por la calidad del producto y materias primas mediante muestreos aleatorios, nuevas formulaciones y pruebas de materias primas nuevas, un jefe de compras con

una asistente; encargados de las compras de materias primas y repuestos, finalizando con un gerente de área técnica; responsable de la planta y su equipo de trabajo.

### **2.1.1. Descripción de las áreas de la planta**

La planta de producción de fósforos está dividida en tres líneas de producción y en las áreas auxiliares.

La línea de fósforos de madera llamada C148, que cuenta con una máquina continúa, una máquina cortadora de elementos llamada C94, dos máquinas formadoras de gaveta C90, una máquina formadora de tapas ABM, una mesa de encabezado, una máquina empaquetadora C121, una selladora de termoencogible y un horno. Tiene sistemas auxiliares como los son: los parafinados, el aire soplado y el aire comprimido. Toda la línea es controlada por un PLC y las máquinas auxiliares por operadores.

La línea de fósforos de madera llamada KL2, cuenta con una máquina continúa, una máquina cortadora de elementos llamada C94, una máquina formadora de gavetas llamada JUL, una máquina ordenadora de gavetas llamada KEV, una máquina formadora de tapas llamada ABM, una mesa de encabezado, una máquina de descarga y ensamble de cajita llamada ROG, una empacadora llamada VAT, una selladora de termoencogible y un horno. Tiene sistemas auxiliares como lo son: los parafinados y el aire comprimido. Toda la línea es controlada por un PLC y las máquinas auxiliares por operadores.

Las máquinas auxiliares de las líneas de maderas son: una pintadora de madera llamada C92, una cortadora de cartón para gavetas llamada C97. Estas máquinas proveen de materias primas a las líneas de fósforos de madera.

La línea de fabricación de palitos de madera cuenta con: un espacio de cocimiento por medio de vapor, una caldera piro tubular, un torno para sacar chapas de madera, dos guillotinas para formar el palito, un horno secador a base de vapor, un pulidor de palito y un clasificador de palito. Esta línea provee de palito de madera a las dos líneas de producción de fósforos de madera.

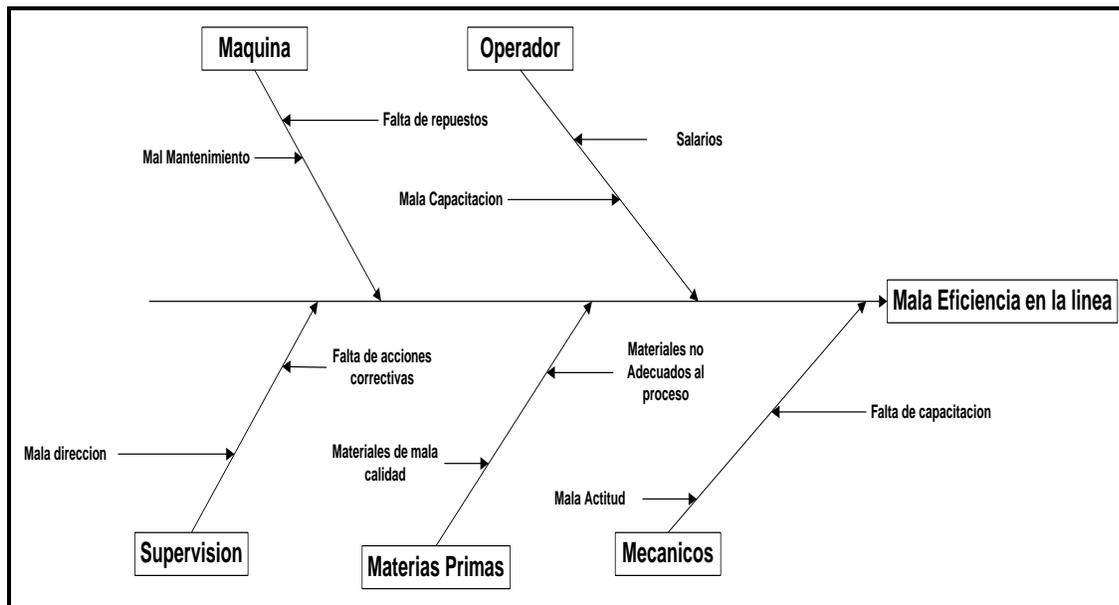
### **2.1.2. Análisis Causa y Efecto**

Para determinar la situación de la empresa en al área productiva de fósforos de madera, se realizó un Diagrama de Causa y Efecto; se entrevistó al personal operativo, mantenimiento y supervisión, por medio de una entrevista no estructurada, con el fin de lograr encontrar esos aspectos que en la línea generan malas eficiencias, retrasos en entrega de productos y cualquier otro tipo de problemas.

Se tomó la línea de fósforos de madera llamada C148, esta línea fabrica una presentación del producto llamada 500x10 (500 cajitas de 40 fósforos empacadas en cubos de 10), son 50 cubos de 10 cajitas,

En esta presentación de producto son necesarios tres operadores en el Área de Empaque, cuando en condiciones normales solo son necesarios dos operadores para realizar las funciones. Esto es lo que genera el problema ya que se están utilizando más personas para realizar las tareas operativas.

Figura 3. **Diagrama Causa y Efecto de la situación actual de la línea de producción**



Fuente: elaboración propia.

El efecto de este análisis fue que existen varios aspectos que se refieren al material humano de la línea, problemas de capacitación, de actitud, etc. así como también problemas con los materiales de fabricación del fósforo. Se describirá cada aspecto encontrado en el Diagrama de Causa y Efecto para conocer mejor lo que perjudica a la eficiencia de la línea.

En la máquina se encontró que existe el mal mantenimiento y la falta de repuestos, esto puede generarse a temas de altos costos en mantenimiento y a la falta de programación de los trabajos a realizar, sean estos correctivos o preventivos.

Con los operadores se determinó que están mal capacitados e insatisfechos con los salarios. Los problemas de capacidad en el puesto se deben a que en ciertos momentos se utiliza personal que no está capacitado para ocupar los puestos debido a la necesidad de suplir a personal que ha faltado a sus labores.

En cuanto a la supervisión, se encontró mala dirección del personal y la falta de acciones correctivas al momento de que el personal operativo falte a una de las normas o no cumpla con lo que se le requiere.

Respecto a las materias primas utilizadas en el proceso, se detectó que algunas son de mala calidad y que algunos no son los adecuados al proceso de producción, como algunos cartones en calibres diferentes a los que se utilizan normalmente.

El personal de mantenimiento presenta mala actitud y no se encuentran capacitados para responder en momentos críticos cuando existen paros por problemas mecánicos.

### **2.1.3. Descripción del Área de Empaque de Fósforos**

En el empaque de fósforos de madera de la línea C148 se cuenta con una máquina empacadora de diez cajitas, esta empaca las cajitas en polipropileno, por medio de un sistema de levas que actúan para dar movimiento y corte del polipropileno, seguido se forma el paquete y se calienta por medio de resistencias eléctricas para que el polipropileno selle. A continuación cuando el paquete está formado se pasa a la selladora de termoencogible que empaca en una bolsa plástica cinco paquetes de diez cajitas (presentación 500x50), esto depende de la presentación del producto a

empacar, no pasa por este proceso de ser presentación 500x10. Al finalizar el proceso se empaca en bolsas de papel y se les coloca el sello con el número de identificación de la producción, para terminar entarimando el producto.

En este lugar es donde se encuentra el problema a solucionar con el diseño, ya que cuando se empaca la presentación de paquete de 10 se necesitan tres personas cuando con el diseño se pueden utilizar solamente dos.

## **2.2. Descripción del proceso de fabricación de fósforos**

A continuación se presenta una breve descripción del proceso de producción de fósforos de madera.

### **2.2.1. Descripción del proceso de producción de fósforos de madera**

El proceso de fabricación consta de cuatro aspectos: la cabeza del fósforo, la gaveta, la tapa y el palito de madera. Estos cuatro procesos son los principales, cada uno de ellos es vital e importante para lograr los requisitos de calidad.

El proceso de la cabeza se realiza en un área que está aislada de la planta, esto debido a que se manejan químicos que son peligrosos e inflamables, se mezclan nueve químicos con agua, se baten hasta lograr una mezcla homogénea, luego la mezcla se deja reposar en un cuarto caliente. Al momento de ser requerida la mezcla se vuelve a batir para calentarla, se revisan los parámetros que debe de cumplir y se pasa a producción.

El proceso de la gaveta empieza con una bobina madre de trecientos kilogramos la cual se corta en bobinas pequeñas, estas bobinas se pasan a otra máquina la cual por medio de un sistema de troquel y coronas forma la gaveta adhiriéndola con pegamento en sus pestañas.

La tapa comienza su proceso en la pintadora de madera C92, esta recibe pliegos de 66 unidades, se les coloca rascador y corta en tiras de once elementos, en esta misma máquina le hace un hendido para que el elemento doble con más facilidad al momento de formarse.

El palito de madera se comienza a producir por medio de trozas de madera con dimensiones requeridas, pasando por un cocimiento en vapor para quitarle resinas e introducirle agua para su fácil corte. Seguido pasa por un torno donde se sacan chapas de madera con las dimensiones requeridas, luego se pasa a las guillotinas donde ya se corta el palito en totales dimensiones para continuar por un secado en un horno de vapor y terminar clasificándolo para su uso en la línea de fósforos.

Estos cuatro pasos luego se unen en la máquina continúa C148. Al final de todo este proceso es donde se planea integrar el diseño del sistema automático para poder eliminar una persona para el empaque de la presentación de 500x10.

### **2.2.2. Eficiencias de máquina en presentación 500x10**

Las eficiencias en máquina de la línea de fósforos de madera en la presentación de 500x10, realizada por dos operadores se muestra a continuación en la tabla I, también se muestra la cantidad de fardos que se producen. Esta presentación no se trabaja día a día, su frecuencia es de diez

turnos por mes, debido a que la fábrica produce 24 horas esta presentación se trabaja cinco días.

**Tabla I. Eficiencias presentación 500x10**

<b>Turno</b>	<b>Eficiencia</b>	<b>Fardos</b>	<b># Operadores</b>
<b>1</b>	<b>80%</b>	<b>397</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>77%</b>	<b>383</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>81%</b>	<b>402</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>84%</b>	<b>417</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>83%</b>	<b>412</b>	<b>3</b>
<b>6</b>	<b>70%</b>	<b>348</b>	<b>3</b>
<b>7</b>	<b>75%</b>	<b>373</b>	<b>3</b>
<b>8</b>	<b>86%</b>	<b>427</b>	<b>3</b>
<b>9</b>	<b>88%</b>	<b>437</b>	<b>3</b>
<b>10</b>	<b>83%</b>	<b>412</b>	<b>3</b>

Fuente: elaboración propia.

En la tabla I se muestran las eficiencias de los diez turnos que se muestrearon, la eficiencia de estos turnos es con tres personas en el empaque para la presentación de paquetes de fósforos 500x10, notar que las eficiencias no llegan a las metas requeridas por la empresa (90 %). Estas eficiencias se calcularon de la siguiente manera:

Producción teórica por hora 41,4 fardos, horas trabajadas por turno 12.

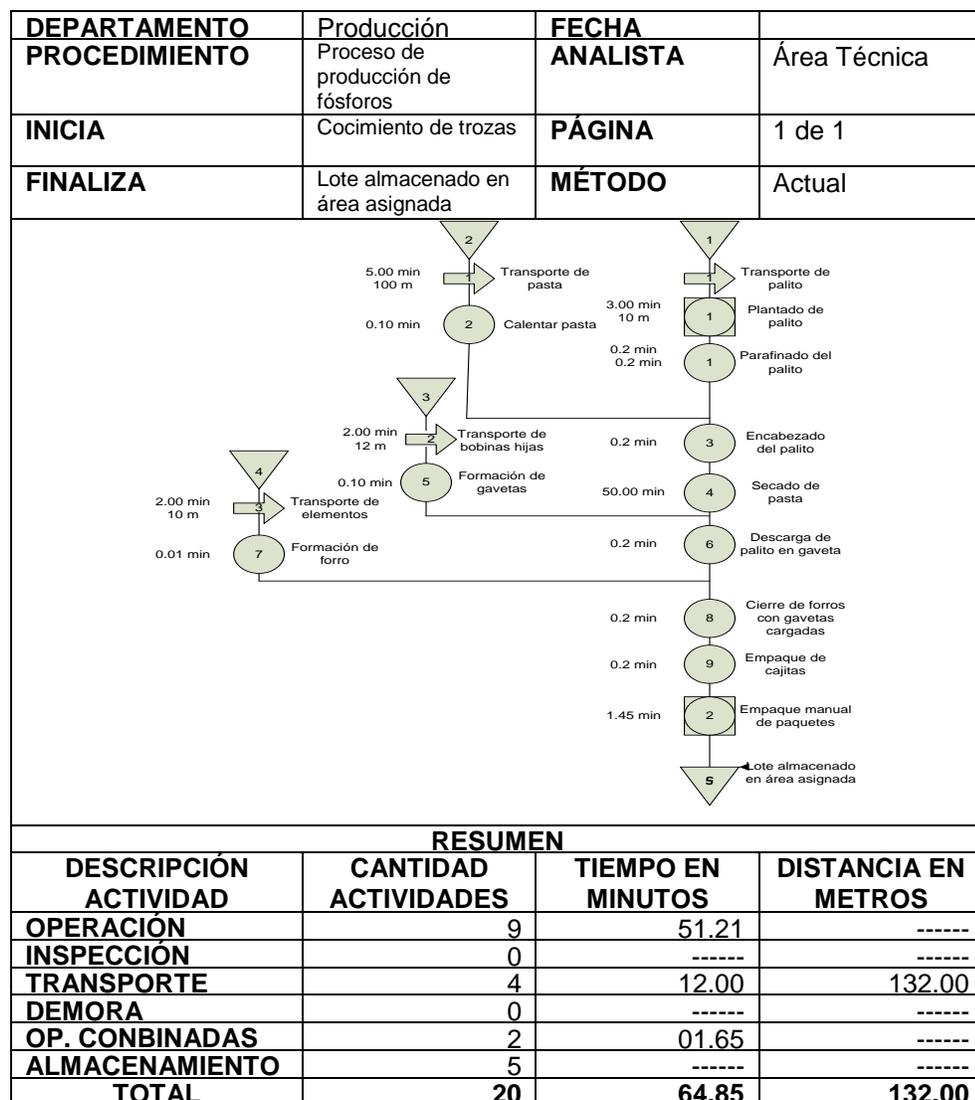
$$\text{Eficiencia} = (\text{Fardos totales en 12 horas} / 12 \text{ horas}) / 41,4 \text{ fardos}$$

### **2.2.3. Diagrama de flujo**

A continuación se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción de fósforos de madera en la línea C148.

En donde se unen los cuatro procesos alternos, algunas de estas actividades se realizan con tiempo de anticipación, ya que participan máquinas auxiliares que alimentan a las dos líneas de fósforos de madera con que cuenta la planta de producción.

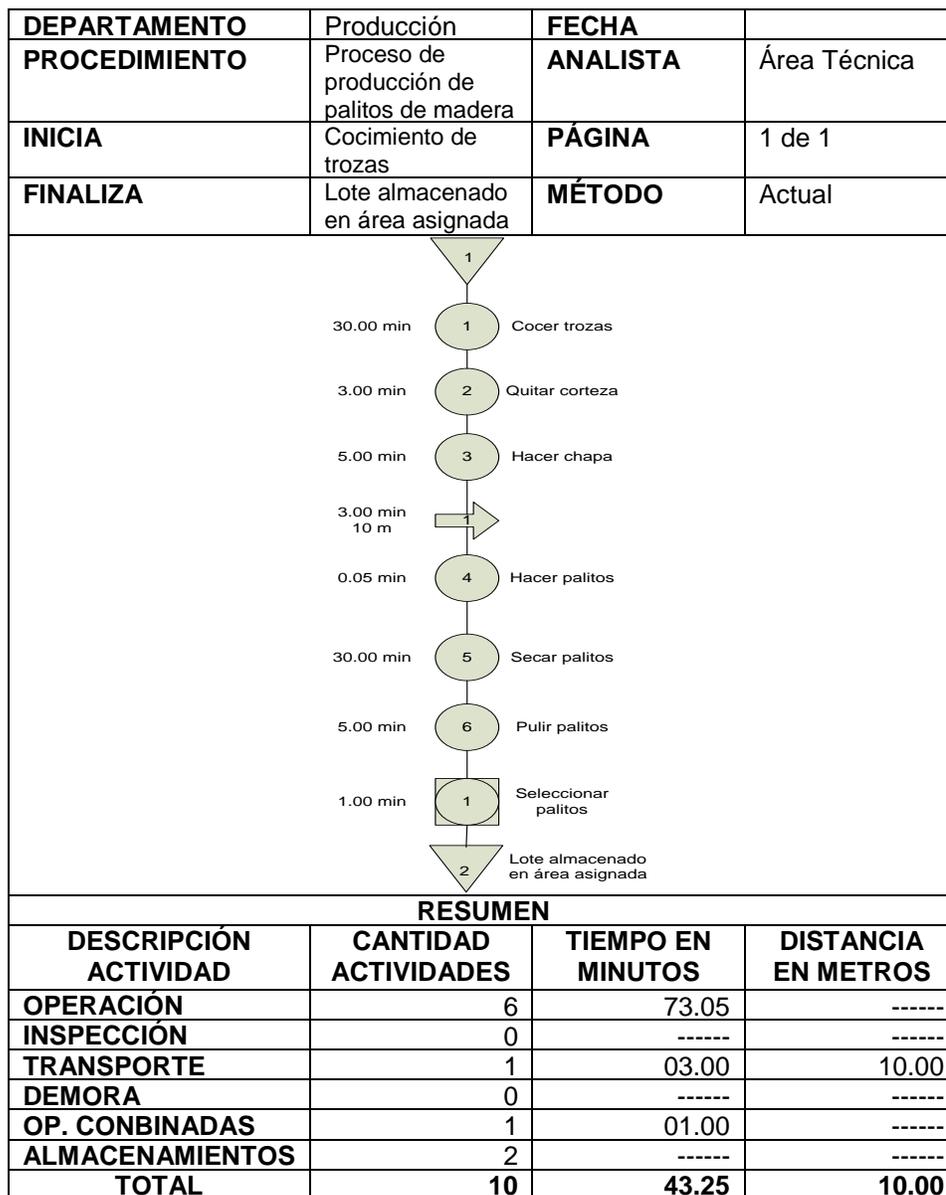
Figura 4. Diagrama de flujo de proceso de fabricación de fósforos



Fuente: Fosforera Centroamericana, S.A. Manual de Procesos, p. 1.

A continuación se presenta un diagrama de flujo de la fabricación de palitos de madera para la fabricación de fósforos de madera.

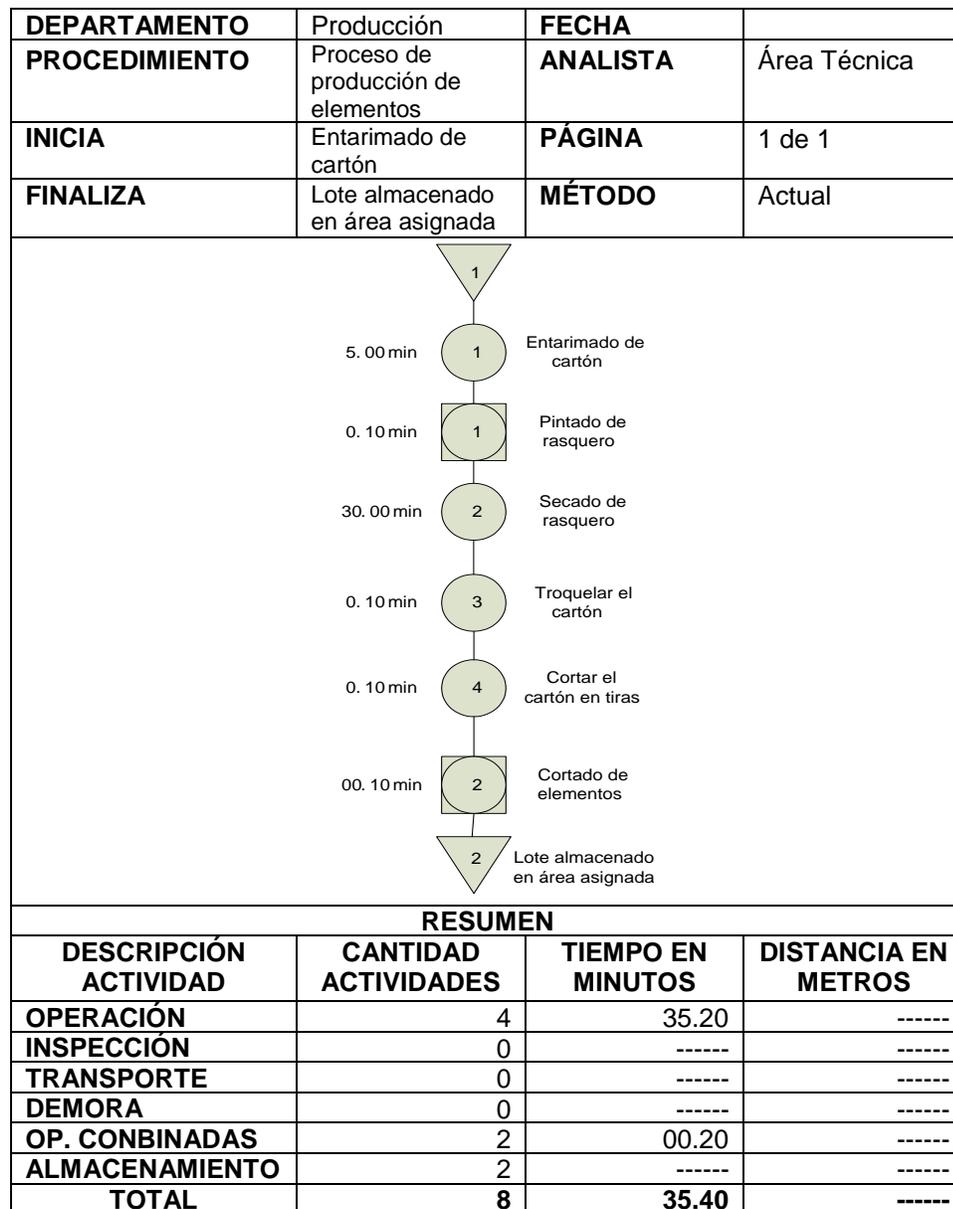
Figura 5. **Diagrama de flujo de proceso de fabricación de palito de madera**



Fuente: Fosforera Centroamericana, S.A. Manual de Procesos, p. 2.

En la figura 6 se presenta el diagrama de flujo del proceso de fabricación de los elementos o tapas para los fósforos de madera.

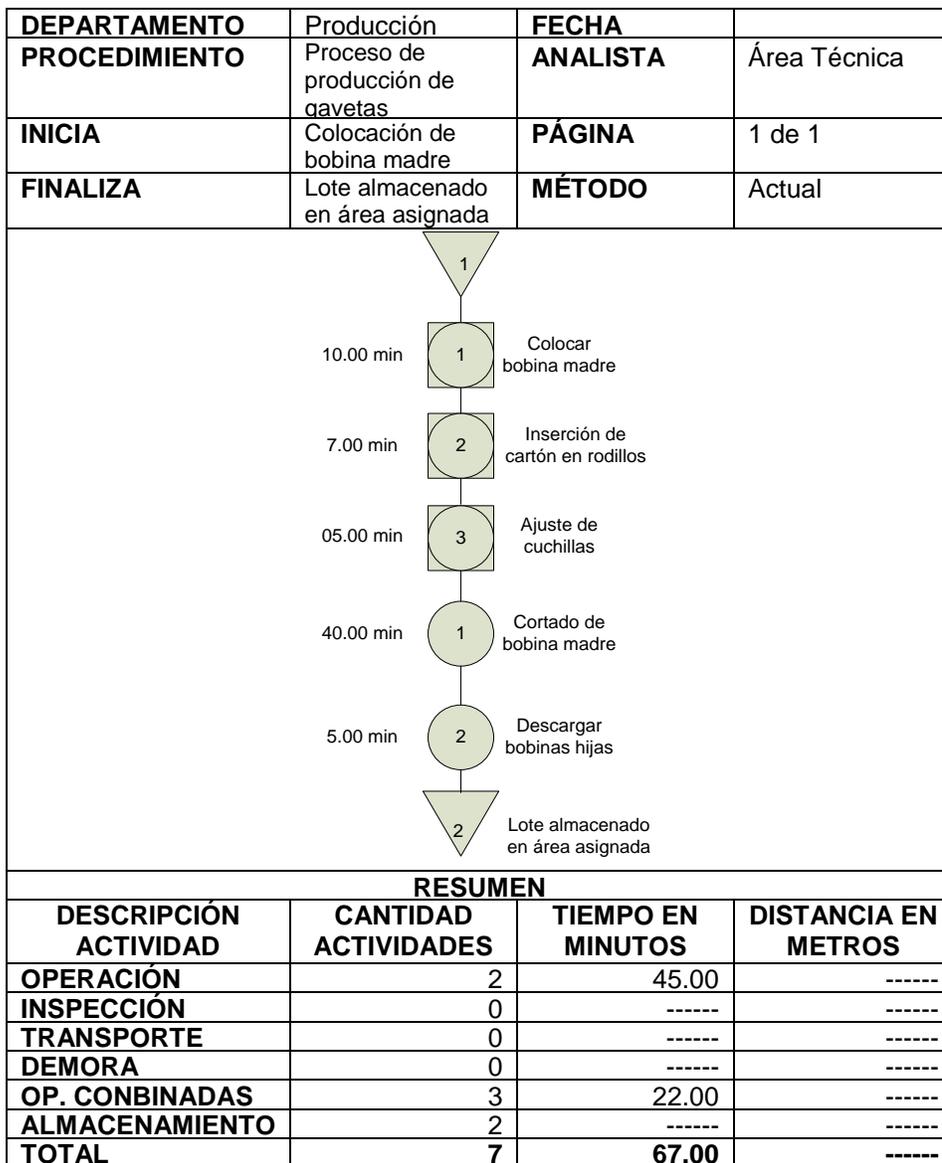
Figura 6. Diagrama de flujo de proceso de fabricación de elementos



Fuente: Fosforera Centroamericana, S.A. Manual de Procesos, p. 3.

Se presenta el diagrama de flujo de la fabricación de gavetas para el proceso de fósforos de madera.

Figura 7. Diagrama de flujo de proceso de fabricación de gavetas



Fuente: Fosforera Centroamericana, S.A., Manual de Procesos, p. 4.

#### **2.2.4. Proceso de producción de pasta para encabezado de fósforo y rascador**

El proceso de fabricación de pastas de fricción y de ignición se realiza en la pastería, esta área está completamente aislada a la planta de producción debido a que en este lugar se tienen los químicos necesarios para la fabricación de las dos pastas y estos pueden ser peligrosos si el uso no es el adecuado o si entran en contacto inadecuado entre ellos.

Para el proceso de ignición se utilizan varios químicos y un adhesivo mezclados con agua para lograr las propiedades necesarias. El proceso lleva una hora si es el caso de una pasta para la línea de madera y una hora veinte minutos si es para la línea de carterita.

El proceso inicia al mezclar el agua con el adhesivo para luego agregar los químicos uno por uno con cierto tiempo de preparación, hasta lograr una mezcla casi homogénea, al terminar de realizar la pasta, esta se deja reposar en cuarto caliente por un mínimo de tiempo de 30 minutos esto con el fin de que la pasta saque el aire que se le introdujo con el batidor. Al ser requerida, colocar la pasta en un batidor de alta velocidad el cual calienta y termina de mezclar los químicos, para poder pasar a producción, en este punto del proceso hacer ciertos análisis para comprobar que cumple con las especificaciones de fabricación.

Para el proceso de fabricación de la pasta de fricción o rascador se utilizan dos químicos, un adhesivo y agua, este proceso tarda 30 minutos, mezclar el agua con los químicos para luego agregar el adhesivo.

Esta pasta se fabrica aislada de la pasta de ignición, ya que si entran en contacto pueden generar un incendio. Por lo cual su elaboración es realizada en diferentes cuartos de procedimiento, teniendo varias medidas de seguridad por parte del operador que realiza la fabricación de dichas pastas. Entre esas medidas de seguridad está la de tener los pisos húmedos, lavarse el calzado, cambiar de gabacha, al cambiar de cuarto.

Figura 8. **Pasta de ignición**



Fuente: Pastería Fosforera Centroamericana, S.A.

### **2.2.5. Proceso de producción de tapaderas**

El proceso de la tapa inicia en la máquina pintadora de madera o C92, en esta se tienen tarimas de pliegos de cartón con impresión de la marca a producir. Pintar con la pasta de fricción, pasar por un proceso de secado, luego se realiza el hendido sobre el cartón y cortar en tiras de once elementos almacenando en un cajón.

El material después de haber pasado por la pintadora de madera pasar a cizalla o C94 en la cual se toman las tiras de cartón y se pasan por cuchillas que cortan los once elementos, almacenar en bandejas de madera y colocar en carritos.

El material ya cortado en elementos pasa a la máquina formadora de tapas, en esta máquina debe colocar los elementos en una torre, la cual va alimentando a la cadena que forma el elemento, agregar un adhesivo en las orillas de la tapa para que pegue y dar la forma cuadrada, mandar el material ya formado a la línea por medio de aire comprimido y aire soplado.

Esta máquina es controlada por un operador, quien debe alimentar constantemente la torre para que trabaje sin ningún tipo de paros que hagan que la eficiencia de la línea sea afectada.

El adhesivo que se utiliza es preparado en el Área de Pasteria y se debe llevar a las máquinas por parte del operador encargado de la máquina en el turno.

Las tapas o tapaderas quedan formadas por la máquina, como se muestra en la figura 9.

Figura 9. Tapaderas



Fuente: Fosforera Centroamericana, S.A.

#### **2.2.6. Proceso de producción de gavetas**

Este proceso inicia en la cortadora de cartón o C97, se tiene una bobina de cartón de aproximadamente 300 kilogramos, con esta bobina se realizan cortes y se transforma en bobinas pequeñas las cuales se deben almacenar para la utilización posterior.

El proceso continúa al momento en que el operador recoge del área de almacenamiento las bobinas hijas para ser colocadas en las máquinas

formadoras de gaveta o C90, ya estando en la máquina se enhebra con el cartón y este comienza a pasar por un troquel que corta la forma de gaveta continuamente.

Seguido se le da un hendido para que la gaveta doble fácilmente, pasar por un colero que le aplica pegamento para que se adhiera, después cortar en elementos y formar la gaveta por medio de embutidores, el proceso termina cuando la máquina expulsa la gaveta por medio de aire comprimido a las líneas de transporte.

Figura 10. **Gavetas**



Fuente: Fosforera Centroamericana, S.A.

Después de la creación de la tapa y la gaveta se produce el ensamble de ambas, ya con fósforos de madera, este se explica a continuación en el siguiente subtítulo.

### **2.2.7. Proceso de unión de los procesos de fósforo, tapadera y gaveta**

Este proceso se logra al unir procesos alternos de máquinas auxiliares con la continua C148, en la C148 es donde debe plantar el palito de madera el cual es colocado en una tolva, y después pasar a un ordenador por vibración y es plantado en una cadena, esta cadena tiene un recorrido de un promedio de una hora.

Al ser ya plantado el palito de madera en la cadena pasa por parafinados en donde se debe sumergir para que impregne la parafina, luego pasar por el encabezado, aquí es donde se encuentra la pasta de ignición con la que se debe formar la cabeza del fósforo.

La máquina baja sobre una mesa de acero inoxidable la cual tiene la pasta de ignición sobre ella, para levantarse al momento de que la cadena con palito esta sobre ella. Luego que ya ha sido encabezado pasa por un proceso de secado, el cual tarda aproximadamente unos cuarenta y cinco minutos hasta llegar a las descargas.

Al llegar a las descargas es donde se une a la gaveta, la máquina descarga el promedio de cuarenta fósforos en la gaveta que se encuentra sobre una cadena que recorre hacia donde se ensamblará con la tapa, después de ser ensamblada pasa al empaque.

El producto en este punto ya es una cajita de fósforos de madera con un promedio de cuarenta unidades.

Figura 11. **Cajita de fósforos**



Fuente: Fosforera Centroamericana, S.A.

#### **2.2.8. Proceso de empaque de paquetes de fósforos 500x50**

La presentación de empaque de fósforos 500x50 significa que lleva diez paquetes que contienen cinco cubos de diez cajitas cada uno, estos paquetes están dentro de una bolsa de termoencogible que pasa por un horno para encogerse y ajustar los cubos.

Los diez paquetes son colocados por un operador en una bolsa de papel impresa que lleva el código de producción del día en que se elaboró el producto.

### **2.2.9. Proceso de empaque de paquetes de fósforos 500x10**

La presentación de empaque de fósforos 500x10 significa que lleva cincuenta cubos que contienen diez cajitas cada uno. Los cincuenta cubos son colocados por dos operadores en una bolsa de papel impresa la cual lleva el código de producción del día en que se elaboró el producto y un sello que identifica la bolsa como 500x10.

En esta presentación se necesitan dos operadores ya que uno coloca los cubos en una mesa sobre un embudo para luego ser empujados hacia la bolsa que coloca otro operador, esto es lo que se eliminará con el diseño del sistema automático que se presenta en el subtítulo 2.4.

## **2.3. Descripción de maquinaria, equipo y materiales en empaque**

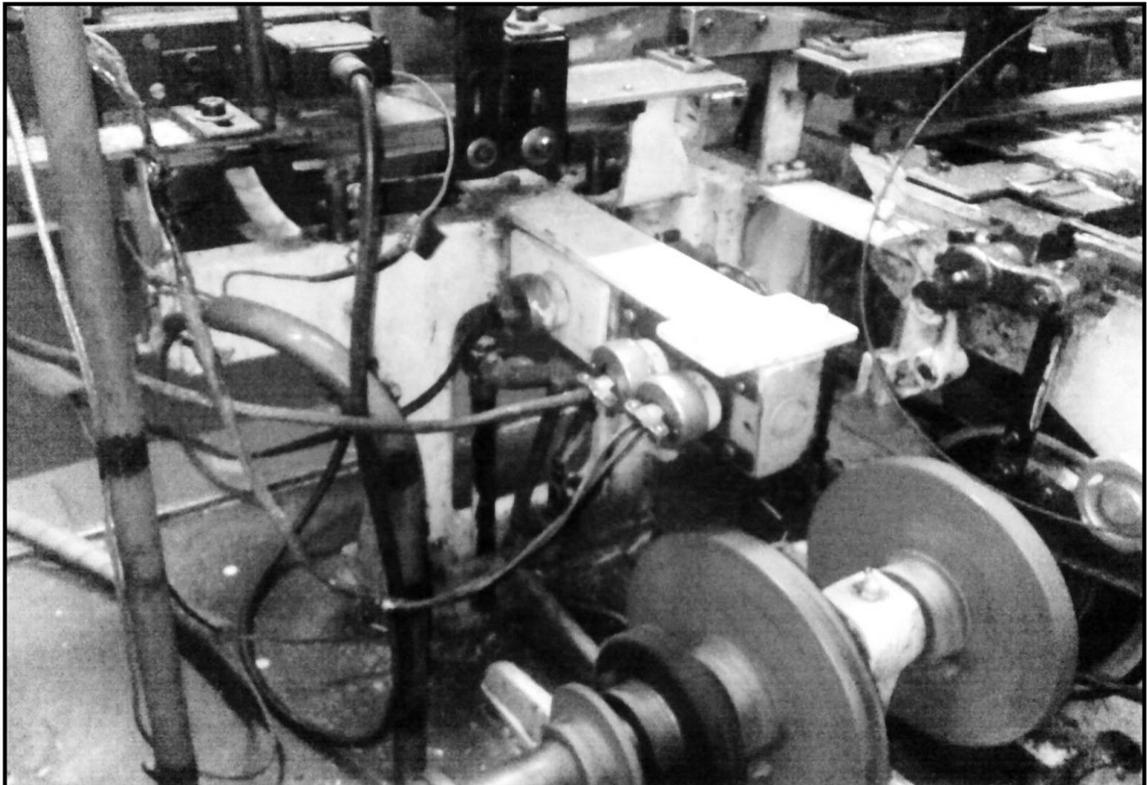
En cualquier empresa productora es importante contar con la maquinaria, equipo y materiales correctos para la producción efectiva y eficiente, es por ello que se necesita conocer estos aspectos a detalle.

### **2.3.1. Máquina C-121**

Esta máquina es la encargada de formar los cubos de diez cajitas, por medio de un sistema de levas que levanta las cajitas y corta el material de empaque (polipropileno) para envolver las cajitas, pasa por una trayectoria por

la cual se le aplica calor por medio de resistencias eléctricas y así sellar y encoger el polipropileno para lograr ajustar de forma adecuada las cajitas.

Figura 12. **Máquina empacadora C-121**



Fuente: Manuales de máquina, Área Técnica.

### **2.3.2. Máquina para embolsar y selladora**

Esta máquina realiza dos actividades, la primera es la que hace la bolsa de termoencogible, la bolsa se hace por medio de un *film* el cual viene en rollos para su colocación en la máquina, se enhebra y se va alimentando el *film* con forme pasa el producto, al mismo tiempo que el *film* se desenrolla se le hacen

perforaciones para que cuando encoja salga el aire que queda dentro de la bolsa.

La segunda la hace la selladora, esta máquina después de formada la bolsa la sella por medio de calor, quita los excedentes de *film* para formar el paquete, en esta máquina es muy importante mantener los parámetros de temperatura y la limpieza para que funcione correctamente.

Figura 13. **Máquina para embolsar y selladora**



Fuente: Manuales de máquina, Área Técnica.

### **2.3.3. Horno para encoger**

La funcionalidad de este horno es encoger la bolsa de termoencogible que se formó en el proceso anterior. Este horno maneja ciertas temperaturas y velocidades que si no se cumplen pueden generar que el producto no sea el deseado y generar desperdicio.

Figura 14. **Horno para encoger**



Fuente: Manuales de máquina, Área Técnica.

#### **2.3.4. Bandas de transporte de paquetes**

Estas bandas de transporte se encuentran en varios sectores del área de empaque, se cuenta con 5 bandas transportadoras del producto, cada una maneja el producto en diferente momento.

Figura 15. **Bandas de transporte de paquetes**



Fuente: Manuales de máquina, Área Técnica.

### **2.3.5. Materiales para empaque de paquetes 500x50**

Para la presentación de paquetes de fósforos 500x50 se utilizan los siguientes materiales de empaque:

- Bolsa de papel como cobertor de los paquetes y protector
- Polipropileno como empaque de 10 cajitas de fósforos
- Termoencogible como empaque de 5 paquetes de fósforos
- Etiqueta de código de barras si es necesario

### **2.3.6. Materiales para empaque de paquetes 500x10**

Para la presentación de paquetes de fósforos 500x10 se utilizan los siguientes materiales de empaque:

- Bolsa de papel como cobertor de los paquetes y protector
- Polipropileno con código de barras impreso como empaque de 10 cajitas de fósforos.

Para poder solucionar este problema se propone el sistema automático de empaque de la presentación de fósforos de 500x10, a continuación se explicara el diseño y sus componentes.

## **2.4. Diseño del sistema de automatización para la reducción de personal en el empaque de paquetes de fósforos de madera**

El diseño de este sistema surgió ante la necesidad de poder empacar la presentación de fósforos 500x10 con solamente un operador, ya que en la

actualidad se necesitan dos operadores para realizar dicha actividad. Al ser dos operadores aumenta el costo de producción de esta presentación.

Ante dicha necesidad, se analizó cuál sería la mejor opción a realizar sin afectar eficiencias y tampoco la calidad del producto. Se optó por un sistema electroneumático que empacara por sí solo dentro de la bolsa el producto y que el operador solo sellará y colocará el producto en la tarima para su almacenamiento.

Con este diseño de busca aumentar las eficiencias, ya que se elimina un operador de la operación y con el sistema automático se empacarán tres fardos más por hora, como se muestra en la tabla II. Esto es como que si se trabajara la presentación 500x50 con dos operadores. Estas eficiencias se calcularon con la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia} = (\text{Fardos totales en 12 horas} / 12 \text{ horas}) / 41,4 \text{ fardos}$$

Tabla II. **Eficiencia presentación 500x10 con sistema automático**

Día	Con 3 Operadores		Con 2 Operadores	
	Eficiencia	Fardos	Eficiencia	Fardos
1	80%	397	87%	433
2	77%	383	84%	419
3	81%	402	88%	438
4	84%	417	91%	453
5	83%	412	90%	448
6	70%	348	77%	384
7	75%	373	82%	409
8	86%	427	93%	463
9	88%	437	95%	473
10	83%	412	90%	448

Fuente: elaboración propia.

Para el control se determinó que este sistema electroneumático se manejara por un PLC (controlador lógico programable por sus siglas en inglés), ya que toda la línea de producción de fósforos esta comandada por este controlador.

Para lo cual se necesitan varios instrumentos de control adicionales a los elementos básicos del sistema. Se proponen sistemas de control, eléctrico, neumático y de estructura del diseño.

#### **2.4.1. Sistema eléctrico y de control**

El sistema eléctrico y de control, es el sistema que proporcionará las señales necesarias para que las electroválvulas y los pistones neumáticos funcionen correctamente, esta señal es una corriente eléctrica, la cual activará un solenoide en el caso de las electroválvulas y en el caso de los pistones neumáticos el pistón.

El control se llevará a cabo por medio de fibras ópticas o sensores. Por ellas se transmite la corriente hacia el autómeta, que es el que da los pasos a seguir en el proceso del empaque, este tendrá programado todos los pasos del proceso de empaque de fósforos de madera en bolsa.

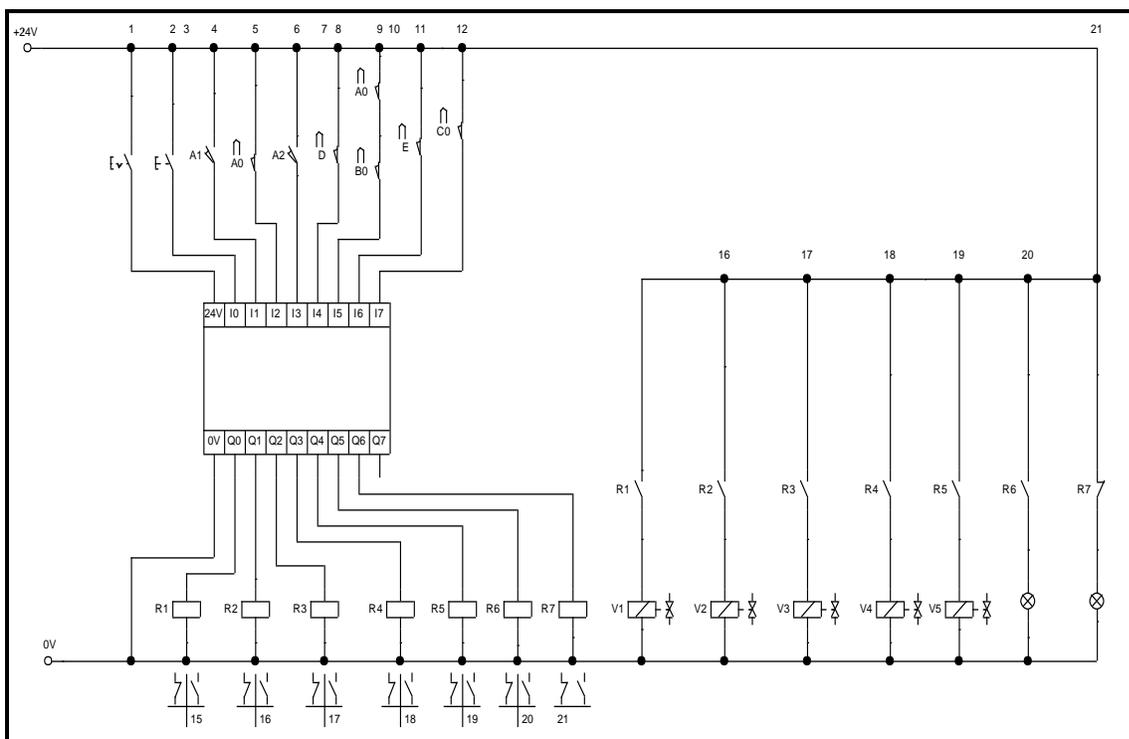
Sin este sistema eléctrico y de control no funcionaría el sistema de automatización, ya que no se podría poner a trabajar en la línea de fósforos de madera, debido a que el cien por ciento de las máquinas de la línea están controladas por el autómeta con un PLC y si no se ingresa al autómeta sería inútil la creación.

## 2.4.2. Diagrama eléctrico

En este diagrama se muestran los elementos eléctricos que harán que el sistema de automatización funcione correctamente, también se muestra como debe conectar al autómeta.

Con este diagrama se logra observar de una forma técnica el funcionamiento del sistema, y con esto se logra que en un futuro este diagrama sirva para el mantenimiento del sistema, o para algún tipo de modificación que se le quiera realizar como mejora.

Figura 16. Diagrama eléctrico



Fuente: elaboración propia, con programa Festo.

### 2.4.3. Elementos eléctricos

Estos son los encargados de dar o transmitir la señal por medio de corrientes eléctricas a los dispositivos del control PLC, para lograr dar los momentos adecuados en que se debe de dar señal y los sistemas actúen independientemente de la operación.

Los elementos eléctricos utilizados para lograr el funcionamiento del sistema automático se presentan en la siguiente tabla:

Tabla III. **Elementos eléctricos**

<b>CANTIDAD</b>	<b>ELEMENTO ELÉCTRICO</b>
7	Bases para relé 2PDT
7	Relés 2PDT 24 VDC
5	Bobinas para electroválvulas 24 VDC
27	Bornera para montar riel DIN
2	Luces piloto 24 VDC
1	Selector NO
2	Fusibles 1 amp. de cristal
2	Base para fusible de cristal tipo bornera
100 mts.	Cable calibre 14
1	Fuente 24 VDC

Fuente: elaboración propia

#### **2.4.4. Sistema neumático**

Este sistema es el alma motriz del sistema automático, en el se encuentra la fuerza que moverá los elementos neumáticos, hay que mencionar que un sistema neumático solo es recomendado su uso si las fuerzas son menores a 3 toneladas (3000 kpa.).

El sistema neumático se conformará por cilindros de doble efecto que actuarán por medio del aire comprimido, los cilindros serán accionados y manejados por las electroválvulas, estas permitirán o no el paso del aire comprimido al cilindro.

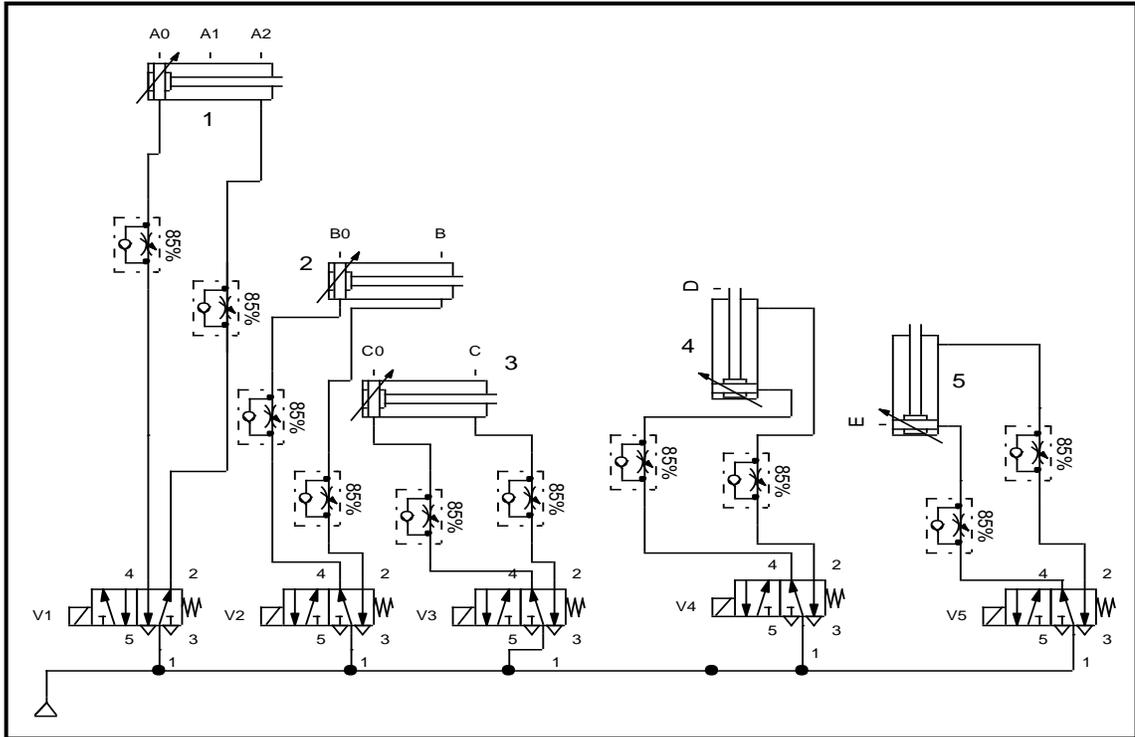
También tendrá reguladores de aire para lograr manipular la velocidad de los émbolos de los cilindros, contará con una unidad de mantenimiento, esta servirá para la lubricación de los elementos neumáticos.

#### **2.4.5. Diagrama neumático**

En este diagrama se muestran los elementos neumáticos que harán que el sistema de automatización funcione correctamente.

Con este diagrama se logra observar de una manera técnica el funcionamiento del sistema, y con esto se logrará que este diagrama sirva para el mantenimiento del sistema, o para algún tipo de modificación que se le quiera realizar como mejora.

Figura 17. Diagrama neumático



Fuente: elaboración propia, con programa Festo.

### 2.4.6. Elementos neumáticos

Estos elementos serán los encargados de dar la fuerza al sistema y el funcionamiento automático de empacar los paquetes de fósforos, que a continuación se presentan:

Tabla IV. **Elementos neumáticos**

<b>CANTIDAD</b>	<b>ELEMENTO NEUMÁTICO</b>
5	Cilindros neumáticos de doble efecto
5	Electroválvulas 5/2 de 1/8"
1	Unidad de mantenimiento
10	Válvulas anti retorno estranguladoras de 1/8"
40	Racores Qs 1/8-6"
10	Silenciadores 1/8"
4	Racores Qst 1/8-8"
5	Racores Qs 1/8-8"

Fuente: elaboración propia.

#### **2.4.7. Estructura del sistema**

Esta es la que cargará con los sistemas neumáticos, eléctricos y de control, la cual se encontrará en una posición estratégica para que cuando se realice el cambio a la presentación de fósforos 500x10, sea fácil el cambio y no lleve demasiado tiempo ni esfuerzo.

Esta estructura se diseñará de tal manera que todos los elementos se puedan acoplar de manera sencilla, y que al momento de realizar un mantenimiento sea fácil su desacople y poder realizarlo de una manera accesible.

La estructura estará hecha de acero inoxidable, esto debido a que debe de ser resistente, pero sobre todo se busca que no se cree ningún tipo de contaminación en el producto, ya que de usar cualquier otro material se puede llegar a contaminar de óxido.

Además esta estructura se fabricará rígida para que pueda soportar el proceso de empaado sin ningún tipo de problema.

#### **2.4.8. Plano de la estructura**

Este plano es la demostración gráfica de la estructura que sostendrá el sistema neumático y algunos de los elementos de control.

Para la fabricación de esta estructura se utilizarán materiales de alta resistencia y muchos aspectos tanto ambientales de trabajo como de resistencia de materiales como lo son:

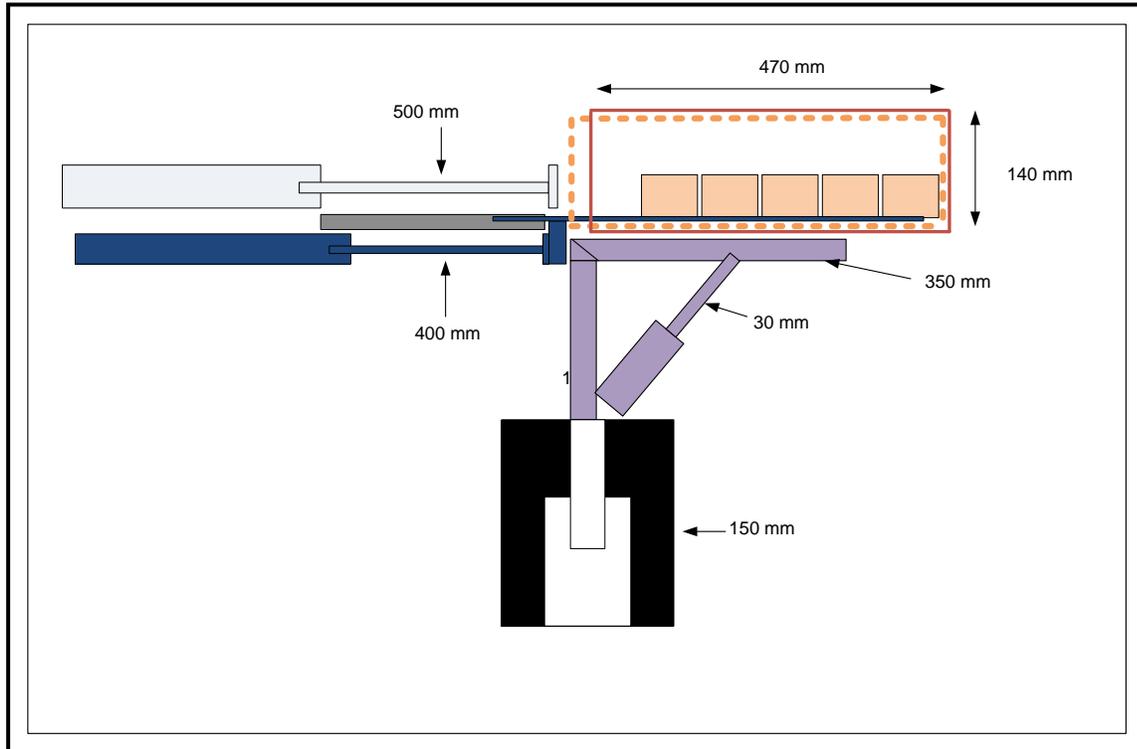
- Contacto con químicos
- Golpes con producto
- Desgaste de material
- Desgaste por movimientos y uso de las piezas
- Corrosión por contacto con agua o lubricantes

Debido a estos puntos que se deben de tomar en cuenta, se decide fabricar esta estructura con lámina de aluminio de  $\frac{1}{4}$  de pulgada, y a esta se le colocarían soportes como refuerzos.

Al igual se muestra el funcionamiento del sistema de empaque automático paso por paso.

En la figura 18, se muestra las dimensiones del sistema, se mencionan solo las dimensiones de los elementos del sistema, la estructura y la bolsa de empaque.

Figura 18. Dimensiones del sistema automático de empaque de fósforos

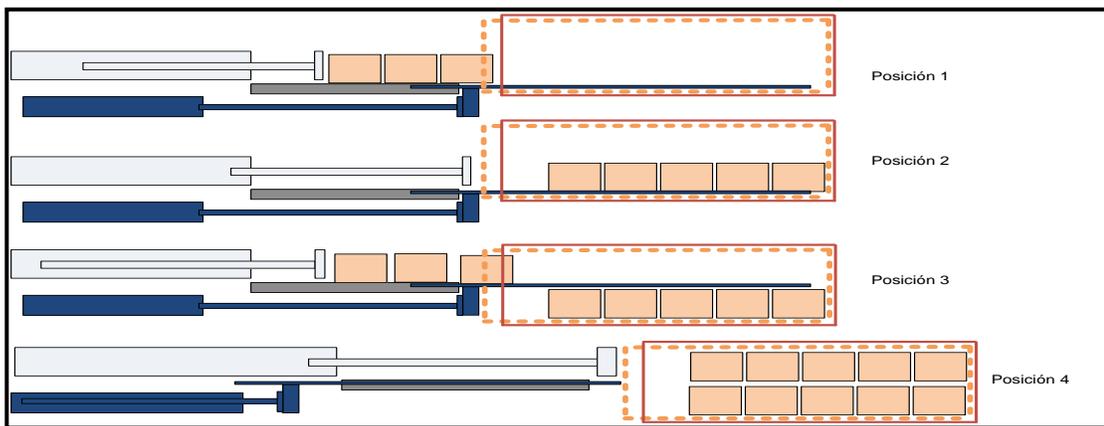


Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

A continuación se presentarán con figuras el funcionamiento del sistema, desde su posición inicial hasta su posición final.

En la figura 19 se muestran los movimientos que tendrá el pistón principal del sistema automático.

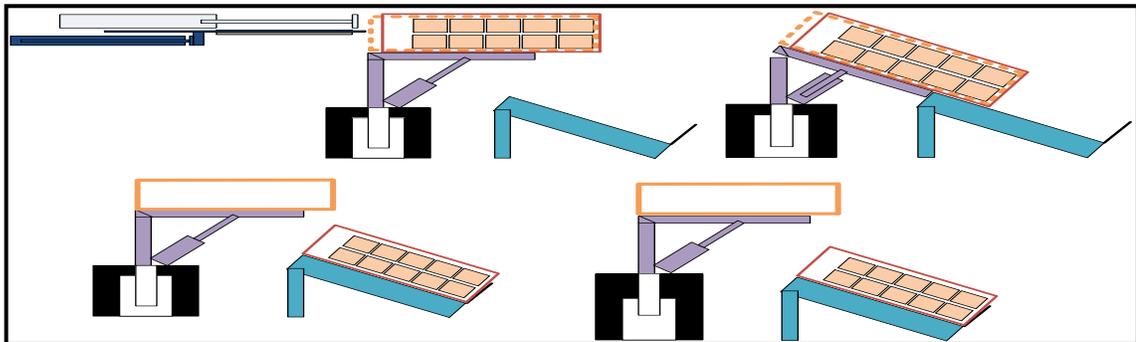
Figura 19. **Funcionamiento sistema llenado de paquetes**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

En la figura 20 se muestra el funcionamiento de descarga de la bolsa ya empacada con los 50 paquetes de fósforos.

Figura 20. **Funcionamiento de descarga de paquete ya empacado**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

#### 2.4.9. Elementos de la estructura

Estos elementos serán los utilizados para la construcción de la estructura del sistema de automatización de los empaques de fósforos de madera:

Tabla V. Elementos de la estructura

CANTIDAD	ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA
1	Lamina de ¼ aluminio 8x4 pies
40	Tornillos acero inoxidable de 20mm x 7mm
15	Pernos de acero inoxidable de 50mm x 10mm
2.5	Metros de tubo de ½" de aluminio

Fuente: elaboración propia.

#### 2.4.10. Sistema de control

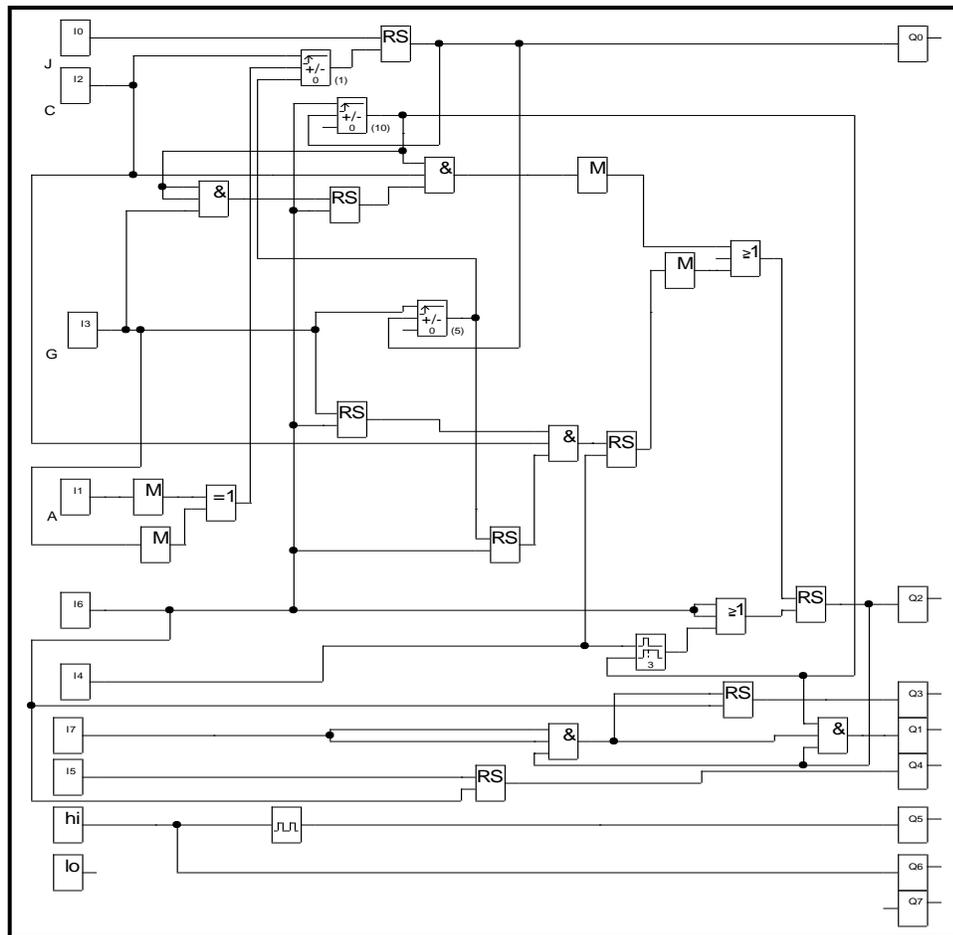
El sistema de control es el que da las señales para que el sistema de automatización actúe y logre realizar el proceso de empaqueo de fósforos de madera.

Este sistema da las señales por medio de sensores, los cuales mandan una señal de movimientos hacia el autómatas el cual cuenta con un software, y se basa en el para mandar las señales de cómo debe de actuar cada elemento neumático y eléctrico del sistema.

Este programa es controlado por medio de PLC (Power Line Communications, por sus siglas en inglés), que es conocido como comunicaciones por medio de cable eléctrico; a través de este se mandan las señales y se controla el sistema.

La programación del autómata se muestra a continuación, esto va a variar dependiendo el autómata que se posea:

Figura 21. Diagrama de programación del autómata



Fuente: Departamento Eléctrico de Fosforera Centroamericana, S.A.

#### 2.4.11. Instrumentos de control

Los instrumentos de control a utilizar en el sistema de automatización del empaque de fósforos de madera son los siguientes.

Tabla VI. Instrumentos de control

<b>CANTIDAD</b>	<b>INSTRUMENTOS DE CONTROL</b>
1	Amplificador fotoeléctrico 24 VDC
10	Sensores 24 VDC para cilindro neumático
3 mts.	Fibra óptica de reflexión
1	Autómata 8 entradas- 8 salidas 24 VDC Modicom Premium Telemecanique

Fuente: elaboración propia.

#### 2.5. Costo del sistema automático

El costo del sistema automático va a depender de todos los componentes que poseen y de las casas que distribuyen dichos elementos, la suma de todos estos costos, más el costo del montaje que serían las horas hombre, determinaría el costo final del sistema.

El costo total del sistema automático es de Q62 186,50, el cual incluye los costos de los elementos eléctricos, neumáticos, de control, montaje, estructura. Esto es más bajo que tener a los dos operadores trabajando en la línea, al sumar sus salarios y prestaciones, esto suma más de Q65 000 al año, indicando que recuperaríamos la inversión en el primer año.

Estos costos son beneficio de la relación comercial con estas empresas, por ende el sistema se convierte económicamente viable ya que son precios que no se manejan normalmente en el mercado.

### 2.5.1. Costo elementos eléctricos

Los elementos eléctricos del sistema automático se cotizaron en una empresa reconocida a nivel nacional, la cual ya es proveedora de la Fosforera Centroamericana, S.A.; siendo importante ya que así se puede obtener crédito para la compra de los elementos.

Tabla VII. Costo elementos eléctricos

CANTIDAD	ELEMENTO ELÉCTRICO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
7	Bases para relé 2PDT	Q80,00	Q560,00
7	Relés 2PDT 24 VDC	Q125,00	Q875,00
5	Bobinas para electroválvulas 24 VDC	Q250,00	Q1 250,00
27	Bornera para montar riel DIN	Q20,00	Q540,00
2	Luces piloto 24 VDC	Q10,00	Q20,00
1	Selector NO	Q300,00	Q300,00
2	Fusibles 1 amp. de cristal	Q3,00	Q6,00
2	Base para fusible de cristal tipo bornera	Q10,00	Q20,00
100 mts.	Cable calibre 14	Q3,50	Q350,00
1	Fuente 24 VDC	Q300,00	Q300,00
<b>GRAN TOTAL</b>			<b>Q4 221,00</b>

Fuente: Bodega de Repuestos y Materiales FOCASA

## 2.5.2. Costo elementos neumáticos

Para determinar los costos de los elementos neumáticos, se cotizaron en Fosforera Centroamericana, S.A. la empresa trabaja actualmente con varios proveedores y ya maneja costos, con ellos se ha logrado buenos precios debido a acuerdos que se tienen entre ambas empresas. Los acuerdos hacen que los costos sean más bajos que los que presentan otras compañías, como parte del acuerdo se prueban nuevos sistemas y dependiendo del funcionamiento, son adquiridos e implementados por la empresa para lograr aumentar la automatización de la planta de fósforos.

Tabla VIII. Costo elementos neumáticos

CANTIDAD	ELEMENTO NEUMÁTICO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cilindro neumático de doble efecto DNC-32-50-PPV-A	Q3 500,00	Q3 500,00
1	Cilindro neumático de doble efecto DNC-40-500-PPV-A	Q7 500,00	Q7 500,00
2	Cilindro neumático de doble efecto DNC-40-150-PPV-A	Q4 500,00	Q9 000,00
1	Cilindro neumático de doble efecto DNC-32-400-PPV-A	Q6 000,00	Q6 000,00
5	Electroválvulas 5/2 de 1/8" MFH-5-1/8	Q1 800,00	Q9 000,00
1	Unidad de manto. serie D	Q1 500,00	Q1 500,00
10	Válvulas anti retorno de 1/8" LRMA	Q700,00	Q7 000,00
40	Racores Qs 1/8-6"	Q23,00	Q920,00
10	Silenciadores 1/8"	Q30,00	Q300,00
4	Racores Qst 1/8-8"	Q35,00	Q140,00
5	Racores Qs 1/8-8"	Q30,00	Q150,00
		<b>GRAN TOTAL</b>	<b>Q45 010,00</b>

Fuente: Bodega de Repuestos y Materiales FOCASA

### 2.5.3. Costo elementos armazón

El costo de los elementos que componen la estructura o armazón se determinará de acuerdo a los materiales que ya se poseen en la bodega de repuestos y materiales, para solamente cotizar los elementos que hagan falta para la fabricación.

Tabla IX. Costo elementos de la estructura

CANTIDAD	ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Lamina de ¼ aluminio 8x4 pies	Q1 600,00	Q1 600,00
40	Tornillos acero inoxidable de 20mm x 7mm	Q1,20	Q48,00
15	Pernos de acero inoxidable de 50mm x 10mm	Q2,40	Q36,00
2.5	Metros de tubo de ½" de aluminio	Q50,00	Q125,00
		<b>GRAN TOTAL</b>	<b>Q1 809,00</b>

Fuente: Bodega de Repuestos y Materiales FOCASA

### 2.5.4. Costo de montaje

El costo del montaje, será las horas hombre que se utilizarán por parte de los mecánicos y electricistas al momento de ensamblar el sistema, y la supervisión de estos trabajadores.

Tabla X. Costo del montaje

HORAS	ELECTRICO/ MECANICO	COSTO HORA	COSTO TOTAL
36	Mecánico	Q16,50	Q594,00
22	Eléctrico	Q18,75	Q412,50
4	Supervisión	Q35,00	Q140,00
		<b>GRAN TOTAL</b>	<b>Q1 146,50</b>

Fuente: Planilla FOCASA.

### 2.5.5. Costo instrumentos de control

Los costos de los instrumento de control dependerán de los que ya se cuenten en la bodega de repuestos.

Tabla XI. Costo instrumentos de control

CANTIDAD	INSTRUMENTOS DE CONTROL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Amplificador fotoeléctrico 24 VDC	Q1 400,00	Q1 400,00
10	Sensores 24 VDC para cilindro neumático	Q800,00	Q8 000,00
3 mts.	Fibra óptica de reflexión	Q200,00	Q600,00
		<b>GRAN TOTAL</b>	<b>Q10 000,00</b>

Fuente: Bodega de Repuestos y Materiales FOCASA.

## **2.6. Montaje del sistema automático**

El montaje del sistema automático en la línea de producción se realizará con el personal del Departamento de Mantenimiento de la Fosforera Centroamericana, S.A.; con el personal del Área Eléctrica se realizará el montaje de todos los aspectos eléctricos como también los neumáticos, dejando para el Área Mecánica el montaje de la estructura del sistema y la verificación del funcionamiento conjuntamente con el Área Eléctrica. El tiempo promedio de instalación y de montaje es de 22 días hábiles, basados en los tiempos para proyectos que el personal de mantenimiento tiene asignado.

### **2.6.1. Montaje sistema eléctrico**

Se montarán los elementos eléctricos seguidos del montaje de la estructura que sostendrá todos los elementos que conforman el sistema automático.

Lo primero que se debe de hacer al empezar con una instalación eléctrica es verificar que las medidas de seguridad sean cumplidas a su totalidad para evitar cualquier tipo de percance, para esto hay que tomar en cuenta ciertos aspectos:

- Cortar el suministro eléctrico desconectando el interruptor general
- Respetar las normativas vigentes en la empresa para la instalación de elementos eléctricos.
- Utilizar siempre herramientas y productos certificados

Se debe de identificar los cables por color de aislamiento, ver figura 22, para esto se recomienda usar cables flexibles para su fácil manejo. Todas las tomas de corriente deben de ser conectadas al conductor de fase, al neutro y al de tierra.

Figura 22. **Color de aislamiento de cables**



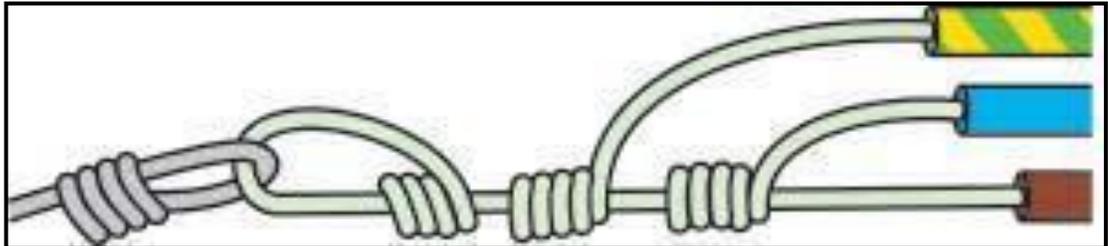
Fuente: <http://www.electricasas.com/instalacion-electrica-basica/>.

Consulta: 14 de agosto de 2010.

Todos los cables deben de ir dentro de tubos flexibles, esto con la finalidad de protegerlos de cualquier tipo de contaminación o golpes, evitando cualquier corto circuito. De no poder utilizar tubos flexibles debe de utilizarse tubo conduit, que es el utilizado para todo tipo de instalaciones eléctricas en la industria, tal es el caso de fosforera, se usa este método para la instalación eléctrica.

Para facilitar el paso de los cables por los tubos se puede usar una guía, anudando los cables en uno de los extremos, ver figura 23.

Figura 23. **Anudar cables en guía para tubos**



Fuente: <http://www.electricasas.com/instalacion-electrica/>. Consulta: 14 de agosto de 2010.

### **2.6.2. Montaje sistema neumático**

El sistema neumático se basa principalmente de cilindros doble efecto y electroválvulas, para el montaje de estos se debe de tener en consideración algunos aspectos:

- La presión del aire a manejar
- La ubicación
- La posición en que actuarán

Todo esto con la finalidad de que los elementos neumáticos funcionen correctamente y el tiempo de vida sea el predeterminado por los constructores como mínimo. Para la instalación de los cilindros se tiene que considerar aspectos importantes:

- En primer lugar, deberán ser retirados los protectores de roscas (tapones plásticos).
- En el ajuste del cilindro, todas las superficies de contacto deberán estar limpias y libres de imperfecciones, ya que pueden causar

desalineamiento, daños en el soporte del eje y en seguida pequeñas pérdidas, que con el transcurrir del uso podrán aumentar.

- Una vez instalado el cilindro, deberán ser efectuadas pruebas de ajuste. Verificando si el conjunto vástago – émbolo se mueve con facilidad, sin carga en la punta del vástago y sin aire en la línea.
- Realizadas estas observaciones, el cilindro deberá ser puesto en funcionamiento con aire comprimido en la línea.
- También, deberá ser verificado si el aire que el cilindro recibirá está debidamente filtrado y lubricado.

Para la instalación de las electroválvulas también existen ciertas recomendaciones que se deben de seguir para su correcto funcionamiento y alargar la vida útil del elemento:

- La electroválvula puede montarse en cualquier dirección. No obstante, cuando queda hacia abajo, las partículas extrañas que vienen en el fluido pueden adherirse al núcleo de hierro. Por consiguiente, se recomienda no montar las válvulas con esta orientación.
- Los materiales aislantes o de otro tipo puestos alrededor del grupo de la bobina, pueden calentar la bobina y en el peor de los casos fundirla.
- Los medios de protección contra el frío, como son las cintas anticongelantes y los calefactores, sólo pueden instalarse en la tubería y el cuerpo de la válvula.
- Excepto en el caso de los acoplamientos y los tubos de acero, la válvula debe montarse sobre un soporte, especialmente cuando la válvula es de vacío y anti fugas. El soporte evita el aflojamiento de los acoplamientos.
- Las válvulas no deben montarse en áreas que estén sometidas a índices elevados de vibración.

### **2.6.3. Montaje sistema estructural**

La estructura del sistema automático es importante que se encuentre bien anclada a la línea de producción, si esta no se encuentra en óptimas condiciones puede provocar que el sistema no tenga un funcionamiento correcto.

Para lograr que la estructura se encuentre bien anclada, se necesita que se utilicen pernos de sujeción de acero, las piezas de aluminio deben estar sujetas con tornillos de acero inoxidable.

La estructura se encontrara sujeta a la línea, este sistema automático no se moverá en ninguna circunstancia.

Se debe de tener en cuenta varios aspectos para el montaje de la estructura:

- La seguridad industrial es fundamental, se debe de eliminar todos los filos de los cortes del metal.
- Se debe armar la estructura antes de la instalación final, con el objetivo de evaluar si hay algún cambio que se debe de realizar antes.
- Al momento de empezar el montaje se debe de buscar la manera de lograr la alineación de los elementos para que conformen la estructura.
- Se colocarán los pernos y tornillos sin un apreté final, con motivo de observar si está bien alineado.
- Al realizar las comprobaciones se debe de realizar el apreté final de los pernos y tornillos.

#### **2.6.4. Montaje sistema de control**

Para el montaje del sistema de control, se instalará con alguien especializado, con conocimiento de los elementos de control y del autómeta, esto con la finalidad de no provocar ningún problema con el montaje ni con el sistema.

Los elementos de control son muy sensibles y por ende deben de ser manejados con mucho cuidado, la instalación es sencilla, lo complejo es realizar las conexiones eléctricas que debe de llevar, por lo mismo se recomienda seguir con lo mencionado en el subtítulo 2.6.1.

Se debe de colocar las fibras y sensores de movimiento en las posiciones que marcan los cilindros neumáticos de doble efecto, se debe de seguir la diagramación que se presenta en el subtítulo 2.4.2.

Algo muy importante a tomar en cuenta es que se debe realizar la instalación y montaje en momentos en que no se esté realizando la producción, ya que cualquier problema con el montaje e instalación no repercutirá en la producción.

#### **2.7. Mantenimiento del sistema automático**

El mantenimiento es algo muy importante para el funcionamiento del sistema. Se debe realizar un mantenimiento preventivo programado y un mantenimiento correctivo cuando sea necesario.

### **2.7.1. Mantenimiento del sistema eléctrico**

Para lograr un perfecto funcionamiento del sistema eléctrico, se harán mantenimientos preventivos supervisados, con rutinas semanales para evitar cualquier mantenimiento correctivo.

Se debe de tomar en cuenta la seguridad industrial al momento de realizar los mantenimientos, para lo cual se le entregará al personal todo el equipo necesario (guantes, overol, botas, lentes, tapones) para efectuar las tareas de forma segura.

Para el mantenimiento del sistema eléctrico se deben de seguir aspectos importantes:

- Crear rutinas de inspección del cableado y de los elementos eléctricos (semanal).
- Realizar aprietes de cableados en borneras (mensual)
- Realizar revisión de relés, bobinas, luces, fusibles y selector, verificar el funcionamiento (semestral).
- Revisión de las fuentes de energía eléctrica (semestral)
- Medición de niveles de corriente y voltaje (semanal)

### **2.7.2. Mantenimiento del sistema neumático**

Los elementos más importantes en el mantenimiento son las electroválvulas y los cilindros de doble efecto, los demás elementos neumáticos tienen un proceso de inspección, pero en la mayoría se cambian después del tiempo recomendado por el fabricante a excepción de la unidad de mantenimiento

Para hacer un buen mantenimiento en el cilindro, deben ser utilizados talleres o salas apropiadas, que dispongan de herramientas adecuadas y, si fuese posible, un panel de control y pruebas.

Siempre que sea necesario, deberá ser solicitado un *kit* de reparación para reponer las empaquetaduras de sellado. Esa reposición deberá ser realizada en todo el cilindro, ya que un cambio parcial generará un mayor número de reparaciones y consecuentemente, más interrupciones en la producción.

En el mantenimiento deberán ser observados algunos cuidados, tales como:

- Proteger las piezas con roscas, evitando que sufran golpes
- Proteger las superficies que posean un alto grado de terminación, evitando que sufran golpes, ralladuras y/o suciedad que las puedan dañar.
- No dejar que las piezas nuevas se mezclen con las viejas, ni que ellas se extravíen.
- Las piezas de goma no podrán sufrir cortes o arañazos, porque causarán pérdidas durante la aplicación.
- Cuando los sellos sean montados, se deberán proteger del contacto con superficies cortantes, rebabas, etc.
- Para efectuar la limpieza de las partes no utilizar solventes que ataquen las piezas de goma.
- Para desmontar, no se debe utilizar martillos de metal o herramientas con superficies cortantes (utilizar martillos de plástico).
- Durante el montaje, todas las piezas deben estar limpias, y lubricadas (donde sea necesario).

- Deberán ser tomados cuidados especiales para el montaje del sistema de amortiguación.

Para el mantenimiento de las electroválvulas y válvulas se deben de seguir ciertos aspectos:

- Las averías pueden originarse por suciedad, cortocircuito e interrupciones de tensión.
- Limpiar las tuberías antes de montar la válvula
- En caso necesario intercalar un filtro como protección para evitar averías
- Observar la dirección del flujo
- Sellar la rosca con cinta PTFE
- Extraer la bobina en el montaje en conexiones con bridas
- En ningún caso utilizar la bobina o el eje guía del núcleo como palanca al enroscar en la línea o tubería.
- El núcleo se puede bloquear en el eje por el sobrecalentamiento de la bobina.
- En caso de avería, verificar conexiones, tensiones y presión de funcionamiento.

La experiencia demuestra que se deben tener como piezas de recambio, por lo menos un 10 % del equipo instalado. Estos datos podrán ser confirmados mediante el estudio de la vida útil de cada pieza, lo que puede ser realizado mediante las fichas comúnmente utilizadas para efectuar el control del movimiento del material almacenado.

La duración de los componentes depende, en principio, de las condiciones de trabajo, de la temperatura ambiente, de la calidad del aire a ser utilizado, etc.

### **2.7.3. Mantenimiento del sistema estructural**

Al ser una estructura de aluminio lo que se tiene que buscar es la limpieza constante de los elementos que la conforman, ya que de no limpiarse se puede dañar el metal y con esto se tendrá una estructura no segura para el sistema.

Se deben de tener ciertos cuidados, al igual que una limpieza, para lo cual a continuación se dan ciertos consejos:

- Al igual que el acero inoxidable el aluminio es muy resistente a la corrosión, pero es muy susceptible al ataque de ácidos fuertes y alcalinos usados en algunos productos de limpieza. También es susceptible a la corrosión galvánica, si el aluminio u otro metal entra en contacto con una comida líquida que contenga un electrolito (por ejemplo la sal), puede formarse una corriente eléctrica que dé como resultado la disolución del metal más activo, que probablemente será el aluminio.
- Para la limpieza habitual se debe usar mezcla de detergente y agua templada siempre que sea posible. Los alcalinos, incluso el bicarbonato de sosa y especialmente los alcalinos más fuertes decoloran el aluminio. Si utiliza un limpiador fuerte, debe comprobar primero en una zona escondida que el producto no daña el aluminio. Seguir siempre las instrucciones que aparezcan en la etiqueta del producto.
- Los disolventes específicos quitarán el alquitrán y sustancias similares, pero si el aluminio es pintado debe comprobar antes en una pequeña superficie que no elimina también la pintura. Asegurar que se siguen las instrucciones de la etiqueta del disolvente, que no existen productos inflamables o chispas y que el lugar posee la ventilación adecuada.

#### **2.7.4. Mantenimiento del sistema de control**

Para el mantenimiento del sistema de control hay que considerar que la mayoría de elementos si no se les revisa constantemente y se les limpia, pueden sufrir daños permanentes que requieran el cambio del elemento.

Se deben de realizar rutinas de inspección de empalmes, de reflexión de señal, y verificar el funcionamiento de los elementos por completo, de existir un problema se realiza el cambio por uno nuevo.

Esta propuesta puede ser utilizada para las otras dos líneas de producción de fósforos de madera en la planta. Ya que estas también cuentan con la presentación de paquetes de diez.



### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Diagnóstico de la planta de fósforos**

En la actualidad la planta de fósforos no cuenta con un plan estratégico para la evacuación del personal ante cualquier tipo de riesgo. Sean estos riesgos naturales, físicos, mecánicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales.

Para determinar los riesgos potenciales se hicieron varios recorridos por la planta de fósforos, además de los recorridos se identificaron varias condiciones inseguras, de todo lo que se identificó en la planta central de fósforos, se determinó utilizar todo lo necesario para la elaboración de un Plan de Evacuación en caso de sismos o temblores.

Las condiciones inseguras que se detectaron fueron las siguientes:

- Máquinas sin protección en los elementos mecánicos
- Pisos demasiado sucios y con parafina
- Portones en malas condiciones
- Fugas de aceite en máquinas
- Sin existencia de rutas de evacuación
- No se tiene ubicación para el producto terminado
- Instalaciones eléctricas en malas condiciones

Todas las condiciones inseguras antes mencionadas, al momento de tener un evento natural que pueda producir cualquier desastre dentro y fuera de las instalaciones deben de ser eliminadas, con esto se logrará evitar cualquier riesgo de poder perder una vida o que ocurran lesiones ante dicho hecho.

Para poder salir adelante ante cualquier evento natural, sin ninguna persona lesionada, se debe de tener una planificación estratégica de cómo debe de actuar todo el personal ante dicho suceso que acontece. Debido a esto a continuación se presentará la distribución de las líneas de producción de la fábrica, se propone un sistema organizacional de prevención y rescate, así como el diseño de las rutas de evacuación de la planta, por último se entregó un boletín informativo en el que se da a conocer al personal como debe de actuar ante dicho evento catastrófico natural.

Para iniciar, ya identificadas las condiciones inseguras se debe de planificar como se corregirán, para luego pasar al punto de ya capacitar al personal respecto a cómo debe de actuar ante un suceso natural inesperado.

### **3.1.1. Distribución de líneas en la planta**

Las líneas de producción dentro de la planta son las siguientes:

- Línea madera C148
- Línea madera KL2
- Línea cartera

Además se encuentra dentro de la nave principal:

- Bodega de producto terminado
- Máquinas auxiliares

### **3.1.2. Línea C148**

Esta línea de producción trabaja con seis operadores que hacen la labor de ingresar materia prima o de empacar el producto terminado. En esta se pueden tener varios riesgos al intentar evacuar, los cuales son los siguientes:

- Riesgo físico: resbalar al salir corriendo por manejar parafina en la línea, por quemadura con parafina caliente, por golpe con cualquier elemento mecánico de la máquina.
- Riesgo químico: contaminación con pasta de ignición, inhalación de polvo en el plantado del palo de madera.
- Riesgo eléctrico: por cualquier contacto con cables o instalaciones eléctricas de la máquina.
- Riesgo psicosocial: *stress* por el acontecimiento natural

### **3.1.3. Línea KL2**

Esta línea de producción trabaja con cinco operadores que hacen la labor de ingresar materia prima o de empacar el producto terminado. En esta se pueden tener varios riesgos al intentar evacuar, los cuales son los siguientes:

- Riesgo físico: resbalar al salir corriendo por manejar parafina en la línea, por quemadura con parafina caliente, por golpe con cualquier elemento mecánico de la máquina.
- Riesgo químico: contaminación con pasta de ignición, inhalación de polvo en el plantado del palito de madera.
- Riesgo eléctrico: por cualquier contacto con cables o instalaciones eléctricas de la máquina.
- Riesgo psicosocial: *stress* por el acontecimiento natural

#### **3.1.4. Línea Cartera**

En esta línea trabajan veintiséis operadores que realizan la labor de ingresar materia prima o de empacar producto terminado. En esta se pueden tener varios riesgos al intentar evacuar, los cuales son los siguientes:

- Riesgo físico: resbalar al salir corriendo por manejar parafina en la línea, por quemadura con parafina caliente, por golpe con cualquier elemento mecánico de la máquina, quemaduras por incendio del peine.
- Riesgo químico: contaminación con pasta de ignición
- Riesgo eléctrico: por cualquier contacto con cables o instalaciones eléctricas de la máquina.
- Riesgo psicosocial: *stress* por el acontecimiento natural

### **3.1.5. Máquinas auxiliares**

Existen para las tres líneas de producción de fósforos, las cuales abastecen de materia prima a las líneas de madera o la línea de carterita.

En estas máquinas se encuentran trabajando siete operadores, los cuales ingresan materia prima y la transforman en materia prima para las líneas de producción. Existen riesgos al intentar evacuar, los cuales son:

- Riesgo físico: resbalar al salir corriendo, por golpe con cualquier elemento mecánico de la máquina, cortaduras de dedos o pérdida de miembros.
- Riesgo químico: contaminación con pasta de fricción
- Riesgo eléctrico: por cualquier contacto con cables o instalaciones eléctricas de la máquina.
- Riesgo psicosocial: *stress* por el acontecimiento natural

### **3.1.6. Bodega de producto terminado**

En esta área trabaja un operador y un supervisor de despachos, los cuales se encargan de recibir el producto terminado a producción y de realizar la logística para que el producto llegue al cliente, presentan los siguientes riesgos:

- Riesgo físico: resbalar al salir corriendo, golpe con *pallets* de producto terminado.

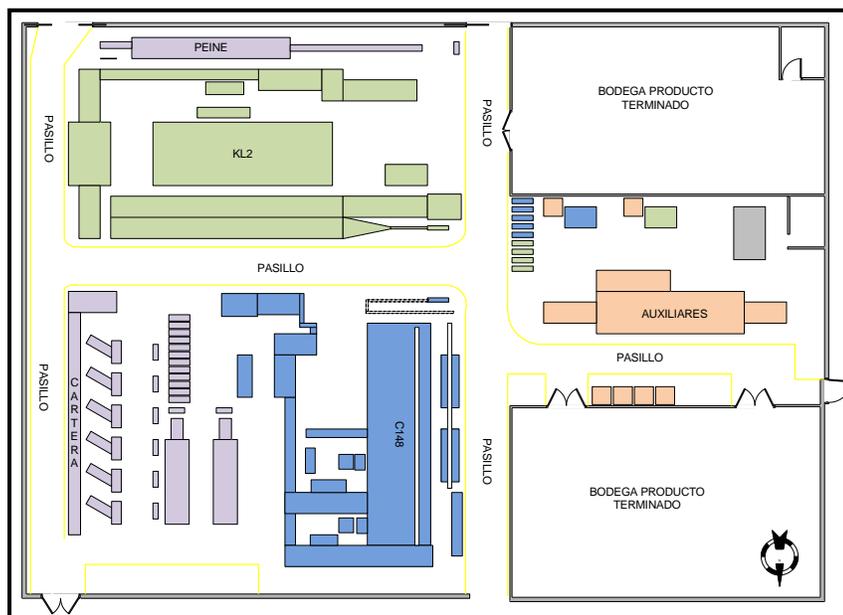
- Riesgo psicosocial: *stress* por el acontecimiento natural

### 3.2. Plano de la planta con su distribución

A continuación se muestra la distribución de las líneas de producción de madera, la línea de producción de carterita, máquinas auxiliares y la bodega de producto terminado, así como también se muestran los diferentes pasillos que se encuentran en la planta de producción, ver figura 24.

En ninguna de las áreas se cuenta con señalización de las rutas de evacuación, tampoco se encuentran señalizados los lugares de encuentro por si sucede un desastre natural y hay necesidad de encontrarse en estos puntos.

Figura 24. **Distribución de líneas en planta principal**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

### **3.3. Riesgos naturales con propensión a ocurrir**

En la ciudad de Guatemala de la Asunción, se es propenso a todos los riesgos por parte de la naturaleza, pero se puede decir que se tienen más probabilidades de que ocurran ciertos riesgos como lo son los temblores, terremotos, incendios, inundaciones, lluvias de ceniza por volcanes, deslaves.

En este caso el estudio se enfoca en los temblores y terremotos, los cuales debido a la cercanía de la falla del Frutal, pueden ser más ocurrentes en este sector, al igual que la probabilidad de un terremoto de alta magnitud, debido a toda la energía que no se ha liberado desde el terremoto de 1976.

#### **3.3.1. Terremotos y temblores**

Debido a la ubicación de la planta, en una zona industrial, y cercana a fallas naturales, este incidente natural puede ocurrir con más frecuencia, a lo largo de los años se han sufrido varios temblores, en los cuales no se ha sabido cómo actuar, si se debe de evacuar o simplemente esperar, en el terremoto de 1976 la fábrica no se encontraba en labores por el horario en que ocurrió dicho siniestro y gracias a esto no ocurrió ninguna pérdida humana, fueron solamente pérdidas materiales.

#### **3.3.2. Incendios**

Los incendios en esta empresa son frecuentes sobre todo en el área del basurero y en el área de desperdicio para la caldera, con mucha frecuencia se presentan, y se controlan con sistemas automáticos y con el personal operativo.

Hay que aclarar que el personal no se encuentra capacitado para reaccionar antes estos hechos. Por ello cuando suceden se toman decisiones incorrectas, como usar un extintor inadecuado; estos errores le cuestan dinero a la empresa, por ello se capacitará al personal en estos aspectos.

### **3.3.3. Inundaciones**

Las inundaciones en la empresa se presentan solamente en los meses de más lluvia. En un periodo de noviembre a abril como prevención se realizan limpiezas mensuales de los drenajes, así como revisión de techos y paredes, esto con la finalidad de evitar que el agua entre a las instalaciones y provoque pérdidas materiales, daños en las instalaciones o algún daño en seres humanos.

Debido a estos aspectos naturales que no se pueden evitar, se decide realizar una propuesta e implementarla dentro de la empresa, la cual está enfocada a los terremotos para lo cual se crea un procedimiento de evacuación, en el cual se empieza desde la prevención, terminando en la actuación del personal ante dicho siniestro si es que ocurriera.

### **3.4. Diseño de un procedimiento de evacuación en caso de desastres naturales (terremotos)**

Antes de iniciar con cualquier procedimiento se debe de tener bien localizados los riesgos que se pueden presentar y tratar de minimizarlos o eliminarlos por completo, para esto se presentaron los riesgos en los subtítulos 3.1 y 3.3.

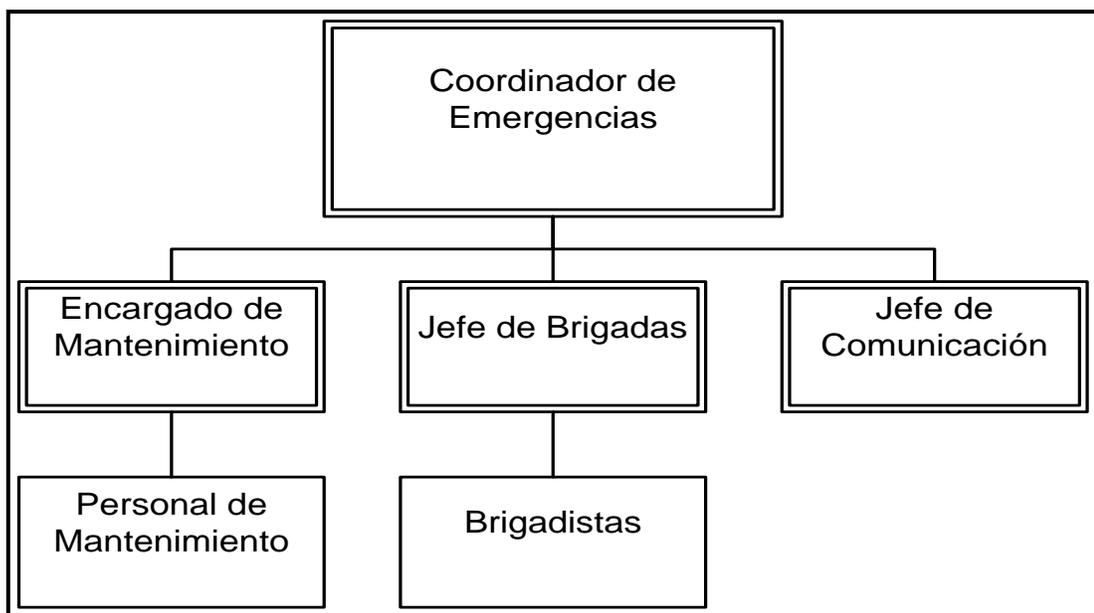
Lo primero que se debe de hacer es contar con el personal indicado para asignar las actividades y responsabilidades necesarias en caso de que ocurriese un evento natural como este.

### 3.4.1. Prevención

Se debe poseer una organización adecuada del personal de la empresa para que se realicen las acciones necesarias enfocadas a la prevención o si en su momento es necesario para responder ante la emergencia.

Por lo que se sugiere una organización sencilla que pueda realizar estas acciones en cualquier momento que se le necesite, ver figura 25:

Figura 25. Organización de prevención y rescate



Fuente: elaboración propia.

A continuación se explican las actividades de cada uno de los representantes de la organización de prevención y rescate, siendo ellas vitales para prevenir cualquier tipo de inconveniente ante un siniestro como lo es un terremoto.

- **Coordinador de emergencias:** es quién se encarga de coordinar las acciones de capacitación y adiestramiento de los grupos de respuesta, así como de realizar el manejo operativo interno ante una situación de emergencia, este Coordinador debe contar con un suplente para que responda en caso de ausencia.

Principalmente se encarga de coordinar las acciones preventivas y reactivas que se sugieren a continuación, considerando la distribución de funciones entre el equipo de emergencia de la empresa:

- Identificar los riesgos estructurales y no estructurales a los que está expuesto el inmueble, junto con el encargado de mantenimiento o bien con personal especializado en evaluación de estructuras.
- Elaborar los croquis del inmueble necesarios para identificar la ubicación y características del mismo.
- Implementar de la señalización en todo el inmueble
- Establecer el puesto de control para el desarrollo del simulacro y en su caso de las acciones de emergencia.
- Determinar y verificar la ubicación de los observadores y evaluadores antes de la realización del simulacro.
- Organizar la participación de los grupos de apoyo externo en el desarrollo del simulacro o en las acciones de emergencia.
- Tener comunicación constante con los jefes de brigada

- Establecer el contacto permanente con las autoridades en caso de emergencia o realización de simulacros.
- Ubicar refugios temporales seguros y hacerlo saber a los usuarios del establecimiento, de ser necesarios.
- Gestionar con el administrador la contratación de seguros contra terremotos evaluando los requisitos y las necesidades.
- Verificar el funcionamiento en todo momento de los sistemas generales de seguridad y protección.
- Prever instalaciones alternas para el manejo de datos, protección de expedientes esenciales.
- Conocer y coordinar con otros planes de emergencia: gobierno local.
- Mantener disponibles los sistemas de aviso
- Mantener disponibles en todo momento los procedimientos para el cierre de emergencia de las operaciones del negocio.
- Celebrar acuerdos de apoyo entre diversas empresas que puedan sustituir los servicios en caso de suspensión de actividades de manera temporal.
- Evaluar los requisitos e itinerarios de adiestramientos del personal del equipo y en general.
- Proponer los planes para la continuidad de la administración
- Definir el inventario de destrezas de los empleados y explotar las facultades de los mismos.
- Definir con la administración del negocio, los planes para la autosuficiencia durante las 72 horas posteriores al sismo y en caso de suspensión de servicios básicos.
- Promover la restauración de negocio
- Normar los procedimientos de seguridad para los empleados
- Definir los planes de finanzas para emergencias.

- Establecer los programas de asistencia a la comunidad
- Jefe de brigadas: integrado por personal del negocio y que estarán encargados de la coordinación de los brigadistas; el jefe de brigadas debe contar con un suplente para que responda en caso de ausencia.

Es el responsable inmediato de las instalaciones, debiendo coordinar las acciones directas entre los brigadistas con respecto a los usuarios del inmueble, mediante las siguientes actividades básicas:

- Realizar la evaluación inicial de la situación
- Establecer comunicación con el coordinador de emergencias para acordar las acciones a implementar en las etapas de prevención.
- Coordinar el desalojo de su área de acuerdo a lo indicado por el coordinador de emergencias.
- Verificar visualmente la presencia y ubicación de los brigadistas y de los usuarios.
- Levantar junto con la gerencia, el censo de población en su piso
- Asegurar que las rutas de evacuación estén libres de obstáculos
- Indicar a los brigadistas las rutas de evacuación
- Dar instrucciones a los brigadistas para que se organice a los usuarios en filas de desalojo.
- Mantener la calma de brigadistas y usuarios a través de señales, altavoces o intercomunicación.
- Dar la señal de desalojo a los brigadistas, para conducir a los usuarios por las rutas de evacuación hasta la zona de seguridad.
- Supervisar a los brigadistas en la utilización de equipos de emergencia y en su caso apoyarlos.
- Verificar el desalojo total del área

- Revisar la lista de personal presente levantada en el Área de Seguridad, reportando al coordinador de emergencias los ausentes y las causas si las conoce.
  - Mantener el orden de los evacuados del área a su cargo, en las zonas de seguridad.
  - De ser necesario, informar al coordinador de emergencias, sobre el desarrollo de las acciones de simulacro realizadas en el área.
- Brigadistas: los brigadistas deberán contar con franca disposición de colaboración y don de mando, iniciativa propia, buena salud física y mental; además del reconocimiento de sus compañeros como integrante de la brigada. Dependiendo de la cantidad y ubicación del personal, se deberán designar brigadistas para cada área del inmueble, asegurando que exista cuando menos uno por cada diez personas.
    - Los brigadistas, deben poseer amplios conocimientos en primeros auxilios y técnicas de rescate.
    - Estos deben ser capacitados constantemente en cada una de sus áreas de apoyo, para ello deben colaborar estrechamente con el jefe de brigadas y el coordinador de emergencias de la empresa.
    - Deben recibir y ejecutar las instrucciones específicas del jefe de brigadas.
    - Informar al jefe de brigadas sobre las situaciones no consideradas en el plan de evacuación.
    - Coadyuvar a la conservación de la calma entre los usuarios
    - Dirigir a los evacuados a la zona de seguridad
    - Accionar el equipo de seguridad cuando la situación lo requiera
    - Pasar lista a las personas a su cargo en el Área de Seguridad reportando las ausencias al jefe de brigadas y el motivo si lo conoce.

- Cooperar en lo posible con los cuerpos de emergencia externos
- Encargado de mantenimiento: velará por las siguientes actividades:
  - Inspeccionar los componentes estructurales y no estructurales
  - Conducir una evaluación de riesgos para determinar el potencial de daños y los riesgos por terremoto.
  - Establecer un programa de fortalecimiento de edificio, basado en la evaluación de riesgos.
  - Crear un procedimiento, para una rápida evaluación de daños y producir un reporte después del evento.
  - Revisar los procedimientos de desalojo en caso de una emergencia.
  - Establecer y mantener una lista de teléfonos de comunicaciones de emergencia.
  - Determinar y mantener una fuente de electricidad de emergencia para los sistemas de comunicaciones, en caso de que ocurra una falla en el sistema primario de electricidad.
  - Hacer un listado de todos los equipos de comunicaciones autónomos, como radios portátiles y unidades de radio teléfono.
  - Mantener sintonía en la radio comercial
- Jefe de comunicación: responsable de desarrollar un plan de comunicación de las situaciones especiales, intercambiar información con los portavoces. Entre las actividades que podrían destacar para el jefe de comunicación podrían sugerirse las siguientes:

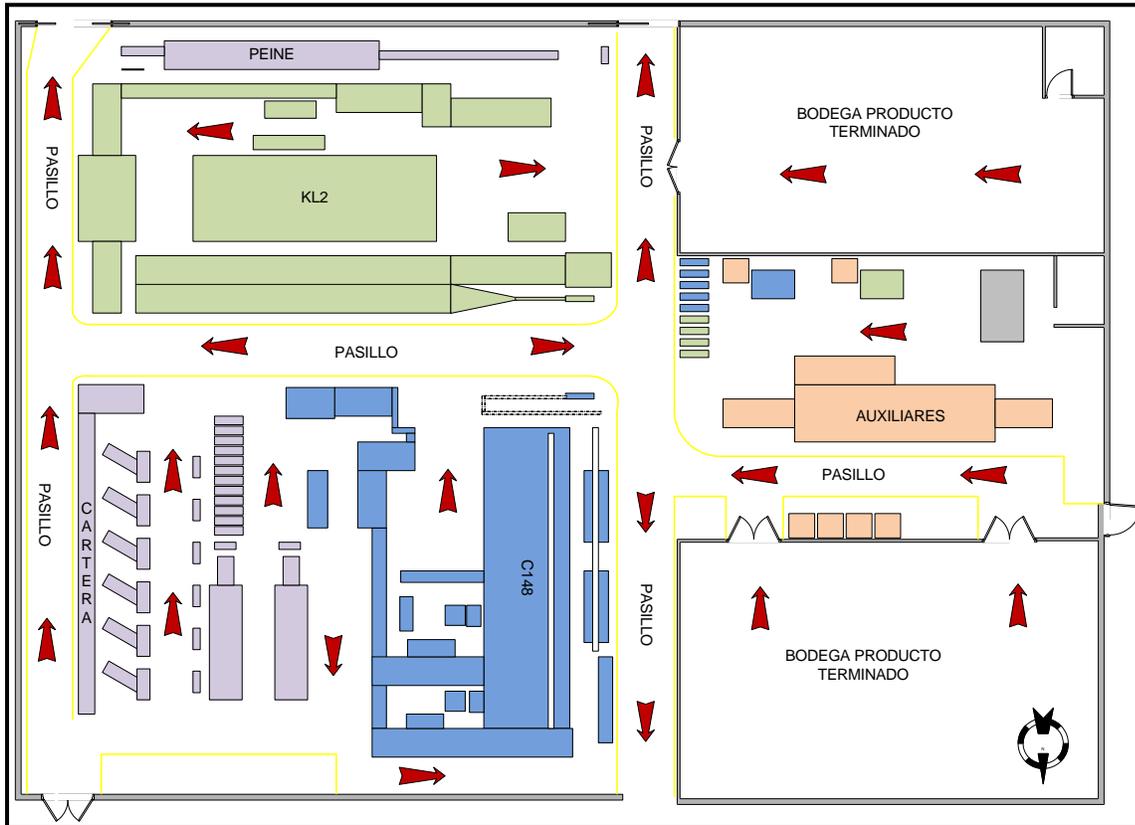
- Ser el enlace entre el negocio y la comunidad, los medios de comunicación, a través de un plan de comunicaciones.
- También tiene como responsabilidad mantener el Plan de Comunicaciones operando y activar dicho plan en el tiempo oportuno.
- Dar a conocer a los medios, a las organizaciones privadas o públicas, respecto a la situación prevaleciente después de un sismo.
- Establecer canales de comunicación, para difundir los mensajes apropiados y procurar los enlaces entre los usuarios de los servicios de la negociación y sus familiares.

### **3.5. Rutas de evacuación**

Para determinar las rutas de evacuación se analizó toda la nave industrial, se inspecciono cuáles son los riesgos que se pueden tener al momento de un terremoto y que pueden ser un obstáculo para una fácil evacuación del personal hacia los sectores de seguridad.

Las rutas de evacuación están dirigidas hacia los patios de la empresa, en estos lugares se encontrarán los puntos de reunión para realizar los conteos del personal y saber si hay alguien que falta, por si se decide regresar a la nave principal y buscarlos, esto se puede ver claramente en la figura 26 que se muestra a continuación:

Figura 26. Rutas de evacuación



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

### 3.6. Acciones y toma de decisiones en caso de evacuaciones por terremoto

Cuando se realiza una ubicación de una planta industrial y sus instalaciones administrativas, las decisiones y acciones que se tomen son sumamente importantes, ya que de ellas pueden depender las vidas del personal que se encuentre en las instalaciones al momento del temblor o terremoto.

Debido a la importancia se toma la decisión de realizar capacitaciones y simulacros para el personal, con esto se quiere tener al personal preparado ante un suceso como este.

Las capacitaciones se realizarán conjuntamente con los bomberos voluntarios una vez al año, y así poder aprovechar la presencia de ellos para resolver dudas que ellos como expertos pueden aclarar, al igual se le pedirá apoyo a CONRED (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres) para que de igual manera disipe dudas y pueda ampliar más del tema.

Y para que esto no quede en una sola capacitación el personal y pueda llegar al hogar de cada uno de los empleados, se proporcionará un boletín con toda la información de cómo se debe de actuar, antes, durante y después de un siniestro natural, para que ellos puedan compartir con sus familias la información de cómo deben actuar ante un sismo, se puede observar a continuación en la figura 27:

Figura 27. Boletín ¿Cómo actuar ante un sismo? Antes, durante y después del sismo

## Fosforera Centroamericana, S.A.

### ¿Cómo actuar ante un sismo?

#### Antes del sismo

 Recorra a técnicos y especialistas para la construcción o reparación de su edificio, de este modo tendrá mayor seguridad ante un sismo. Asegúrese de que se aplique el Reglamento de Construcción.

 Mantenga siempre en buen estado las instalaciones de gas, agua, vapor y electricidad, en sus instalaciones de servicio. Para evitar que dichas instalaciones se dañen durante un sismo, use conexiones flexibles.

 Junto con el Coordinador de Emergencias de la empresa, prepare un plan para enfrentar los efectos de un sismo. Esto requiere, como fase inicial indispensable, que organice y ejecute simulacros. Coloque, en lugares visibles, la señalización, correspondiente a las rutas de evacuación, así como los puntos en que los turistas y personal de la empresa puedan reunirse sin peligro.

Continuación de la figura 27.

<p><b>Continuación.....</b></p> <p>Guarde provisiones (comida enlatada y agua embotellada), podrían ser necesarias, procure revisar la caducidad de los alimentos, sustituya su aprovisionamiento cuando más cada seis meses.</p> <p>Tenga a la mano: números telefónicos de emergencia, botiquín, un radio portátil y una linterna con pilas en cada piso. Informe al personal sobre la ubicación de equipo de emergencia, Cerciórese de que la luz de emergencia se accionará en caso de falla de suministro de energía eléctrica.</p> <p>Identifique los lugares más seguros de sus instalaciones, las salidas principales y alternas. Verifique que las salidas y pasillos estén libres de obstáculos.</p> <p>Fije a la pared: repisas, cuadros, armarios, estantes, espejos y libreros. Evite colocar objetos pesados en la parte superior de éstos.</p> <p>Asegure firmemente al techo las lámparas y candiles.</p>	     
---	--

Continuación de la figura 27.

	<p><b>Continuación.....</b></p> <p>Procure que todos sus empleados, y de preferencia también los visitantes, especialmente los niños, tengan consigo una identificación. De ser posible con número telefónico y tipo de sangre.</p>
	<p><b><u>Durante el sismo</u></b></p> <p>Conserve la calma, no permita que el pánico se apodere de usted. Tranquilece a las personas que estén alrededor. Ejecute las indicaciones previstas en su Plan de Acción. Ubíquese en zonas de seguridad, ¡usted las conoce!</p>
	<p>Diríjase y condúzcase a los lugares seguros previamente definidos; recomiende que se cubran la cabeza con ambas manos colocándola junto a las rodillas. Aléjese de los objetos que puedan caer o deslizarse. Procure conservar la calma y ubíquese en las zonas de seguridad.</p>
	<p>No se apresure a salir, el sismo dura sólo unos segundos y es posible que termine antes de que usted lo haya logrado. Manténgase alejado de ventanas, espejos y artículos de vidrio que puedan quebrarse.</p>

Continuación de la figura 27.

<h3>Continuación.....</h3> <p>Evite estar bajo candiles y otros objetos colgantes, asegúrese lejos de cables, postes, árboles y ramas, escaleras exteriores, edificios con fachadas adornadas, balcones y de cualquier otro objeto que pudiera caer. Si se encuentra en el exterior o en sitios donde el acceso a espacios abiertos es inmediato, busque un lugar seguro; al aire libre es difícil que le caiga algo encima. De ser posible cierre las llaves del gas, baje el interruptor principal de la alimentación eléctrica y evite prender cerillos o cualquier fuente de incendio, sugiera a los empleados hagan lo propio.</p>	
<h3><u>Después del sismo</u></h3> <p>Use el teléfono sólo para llamadas de emergencia. Escuche la radio para informarse y colabore con las autoridades.</p> <p>Verifique si hay lesionados, incendios o fugas de cualquier tipo, de ser así, llame a los servicios de auxilio.</p> <p>Si es necesario evacuar el inmueble, hágalo con calma, cuidado y orden, siga las instrucciones de las autoridades.</p> <p>Reúnase con los empleados en el lugar previamente establecido, a fin de elaborar un conteo de las personas que se encontraban en su inmueble.</p>	  

Continuación de la figura 27.

	<h3>Continuación.....</h3> <p>Efectúe con cuidado una revisión completa. No haga uso de ellos si presentan daños graves y repórtelo a las autoridades. En caso del inmueble, haga que lo revise un especialista; él le indicará lo que hay que hacer en cuanto al funcionamiento, ocupación y reparación. Limpie los líquidos derramados o escombros que signifiquen peligro. Si se trata de sustancias tóxicas, hágalo con el debido cuidado.</p>
	
	<h3>Replicas</h3> <p>Esté preparado para futuros sismos, llamados réplicas, éstas pueden presentarse en las siguientes horas, días o semanas. Generalmente son más débiles, pero pueden ocasionar daños adicionales.</p>
	<p>Aléjese de los edificios dañados y evite circular por donde existan deterioros considerables.</p>
	<p>No consuma alimentos ni bebidas que hayan podido estar en contacto con vidrios rotos o algún contaminante. En caso de quedar atrapado, conserve la calma y trate de comunicarse al exterior golpeando con algún objeto.</p>
	<p><b>Julio B. Ríos Contreras</b></p>

Fuente: elaboración propia.

## **4. FASE DE DOCENCIA**

### **4.1. Trabajo en equipo**

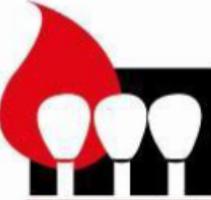
El trabajo en equipo para cualquier organización es vital para la elaboración de todos los procesos, sean estos: manufactura o servicios. Esto puede dar muy buenos resultados, con el trabajo en equipo se logra el entusiasmo y debido a este entusiasmo la organización logra ser efectiva y los trabajadores logran mejores relaciones personales.

#### **4.1.1. Capacitación trabajo en equipo**

En una industria manufacturera como lo es Fosforera Centroamericana, S.A. es muy importante el trabajo en equipo, debido a esto se toma al personal de la línea C148 y se le dió una capacitación, mostrando la importancia de trabajar en equipo, enseñando aspectos importantes para trabajar en equipo, demostrando que los resultados puede mejorar muchísimo al hacerlo de esta manera.

En esta capacitación se presentaron diapositivas mostrando los aspectos importantes del trabajo en equipo y como pueden ellos hacerlo funcionar. Se realizó un análisis grupal de los aspectos que ellos consideraban dentro de los puestos de trabajo que serían importantes mejorar para lograr el trabajo en equipo dentro de la línea.

Figura 28. **Diapositiva ventajas del trabajo en equipo para individuos**



**Fosforera  
Centroamericana, S.A.**

**Ventajas del trabajo en equipo**

**Para los individuos**

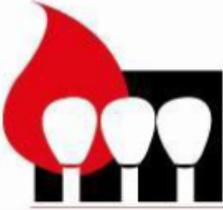
- Se trabaja con menos tensión al compartir los trabajos más duros y difíciles
- Se comparte la responsabilidad al buscar soluciones desde diferentes puntos de vista
- Es más gratificante por ser participe del trabajo bien hecho
- Se comparten los incentivos económicos y reconocimientos profesionales
- Puede influirse mejor en los demás ante las soluciones individuales que cada individuo tenga
- Se experimenta de forma más positiva la sensación de un trabajo bien hecho
- Las decisiones que se toman con la participación de todo el equipo tienen mayor aceptación que las decisiones tomadas por un solo individuo.
- Se dispone de más información que cualquiera de sus miembros en forma separada
- El trabajo en grupo permite distintos puntos de vista a la hora de tomar una decisión. Esto enriquece el trabajo y minimiza las frustraciones.
- Podemos intercambiar opiniones respetando las ideas de los demás
- Logra una mayor integración entre las personas para poder conocer las aptitudes de los integrantes

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a las ventajas que se obtienen en cada individuo se logró que observaran como el esfuerzo de todos también hace que lo individual mejore, facilitando muchas tareas, obteniendo mejores resultados y por ende mejores bonificaciones por los resultados obtenidos.

Se obtienen soluciones de manera más fácil y sencilla debido a la colaboración de todos los miembros del equipo, tomando en cuenta todas las observaciones y evaluando cuáles serán las que se tomen en cuenta.

Figura 29. **Diapositiva ventajas del trabajo en equipo para empresas**



**Fosforera  
Centroamericana, S.A.**

**Ventajas del trabajo en equipo**

**Para las empresas y organizaciones**

- Aumenta la calidad del trabajo al tomarse las decisiones por consenso
- Se fortalece el espíritu colectivista y el compromiso con la organización
- Se reducen los tiempos en las investigaciones al aportar y discutir en grupo las soluciones.
- Disminuyen los gastos institucionales
- Existe un mayor conocimiento e información
- Surgen nuevas formas de abordar un problema
- Se comprenden mejor las decisiones
- Son más diversos los puntos de vista
- Hay una mayor aceptación de las soluciones

Fuente: elaboración propia.

De igual manera se mostró a todo el personal de la fábrica las ventajas que la empresa obtiene al colaborar y trabajar en equipo, al lograr que la empresa disminuya gastos o costos, los beneficiados son todos, ya que esto puede generar la estabilidad laboral e incluso aumentos salariales por buenos resultados.

Por último se les mostro el vídeo del vuelo de los gansos, en el cual se ejemplifica de mejor manera el trabajo en equipo, se observó que sucede si un miembro del equipo se cansa otro lo sustituye, si algún ganso se lastima dos de sus compañeros lo cuidan hasta su muerte o su mejoría para volver a volar.

#### **4.1.2. Creación de grupos operativos**

La creación de los grupos es sumamente importante para el trabajo en equipo, pero en realidad en qué consisten los grupos operativos: estos los conforman todo el personal de la línea, todos los miembros son reunidos por un período, en el cual se realiza una lluvia de ideas, y se abordan varios temas: productividad, seguridad industrial, comunicación, apoyo de parte de supervisión y jefaturas. De la lluvia de ideas fue posible tomar las ideas que más mencionaron los integrantes del grupo, estas se analizaron y se determinaron causas o motivos, y se confirmó si realmente esa actividad es la que afecta en el rendimiento del equipo de trabajo.

Con las ideas claras se tomaron las tres más mencionadas y se analizaron las causas que las pueden estar generando, se propusieron soluciones de parte de todos los miembros y se tomaron las soluciones que más sean acordes y viables para la línea.

En este grupo está presente el supervisor de turno, quien se encarga de velar porque la reunión sea productiva y acorde a los problemas sucedidos, así como también de aclarar la posición de la empresa ante dichos problemas.

Esta reunión se hará con un período de un mes, si es necesario se puede hacer con una menor frecuencia, todo depende de los resultados que se estén obteniendo y del tiempo que se tenga para detener la producción.

#### 4.1.3. Creación de minutas determinación de problemas

Las minutas de determinación de problemas se crean durante la reunión de grupos operativos, en esta se anotan los sucesos que según el personal de la línea considera que le están afectando para el buen desempeño.

Figura 30. Minuta de determinación de problemas

FOFORERA CENTROAMERICANA S.A. GRUPOS OPERATIVOS LÍNEA C148 FECHA			
<b>MINUTA DETERMINACIÓN DE PROBLEMAS</b>			
MÁQUINA	PROBLEMA	CAUSA	OBSERVACIÓN
ABM			
C90			
CONTINUA			
PLANTADO			
ENCABEZADO			
C121			
EMPAQUE MANUAL			

Fuente: elaboración propia.

En esta minuta se anotan los problemas que aquejan los operadores de las máquinas, se anota la posible causa y una observación, esto se hace para cada máquina que conforma la línea de producción. Además se hacen anotaciones que no sean directamente de las máquinas pero que afectan el buen desempeño del personal de la línea.

## **4.2. Calidad en la fuente y aseguramiento de calidad**

Calidad una palabra que tiene muchos significados, pero cuando se habla del Área de Producción lo primero que se viene a la cabeza es un buen producto con ciertas características, que cumple o satisface las necesidades de un cliente, en algunas ocasiones cumple con lo anteriormente mencionado y tiene más características que hacen que el cliente obtenga más satisfacción.

En Fosforera Centroamericana se tiene un control de calidad con aspiraciones a ser un aseguramiento de calidad, es por eso que se piensa en dar inicio con la capacitación del personal para encaminar el control de calidad hacia el aseguramiento de calidad.

### **4.2.1. Capacitación calidad en la fuente**

Cuando se habla de calidad en la fuente se refiere a calidad en cada puesto de operación, realizando las inspecciones necesarias tanto a materia prima como el producto final de cada máquina, con esto se busca ir eliminando el control de calidad como tal.

Esto también lleva a que el operador pueda detectar problemas y pueda darles solución, en muchas ocasiones son ellos la voz de alerta de un problema, y que mejor que sean ellos mismos quienes lo puedan solucionar.

Para la comprensión de este concepto se le dio a conocer como primer punto al operador lo que es y significa calidad, grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos, seguido se cuestiona que también conocen la operación que deben de realizar en su puesto de trabajo, si un operador no conoce bien las funciones que le corresponden mucho menos

podrá cumplir con las especificaciones que debe cumplir, o que su materia prima deba de cumplir.

Por lo cual lo importante es que un operador tenga la capacidad de poder determinar si su materia prima está cumpliendo con las especificaciones de producción para lo cual se creó un formato en el cual se encuentran las más importantes.

Figura 31. Especificaciones de línea C148

C	<b>Temperaturas en Parafinado</b>	<b>Min</b>	<b>Std.</b>	<b>Max</b>		
	Cuba 1 C°	149	150	151		
	Deposito 1 C°	149	150	151	LECTURA	
	Bandeja 1 C°	139	140	141	LECTURA	
	Cuba 2 C°	154	155	156		
	Deposito 2 C°	154	155	156	LECTURA	
	Bandeja 2 C°	139	140	141	LECTURA	
-	<b>Pasta en Maquina</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>			
1 4 8	Viscosidad Seg.	18	120		LECTURA	
	Peso especifico kg	1.15	1.45		LECTURA	
	Temperaturas C°	35	45		LECTURA	
	<b>Tamaño de parafinado por debajo de la Cabeza mm</b>	9	10	11	LECTURA	
	<b>Tamaño de Cabeza mm</b>	3.5	4	4.5	LECTURA	
	<b>Cajitas en cierres (eliminadas)</b>					
	<b>Unidades</b>		3	5		

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Especificaciones cartones línea C148

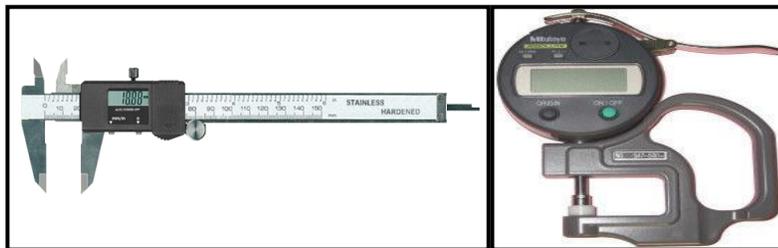
<b>CARTON PARA GAVETAS</b>	CMPC	Gramaje	g/m2	5%	<b>200</b>	<b>210</b>	<b>221</b>
	Valdivia Calibre 15	Calibre	mm	5%	<b>0.36</b>	<b>0.38</b>	<b>0.40</b>
	CMPC	Gramaje	g/m2	5%	<b>190</b>	<b>200</b>	<b>210</b>
	Valdivia Calibre 13	Calibre	mm	5%	<b>0.31</b>	<b>0.33</b>	<b>0.35</b>
		Gramaje	g/m2	5%			
		Calibre	mm	5%			
<b>EXTERIORES MADERA</b>	CMPC	Gramaje	g/m2	5%	<b>233</b>	<b>245</b>	<b>257</b>
	Maule Calibre 16	Calibre	mm	5%	<b>0.38</b>	<b>0.40</b>	<b>0.42</b>
	CMPC	Gramaje	g/m2	5%	<b>214</b>	<b>225</b>	<b>236</b>
	Maule Calibre 14	Calibre	mm	5%	<b>0.35</b>	<b>0.37</b>	<b>0.38</b>
	CMPC	Gramaje	g/m2	5%	<b>190</b>	<b>200</b>	<b>210</b>
	Maule Calibre 12	Calibre	mm	5%	<b>0.30</b>	<b>0.32</b>	<b>0.33</b>

Fuente: elaboración propia.

Se logró la compra de instrumentos de medición para poder realizar las mediciones necesarias, estos instrumentos fueron:

- Vernier
- Medidores de espesores

Figura 33. Instrumentos de medición



Fuente: www.google.com. Consulta: 22 de septiembre de 2010.

#### **4.2.2. Capacitación aseguramiento de calidad**

El enfoque que se le debe de dar al aseguramiento de calidad, es de que todos juntos trabajan con el mismo fin, satisfacer las necesidades del cliente, logrando cumplir con los requisitos que él pone al producto, todo esto se realizará asegurando que cada operador tenga claro cuáles son las inspecciones que debe de hacer en el puesto de trabajo, además el personal de calidad debe de apoyar con las mediciones y los gráficos de control para determinar si el producto está dentro de especificación.

Se debe de recordar que para que exista el aseguramiento de calidad, deben de estar involucradas todas las áreas, eso significa que los Departamentos de: Compras, Bodega de Materias Primas, Bodega de Repuestos y Materiales, Producción, Calidad, y Gerencias, velarán por el cumplimiento del producto a fabricar.

Cabe mencionar que también deben estar involucradas las áreas administrativas de la empresa, recordar que todos trabajan para el cliente, ya sea interno o externo.

Se requiere de muchos aspectos para lograrlo, esto va desde el diseño del producto hasta la entrega al cliente.

Para esto es muy importante que se conozca quien es el cliente y así poder satisfacer las necesidades y expectativas con el producto.

Figura 34. **Aseguramiento de la calidad**

G e s t i ó n d e l a	Procesos	Objetivos	Resultados	A s e g u r a d a
	Planeamiento de la calidad	Precisar los clientes internos y externos	Calidad Planificada	
		Determinar las necesidades y elaborar productos y servicios que satisfagan		
	Control de la calidad	Monitorear, medir, comparar y ajustar productos y servicios de acuerdo a lo planificado	Imperfecciones de la calidad detectadas	
Mejoramiento de la calidad	Mejorar los procesos críticos y eliminar las actividades que agregan valor	Imperfecciones de la calidad corregidas		

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.3. **Capacitación a operador con calidad autónoma**

Un operador con calidad autónoma, es aquel que realiza las inspecciones necesarias de la materia prima que utilizará para lograr que el producto cumpla con las especificaciones requeridas por el cliente. Para lograr esto se le dan las herramientas a los operadores para poder identificar cualquier tipo de anomalía.

Las herramientas que se le presentan son las siguientes:

- Capacitaciones
- Instrumentos de medición
- Retroalimentación de información
- Conocimientos básicos de las materias primas
- Apoyo en todo momento por parte de la supervisión y gerencias
- Apoyo constante de parte del Departamento de Calidad

- Hojas de inspección de maquinaria, ver figuras 35, 36, 37 y 38

Figura 35. Hojas de inspección máquina ABM

CALIDAD Y LIMPIEZA													
Hora							Limpieza de equipo						Obs.
	Pegue (5 tapas)		Escuadra (5 tapas)		Manchas rascador (5 tapas)		Alimentador	Sopleteado	Cadena	Vaselina	Matriz	Extintor No. 16	
	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal							
06:00 a.m.							////	////	////	////	////	////	
06:30 a.m.													
07:00 a.m.							////	////	////	////	////	////	
07:30 a.m.												////	
08:00 a.m.							////	////	////	////	////	////	
08:30 a.m.												////	
09:00 a.m.							////	////	////	////	////	////	
09:30 a.m.												////	
10:00 a.m.							////	////	////	////	////	////	
10:30 a.m.												////	
11:00 a.m.							////	////	////	////	////	////	
11:30 a.m.												////	
12:00 p.m.							////	////	////	////	////	////	
12:30 p.m.												////	
01:00 p.m.							////	////	////	////	////	////	
01:30 p.m.												////	
02:00 p.m.							////	////	////	////	////	////	
02:30 p.m.												////	
03:00 p.m.							////	////	////	////	////	////	
03:30 p.m.												////	
04:00 p.m.							////	////	////	////	////	////	
04:30 p.m.													
05:00 p.m.							////	////	////	////	////	////	
05:30 p.m.												////	
06:00 p.m.												////	

Fuente: elaboración propia.

Figura 36. Hoja de inspección máquina continua

Hora	Cabeza en galga (extremos y centro)		Altura parafina #1 Inmersión mín. 5 mm Impregnación mín. 14 mm		Altura parafina #2 Inmersión mín. 5 mm Impregnación mín. 14 mm		Temp. bandeja parafina 1 (128-132°C)		Temp. bandeja parafina 2 (118-122°C)		Secado		Adherencia cabeza (5 fósforos)		Rechazo cierre 1 (<=2/min)		Rechazo cierre 2 (<=2/min)		Rechazo cierre 3 (<=2/min)		Rechazo cierre 4 (<=2/min)		Plantado			
	Bien	Mal	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal		
06:00 a.m.																										
07:00 a.m.			.	.	.	.																				
08:00 a.m.																										
09:00 a.m.			.	.	.	.																				
10:00 a.m.																										
11:00 a.m.			.	.	.	.																				
12:00 p.m.																										
01:00 p.m.			.	.	.	.																				
02:00 p.m.																										
03:00 p.m.			.	.	.	.																				
04:00 p.m.																										
05:00 p.m.			.	.	.	.																				
06:00 p.m.																										

Fuente: elaboración propia.

Figura 37. Hoja de inspección máquina C121

CALIDAD Y LIMPIEZA																	
Hora												Limpieza de equipo				Obs.	
	Encendido (3 fósforos)		Formación (5 paq.)		Código barras (1 paq.)		Código ident. (1 caja)		Longitud de Polipropileno		Tarima		Extintor No. 15				
	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal					
06:00 a.m.													////				
06:30 a.m.	////	////											////				
07:00 a.m.																	
07:30 a.m.	////	////											////				
08:00 a.m.													////				
08:30 a.m.	////	////											////				
09:00 a.m.													////				
09:30 a.m.	////	////											////				
10:00 a.m.													////				
10:30 a.m.	////	////											////				
11:00 a.m.													////				
11:30 a.m.	////	////											////				
12:00 p.m.													////				
12:30 p.m.	////	////											////				
01:00 p.m.													////				
01:30 p.m.	////	////											////				
02:00 p.m.													////				
02:30 p.m.	////	////											////				
03:00 p.m.													////				
03:30 p.m.	////	////											////				
04:00 p.m.													////				
04:30 p.m.	////	////											////				
05:00 p.m.																	
05:30 p.m.	////	////											////				
06:00 p.m.													////				

Fuente: elaboración propia.

Figura 38. Hoja de inspección máquina C90

CALIDAD Y LIMPIEZA														
Hora	Maq. 1		Maq. 2		Limpieza de equipo								Obs.	
	Formación y pegue (5 gavetas)		Formación y pegue (5 gavetas)		Troquel	Cuchillas	Hendido	Embutidores	Moldes	Rueda secado	Colero	Transporte		Extintores 3 y 4
	Bien	Mal	Bien	Mal										
06:00 a.m.					////	////	////	////	////	////	////	////	////	
06:30 a.m.								////	////	////	////	////	////	
07:00 a.m.											////	////	////	
07:30 a.m.								////	////	////	////	////	////	
08:00 a.m.											////	////	////	
08:30 a.m.								////	////	////	////	////	////	
09:00 a.m.											////	////	////	
09:30 a.m.								////	////	////			////	
10:00 a.m.											////	////	////	
10:30 a.m.								////	////	////	////	////	////	
11:00 a.m.											////	////	////	
11:30 a.m.								////	////	////	////	////	////	
12:00 p.m.											////	////	////	
12:30 p.m.								////	////	////	////	////	////	
01:00 p.m.													////	
01:30 p.m.								////	////	////	////	////	////	
02:00 p.m.											////	////	////	
02:30 p.m.								////	////	////	////	////	////	
03:00 p.m.											////	////	////	
03:30 p.m.								////	////	////	////	////	////	
04:00 p.m.											////	////	////	
04:30 p.m.								////	////	////	////	////	////	
05:00 p.m.														
05:30 p.m.								////	////	////	////	////	////	
06:00 p.m.											////	////	////	

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. Al implementar el diseño del sistema automático se está automatizando más la línea de fósforos de madera, esto logra el beneficio de poder trabajar más eficiente, aumentando tres fardos por hora.
2. Al realizar y fabricar el sistema de automatización para el empaque de esta presentación de fósforos, se logrará eliminar la plaza de un operador que no se encuentra dentro de la planilla principal, este operador se quita de un puesto auxiliar para poder realizar dicha actividad.
3. El costo del sistema es bajo y el retorno de la inversión se verá en menos de un año. Tener una persona no capacitada para realizar esta tarea, vuelve ineficiente la línea, además puede dar problemas de calidad, esto genera costos muy altos a comparación del costo del sistema automático.
4. Al tener este sistema, los atrasos se eliminarían en el empaque, debido a los atrasos que provoca el operador sin experiencia que se coloca a realizar el proceso de empackado, además de lograr que sea a una velocidad a la que el operador no puede llegar.
5. Las eficiencias de la línea de producción mejorarían sustancialmente ya que no se depende directamente del operador, sino solamente de la máquina continua y del empaque, al igual se logra una mejor calidad de la presentación del producto.

6. Este sistema es tan eficaz que se está analizando realizarlo en la otra línea de producción, debido a que ha mejorado la calidad en el empaque y se ha quitado un operador para realizarlo.
  
7. Con la capacitación del personal operativo en temas de trabajo de equipo y aseguramiento de calidad, se logró que el personal tome conciencia que ellos son el filtro para encontrar los problemas de calidad en las materias primas o en los productos finales, y que con el trabajo en equipo conjuntamente los operadores de la línea logren resolver los problemas con las materias primas u operativos.
  
8. El boletín de cómo actuar antes, durante y después de un sismo, obtuvo que el personal tenga conocimiento de cómo debe de actuar ante dichas emergencias y lo más importante es que no solo quedo en algo estrictamente del trabajo sino que sirvió para que sea utilizado en los hogares del personal.

## RECOMENDACIONES

1. Buscar la automatización de los sistemas actuales con la finalidad de alcanzar nuevas metas y mejores eficiencias, esto con la colaboración de empresas dedicadas exclusivamente a estos temas, para lograr realizar mejoras de una manera correcta y efectiva.
2. Implementar nuevos métodos de mejora continua, como lo son los proyectos de mejora establecidos por el mismo personal de la línea de producción, aplicando reuniones para dichos casos.
3. Buscar la satisfacción de los operadores con nuevas formas y métodos de trabajo para la inspección de materias primas, comunicando al personal cuando existan cambios en las materias primas.
4. Buscar la capacitación constante de todo el personal en aspectos de calidad, para que ellos realicen esta labor constantemente y permitir que el Departamento de Calidad, se dedique a solamente asegurar la calidad de los productos por medio de índices estadísticos.
5. Tratar de mantener la creación constante de grupos operativos y de operadores líderes de las líneas de producción, para que ellos funjan como el contacto directo a la supervisión de los problemas con los que se encuentran en el día a día.

6. Establecer más reuniones con el personal, para conocer cuáles son las necesidades y velar porque se puedan cumplir la mayoría de estas.
7. Implementar un sistema en el almacén de repuestos, que permita llevar un control de las personas que prestan herramientas y que los obligue a regresarlas en cuanto les termine de servir.
8. Mantener un programa de capacitación constante respecto a emergencias naturales, en el cual se incluyan los simulacros de los eventos que pueden ocurrir.

## BIBLIOGRAFÍA

1. *Electricidad del hogar y Electrónica fácil* [en línea]. <http://www.electricasas.com/instalacion-electrica/>. [Consulta: 20 de agosto de 2010].
2. *Festo Didactic* [en línea]. <http://www.festo-didactic.com/mx-es/>. [Consulta: 18 de octubre de 2010].
3. *GRUPSA* [en línea]. <http://www.grupsa-system.com/castellano/gsonline/Docs/IT-2POC13%20MtoAluminio%20es.pdf>. [Consulta: 20 de agosto de 2010].
4. *Manuales Catálogos y Más* [en línea]. <http://www.manualesymas.com/ManualdeInstalaciónOperaciónyMantenimiento>. [Consulta: 22 de septiembre de 2010].
5. *Tecnológico* [en línea]. <http://www.mitecnologico.com/Main/InstalacionElectrica>. [Consulta 22 de septiembre de 2010].
6. *SMC Corporation* [en línea]. [https://www.smc.eu/smc/Net/EMC\\_DDBB/ce\\_documentation/data/attachments/SM082A\\_ES.PDF](https://www.smc.eu/smc/Net/EMC_DDBB/ce_documentation/data/attachments/SM082A_ES.PDF). [Consulta: 27 de octubre de 2010].

7. *Spirax* *Sarco* [en línea].  
<http://www.spiraxsarco.com/es/pdfs/IM/6014.pdf>. [Consulta: 14 de agosto de 2010].