



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

**DISEÑO DE PROCESOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD  
EN CORRUGADORA GUATEMALA, S. A.**

**José Eduardo Aguilar de León**

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, noviembre de 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE PROCESOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD  
EN CORRUGADORA GUATEMALA, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JOSÉ EDUARDO AGUILAR DE LEÓN**

ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo 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 Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez




## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO DE PROCESOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN CORRUGADORA GUATEMALA, S. A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 02 de enero de 2012.

  
**José Eduardo Aguilar de León**





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 02 de octubre de 2013.  
REF.EPS.DOC.1073.10.2013.

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

Estimado Ing. Merck Cos.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **José Eduardo Aguilar de León**, Carné No. **200714998** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE PROCESOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN CORRUGADORA GUATEMALA, 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"

  
Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Asesor-Supervisor de EPS  
Unidad de San Carlos de Guatemala  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

JHBE/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 02 de octubre de 2013.  
REF.EPS.D.693.10.2013

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

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

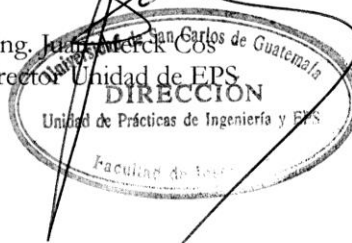
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE PROCESOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN CORRUGADORA GUATEMALA, S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **José Eduardo Aguilar de León** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor 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. Jaime Humberto Batten Esquivel  
Director Unidad de EPS  
DIRECCION  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS



JMC/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.177.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE PROCESOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN CORRUGADORA GUATEMALA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **José Eduardo Aguilar de León**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. María Martha Wolford de Hernández  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2013.

/mgp



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.299.013

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 PROCESOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN CORRUGADORA GUATEMALA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **José Eduardo Aguilar de León**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urgizú Rodas  
**DIRECTOR**

**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**



Guatemala, noviembre de 2013.

/mgp





Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.799.2013

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 PROCESOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN CORRUGADORA GUATEMALA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **José Eduardo Aguilar de León**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, noviembre de 2013



/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme la sabiduría a lo largo de mi vida, y poder cumplir una de mis metas profesionales.
- Mi madre** Floridalma Aguilar de León, por apoyarme a lo largo de mi camino y por haber confiado siempre en mí.
- Mi hermana** Rita María Aguilar de León, por su apoyo y ser la fuente de inspiración para poder lograr mis metas.
- Mis abuelos** Porque desde el cielo me iluminaron y me enseñaron a ser la persona que soy a través de sus enseñanzas.
- Mis tíos** Siempre me apoyaron para conseguir mi meta, en especial a mi tío Julio Arana, por ser como un padre para mí y nunca abandonarme en los momentos más difíciles de mi vida.

**Mis primos**

Por su apoyo incondicional que me pudieron brindar, pero en especial dedicatoria a mis primos Luis, César, Humberto y Jesica Arana, Gustavo Bolaños, Lynda Revolorio, por su apoyo y consejos ofrecidos a lo largo de mi carrera universitaria.

**Mis amigos**

Por todas las experiencias que vivimos en la facultad y por el apoyo brindado en los momentos delicados, especialmente mi agradecimiento a Anaité Caal, Joel Jiménez, Oliver Muñoz, José Lizardo, Giovanni Noj y Lenin Mendoza por los momentos compartidos a lo largo de la carrera.

**Familia Aguirre García**

Por su apoyo incondicional, en especial a Irma García, por sus consejos y cariño brindado a lo largo de mi camino.

**Mi novia**

Gisela Aguirre, por ser el amor de mi vida y apoyarme a lo largo de este tiempo.

**Ing. Sergio Perdomo**

Por haberme dado la oportunidad de realizar mi práctica de Ejercicio Profesional Supervisado en COGUSA, S. A. y darme el apoyo incondicional a lo largo de este proceso.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. La empresa.....	1
1.2. Ubicación.....	2
1.3. Política de calidad .....	3
1.4. Estructura organizacional .....	4
1.4.1. Organigrama general de la empresa .....	4
1.4.2. Organigrama Área de Producción .....	5
1.4.3. Organigrama Área de Conversión .....	6
1.4.4. Organigrama Área de Corrugación.....	7
1.5. Tipos de empaques elaborados .....	9
1.6. La planta de producción .....	9
1.6.1. Distribución de planta .....	10
1.6.2. Maquinaria.....	12
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DISEÑO DE PROCESOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN CORRUGADORA GUATEMALA, S. A.....	15

2.1.	Diagnóstico de la situación actual en el Área de Conversión y Corrugación .....	15
2.1.1.	Diagrama Causa-Efecto para el Área de Conversión .....	16
2.1.2.	Estudio de tiempos.....	17
2.1.2.1.	Técnicas de los estándares de tiempo.....	18
2.1.2.2.	Estudio de tiempos con cronómetro .....	19
2.1.2.2.1.	Herramientas del estudio de tiempos con cronómetros .....	19
2.1.2.3.	Procedimientos para estudio de tiempos.....	20
2.1.2.4.	Tolerancias.....	21
2.1.2.5.	Tiempo cronometrado .....	22
2.1.2.6.	Tiempo normal .....	23
2.1.2.7.	Tiempo estándar .....	24
2.1.3.	Estudio de tiempos de las tapas agrícolas .....	26
2.1.4.	Estudio de tiempos de los fondos agrícolas .....	32
2.1.5.	Diagrama de proceso para la fabricación de tapas agrícolas .....	37
2.1.6.	Diagrama de proceso para la fabricación de fondos agrícolas .....	48
2.1.7.	Balance de líneas para la tapa agrícola .....	59
2.1.8.	Balance de líneas de fondos agrícolas.....	62
2.1.9.	Volumen de producción actual .....	65
2.1.9.1.	Volumen de producción actual de tapas agrícolas .....	65

2.1.9.2.	Volumen de producción actual de fondos agrícolas .....	65
2.1.10.	Indicadores de productividad para la tapa agrícola.....	65
2.1.10.1.	Eficiencia .....	66
2.1.10.2.	Productividad.....	66
2.1.10.3.	Eficacia .....	66
2.1.11.	Indicadores de productividad para el fondo agrícola.....	67
2.1.11.1.	Eficiencia .....	67
2.1.11.2.	Productividad.....	67
2.1.11.3.	Eficacia .....	68
2.1.12.	Diagrama Causa-Efecto para el área de corrugación.....	68
2.1.13.	Tiempo perdido en corrugadora No.2 en el cambio de sisas y cuchillas.....	69
2.1.14.	Tiempo perdido en corrugadora No.3 en el cambio de sisas y cuchillas.....	71
2.2.	Propuesta de mejora para conversión y corrugación .....	73
2.2.1.	Reducción en el tiempo de preparación de convertidora Koopers No.4 .....	74
2.2.2.	Reducción en el tiempo de preparación en convertidora United No.7 .....	75
2.2.3.	Volumen de producción mejorado .....	77
2.2.3.1.	Volumen de producción de tapas agrícolas.....	77
2.2.3.2.	Volumen de producción de fondos agrícolas.....	78

2.2.4.	Indicadores mejorados de la productividad para la etapa agrícola.....	78
2.2.4.1.	Eficiencia.....	78
2.2.4.2.	Productividad.....	79
2.2.4.3.	Eficacia.....	79
2.2.5.	Indicadores mejorados de la productividad para el fondo agrícola.....	79
2.2.5.1.	Eficiencia.....	80
2.2.5.2.	Productividad.....	80
2.2.5.3.	Eficacia.....	80
2.2.6.	Estudio económico para corrugadora No.2.....	81
2.2.6.1.	Análisis de resultados.....	84
2.2.7.	Estudio económico para corrugadora No.3.....	84
2.2.7.1.	Análisis de resultados.....	87
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA DE AHORRO DEL CONSUMO DE AGUA, APLICANDO PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	89
3.1.	Diagnóstico de la situación actual de la empresa sobre el uso de agua en el área de conversión.....	89
3.2.	Consumo actual de agua en el área de conversión.....	91
3.3.	Plan de ahorro de agua.....	92
3.3.1.	Diseño de rótulos.....	92
3.3.2.	Señalización en el área de conversión.....	93
3.3.3.	Propuesta de mejora de equipos de agua.....	93
3.3.4.	Implementación de las mejoras en conversión.....	95
3.4.	Resultados del consumo de agua luego de las mejoras propuestas.....	97
3.5.	Ahorro en consumo de agua.....	98



4.	FASE DE DOCENCIA. PLANIFICACIÓN DE LA CAPACITACIÓN.....	99
4.1.	Plan de capacitación .....	99
4.2.	Señalización industrial.....	101
4.3.	Croquis de la planta con sus respectivas salidas de emergencia.....	103
4.4.	Capacitación al personal .....	105
4.5.	Evaluación de la capacitación .....	105
4.6.	Resultados de la capacitación .....	107
	CONCLUSIONES .....	111
	RECOMENDACIONES.....	113
	BIBLIOGRAFÍA.....	115



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Ubicación de la planta .....	3
2.	Organigrama general de la empresa.....	5
3.	Organigrama Área de Producción.....	6
4.	Organigrama Área de Conversión.....	7
5.	Organigrama Área de Corrugación .....	8
6.	Distribución de planta.....	11
7.	Máquina corrugadora .....	12
8.	Máquina convertidora.....	13
9.	Diagrama Causa-Efecto de Conversión.....	17
10.	Tabla de suplementos.....	25
11.	Tapa 20*16 chiquita Costa Rica.....	39
12.	Tapa DM-47 Premium Bandegua.....	41
13.	Tapa DM-47 Rosy SLVB.....	43
14.	Tapa EC-08 chiquita Costa Rica .....	45
15.	Tapa SF-101 Dole.....	47
16.	Fondo 3 libras chiquita .....	50
17.	Fondo 20*16.....	52
18.	Fondo Dole Banasa.....	54
19.	Fondo Open Top .....	56
20.	Fondo Safe Way nueva medida .....	58
21.	Diagrama Causa-Efecto de corrugación .....	68
22.	Diagrama Causa -Efecto sobre desperdicio de agua .....	90
23.	Gráfica del consumo de agua .....	91

24.	Diseño de rótulo para ahorro de agua .....	92
25.	Rótulo en el área de conversión .....	93
26.	Vista lateral de una válvula de bola .....	94
27.	Vista interna de una válvula de bola .....	95
28.	Válvula de bola instalada en conversión.....	95
29.	Cubetas en porta tolvas .....	96
30.	Gráfica de ahorro de agua .....	97
31.	Área de corrugación.....	101
32.	Área de conversión .....	102
33.	Área de carga .....	102
34.	Señales de evacuación.....	103
35.	Rutas de evacuación .....	104
36.	Capacitación al personal.....	105
37.	Documento de evaluación .....	106
38.	Gráfica No.1.....	107
39.	Gráfica No.2.....	108
40.	Gráfica No.3.....	108
41.	Gráfica No.4.....	109

## TABLAS

I.	Distribución de planta .....	10
II.	Tabla de tolerancias .....	26
III.	Tapa 20*16 chiquita Costa Rica .....	27
IV.	Tapa DM-47 Premium SLVB Bandegua.....	28
V.	Tapa DM-47 Rosy SLVB .....	29
VI.	Tapa EC-08 chiquita Costa Rica .....	30
VII.	Tapa SF-101 Dole .....	31
VIII.	Fondo 3 libras chiquita .....	32

IX.	Fondo 20*16 .....	33
X.	Fondo Dole Banasa .....	34
XI.	Fondo Open Top.....	35
XII.	Fondo Safe Way nueva medida.....	36
XIII.	Balance de líneas para la tapa agrícola.....	61
XIV.	Balance de líneas para el fondo agrícola.....	64
XV.	Tiempo perdido por cambio de medidas en corrugadora No.2 ....	69
XVI.	Tiempo perdido por cambio de medidas en corrugadora No.3 ....	71
XVII.	Tiempo de preparación de convertidora para tapa agrícola.....	74
XVIII.	Tiempo mejorado en preparación de convertido para tapa agrícola.....	75
XIX.	Tiempo de preparación de convertidora para fondo agrícola.....	76
XX.	Tiempo mejorado en preparación de convertidora para fondo agrícola.....	76
XXI.	Costos fijos de inversión para slitter de corrugadora No.2.....	81
XXII.	Costos de funcionamiento de slitter de corrugadora No.2 .....	82
XXIII.	Ingresos anuales en corrugadora No.2.....	82
XXIV.	Flujo de caja para corrugadora No.2 .....	83
XXV.	Costos fijos de inversión para slitter de corrugadora No.3.....	85
XXVI.	Costos de funcionamiento de slitter de corrugadora No.3 .....	85
XXVII.	Ingresos anuales en corrugadora No.3.....	86
XXVIII.	Flujo de caja para corrugadora No.3 .....	87
XXIX.	Consumo actual de agua .....	91
XXX.	Consumo mejorado de agua.....	97
XXXI.	Cronograma de capacitaciones .....	100



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b><math>\bar{R}</math></b>	Calificación del operador
<b>IP</b>	Índice de producción
<b>KW</b>	Kilo-watt
<b>NOT</b>	Número de operarios técnicos
<b>%</b>	Porcentaje
<b>T</b>	Tardanza
<b>Tc</b>	Tiempo cronometrado
<b>Te</b>	Tiempo estándar
<b>Tn</b>	Tiempo normal





## GLOSARIO

<b>Bultos</b>	Se le denomina así, a los fardos de cajas que van flejados.
<b>Capacidad Disponible</b>	Capacidad de un sistema para producir una cantidad de producción en un período de tiempo específico.
<b>Cuchillas de partición</b>	Son cuchillas que tienen las convertidoras para cortar las cajas individualmente.
<b><i>Cut-Off</i></b>	Más conocida como guillotina, esta sección de corrugadora hace el corte horizontalmente al cartón para sacar las láminas individualmente.
<b>Eficacia</b>	Medida de logro de los resultados.
<b>Eficiencia</b>	Cumplir con los resultados propuestos con la optimización de los recursos disponibles.
<b>Factor de calificación</b>	Calificación justa para calificar al operario en el puesto de trabajo.
<b>Flejadora</b>	Tiene la función de asegurar los bultos de cajas con el fleje. El fleje sustituye a la pita para amarrar los bultos de caja.

<b>PPT</b>	Producción por turno.
<b>RRHH</b>	Recursos humanos.
<b><i>Single flauta B</i></b>	El <i>single facer B</i> es una sección de la máquina corrugadora que hace la ondulación de la flauta. El factor de relación es de 1,33 de acuerdo al consumo de papel.
<b><i>Single flauta C</i></b>	El <i>single facer C</i> es una sección de la máquina corrugadora que hace la ondulación de la flauta. El factor de relación es de 1,44 de acuerdo al consumo de papel.
<b><i>Single flauta E</i></b>	El <i>single facer E</i> es una sección de la máquina corrugadora que elabora la ondulación de la flauta. El factor de relación es de 1,22 de acuerdo al consumo de papel.
<b><i>Slitter</i></b>	Es el módulo de corrugadora en donde se hace sisas y se corta verticalmente al cartón.
<b><i>Stacker</i></b>	Este módulo sirve para estibar las láminas que vienen de la guillotina.
<b>Productividad</b>	Es la relación entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

<b>Ruta de evacuación</b>	Son flechas que indican el camino para evacuar a las
<b>evacuación</b>	zonas de seguridad internas y externas. Se ubican de modo que permitan la visibilidad desde cualquier ángulo y a una altura visible para todos.
<b>Tapa y fondo Agrícola</b>	Son cajas telescópicas que son requeridas normalmente por los clientes bananeros.
<b>TIR</b>	Tasa Interna de Retorno.
<b>Tiempo estándar</b>	Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, por un trabajador tipo medio.



## RESUMEN

El uso adecuado de un estudio de tiempos asegura que la empresa va a estar trabajando al máximo de la eficiencia en cada uno de los procesos, con esto se pretende quitar las mudas en los diferentes pasos que tenga la línea de producción. Además se puede detectar cuáles son las operaciones que no agregan valor al producto en la fabricación.

Las líneas de producción de la compañía son en la totalidad semi-automáticas, por lo que se debe de hacer un estudio del tiempo de preparación de la maquinaria y el tiempo que se tarda cada uno de los operarios en cumplir con las operaciones respectivas.

Cuando se tenga un tiempo estándar por cada operación realizada se comienza al balanceo de cada una de las líneas de acuerdo a la demanda del cliente, y por ende encontrar la demás información que se pretende con el estudio de tiempos como producción por turno, eficiencia de la línea, número de operarios, índice de producción, etc.

El balanceo de las líneas de producción se hará en el Área de Conversión, mientras que en el área de corrugación el estudio de tiempos servirá para determinar cuánto es el tiempo perdido por el cambio de sisas y cuchillas en el área de *triplex*, con estos datos se podrá determinar por medio de un análisis económico que tan rentable es para la empresa adquirir un nuevo sistema de sisas y cuchillas automático y así aumentar la productividad en esta parte del proceso.

En la fase de investigación que abarca Producción más Limpia, se capacita al personal sobre el buen uso del agua y se implementan nuevos equipos como válvulas de bola y se cambian algunos sistemas de tolvas de tintas para evitar el desperdicio de agua en el lavado de estos.

En la última fase, que es la de docencia; se hace la rotulación en la planta con las respectivas salidas de emergencia y los puntos de reunión. Se capacita a todo el personal sobre el significado de las rutas de evacuación y qué hacer ante cualquier emergencia que pudiese ocurrir.

# OBJETIVOS

## General

Diseñar los procesos de las líneas de corrugación y conversión que ayuden a mejorar la productividad y así ser más eficientes en el proceso del cartón corrugado.

## Específicos

1. Evaluar las líneas de producción en la situación actual con el fin de encontrar mejoras que ayuden a ser más eficientes en la producción.
2. Elaborar un estudio de tiempos para estandarizar los tiempos de cada una de las operaciones en conversión y así poder balancear las líneas de producción.
3. Determinar el tiempo ocioso en cada una de las corrugadoras por el cambio de sisas y cuchillas.
4. Mejorar los equipos de agua en el Área de Conversión para optimizar el uso de agua de la planta.
5. Capacitar al personal sobre las rutas de evacuación y concientizarlos sobre el buen uso del agua.





## INTRODUCCIÓN

En una empresa siempre se desea tener la máxima eficiencia posible de las líneas de producción con las que se cuenta, máximo hoy en día en donde los oferentes de un producto son mayores a la demanda que existe del mismo. La meta de una compañía es reducir los costos y mantener la calidad del bien por encima de las expectativas del cliente.

Una forma de cumplir con este propósito es por medio de un estudio de tiempos y el posterior balance de la línea de producción. Teniendo calculado el tiempo estándar de cada operación y tomando en cuenta todos los factores que puedan influir en cada una de ellas, se procede al balanceo de las dos líneas de producción que abarca este proyecto.

Además se determinará el tiempo perdido por el cambio de sisas y cuchillas, el cual brindará la información necesaria para hacer un análisis económico para la compra de dos *slitters* en la línea de producción, con esto se aumentaría la productividad en el área de corrugación de la empresa.

Se capacita a todo el personal de la planta para concientizarlos sobre el uso del agua, se cambian equipos de agua para el ahorro de la misma y así ayudar al medio ambiente. Además se hace la señalización industrial con las respectivas rutas de evacuación y se adiestra a los operarios ante cualquier siniestro que pueda ocurrir



# 1. GENERALIDADES

## 1.1. La empresa

Corrugadora Guatemala, S. A. pertenece al grupo de empresas Galindo; de las cuales complementan el grupo Industria Panameña de Papel S. A., Corrugado Panamá, S. A. y Corrugados de Sula, S. A.

La empresa fue constituida en febrero de 1967, de acuerdo con las leyes de la República de Guatemala, el día 13 de febrero de 1967. Las operaciones se llevan a cabo en Bananera, Morales, Izabal, Guatemala desde 1968.

El propósito inicial de la empresa fue la fabricación de cartón corrugado para la exportación de banano. Actualmente se atiende la demanda de cajas para el envase de clientes potenciales como lo son: Del Monte, Chiquita, Dole, Fyffes y productores independientes para la comercialización de los productos.

Pero debido a la demanda que existe en el país por el cartón corrugado, fue en 1986 cuando la empresa incursiona en el mercado doméstico guatemalteco con gran éxito, y posteriormente se comienza abarcar mercados extranjeros. A la fecha se exportan cajas a los países de Honduras, Salvador, Belice, México, Ecuador, entre otros.

En la actualidad el área de la fábrica es de más de 22 500 mts<sup>2</sup> y se emplea a más de 800 trabajadores para fabricar el mejor cartón de Centroamérica. Casi toda la fuerza laboral de la empresa es del municipio y aldeas aledañas de Morales.

## **1.2. Ubicación**

La empresa Corrugadora Guatemala, S. A. se encuentra ubicada en barrio Las Flores del municipio de Morales, departamento de Izabal.

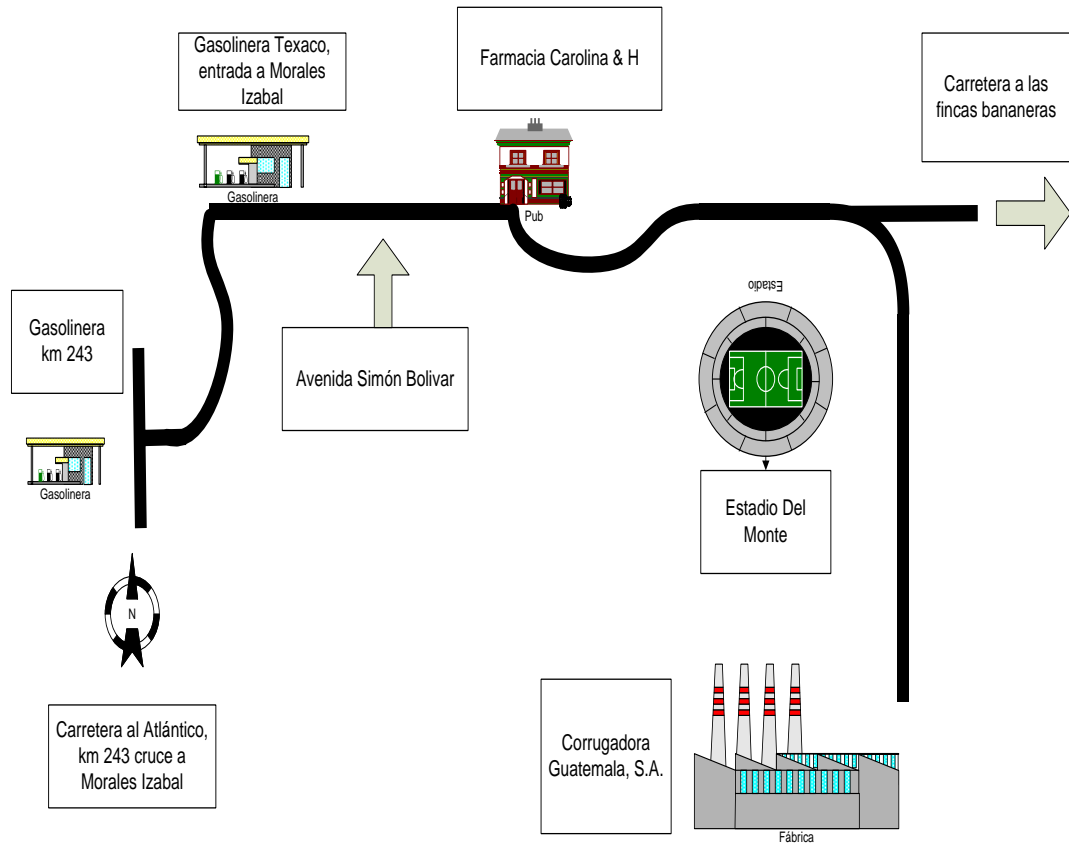
Morales es un municipio que pertenece al departamento de Izabal, y se encuentra situado en la parte nororiental de Guatemala. Limita al norte con Petén, Belice y el mar caribe; al sur con el departamento de Zacapa; al este con la República de Honduras; y al oeste con el departamento de Alta Verapaz. La cabecera departamental es Puerto Barrios y se encuentra situado a 308 km de la ciudad capital.

El clima es tropical debido a la gran variedad de flora y fauna de la región y los grupos étnicos de la región son ladinos y garífunas.

El departamento de Izabal cuenta con la arquitectura maya como lo son las ruinas de Quiriguá, en donde se puede apreciar las diferentes estelas y monolitos del período maya.

A continuación se muestra un bosquejo de la ubicación de la planta.

Figura 1. **Ubicación de la planta**



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

### 1.3. **Política de calidad**

“Corrugadora Guatemala, S. A. es una empresa dedicada a proveer empaques de cartón corrugado a los mercados agrícola, industrial y comercial, los cuales cumplan con los requisitos de nuestros clientes, con personal comprometido y capacitado, buscando el mejoramiento continuo de nuestros procesos”.

## **1.4. Estructura organizacional**

La empresa es parte de una corporación empresarial, donde la alta dirección deja que las decisiones trascendentales las tome el gerente general de dicha planta. Es una empresa transnacional debido a la toma de decisión que se tiene dentro de la organización. El tipo de estructura organizacional de Corrugadora Guatemala, S. A. es de tipo vertical, debido que cada departamento tiene un jefe inmediato y abajo aparecen los subordinados de cada encargado de área.

Dentro de la empresa hay un superintendente de producción que es el encargado de velar que se cumpla con las órdenes adquiridas. Para ello cuenta con 2 asistentes que le apoyan y le notifican de cualquier anomalía que estuviera ocurriendo en el área de corrugación o en el Área de Conversión que sería la última parte de responsabilidad de dicho cargo.

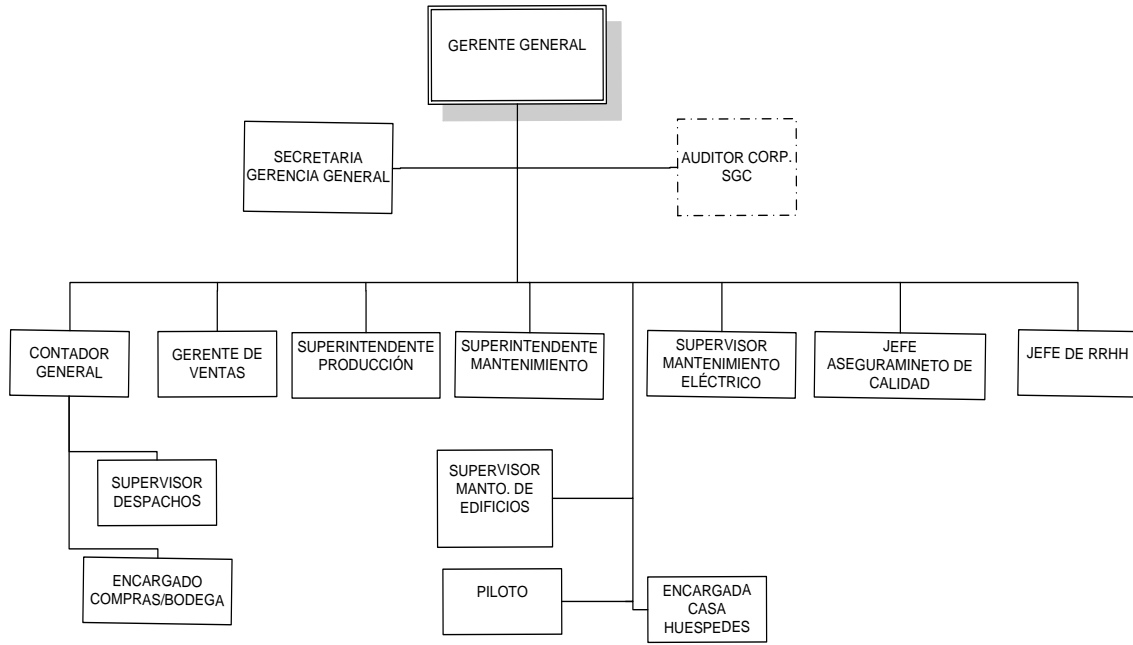
El superintendente de mantenimiento tiene a cargo tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo. El jefe de aseguramiento de calidad se asegura que todas las órdenes de producción cumplan con las especificaciones que el cliente requiere.

El jefe de RRHH es el encargado de capacitar cuando así se requiera a los operarios, además de velar por la seguridad dentro de la misma planta. Además tiene a cargo el reclutamiento de personal cuando así se requiera.

### **1.4.1. Organigrama general de la empresa**

La estructura organizacional general de la empresa se define de la siguiente manera:

Figura 2. **Organigrama general de la empresa**

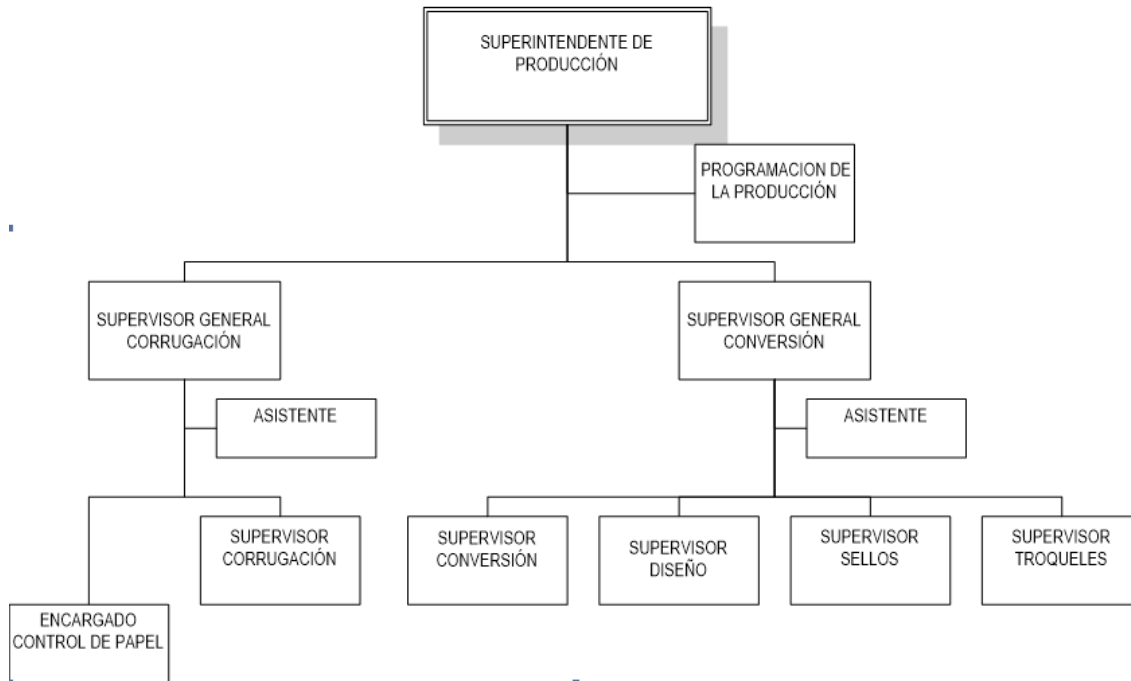


Fuente: Corrugadora Guatemala, S. A.

### 1.4.2. **Organigrama Área de Producción**

El Departamento de Producción está dirigido por el superintendente de producción, este depende de gerencia y los subordinados próximos son los supervisores generales de corrugación y conversión.

Figura 3. **Organigrama Área de Producción**



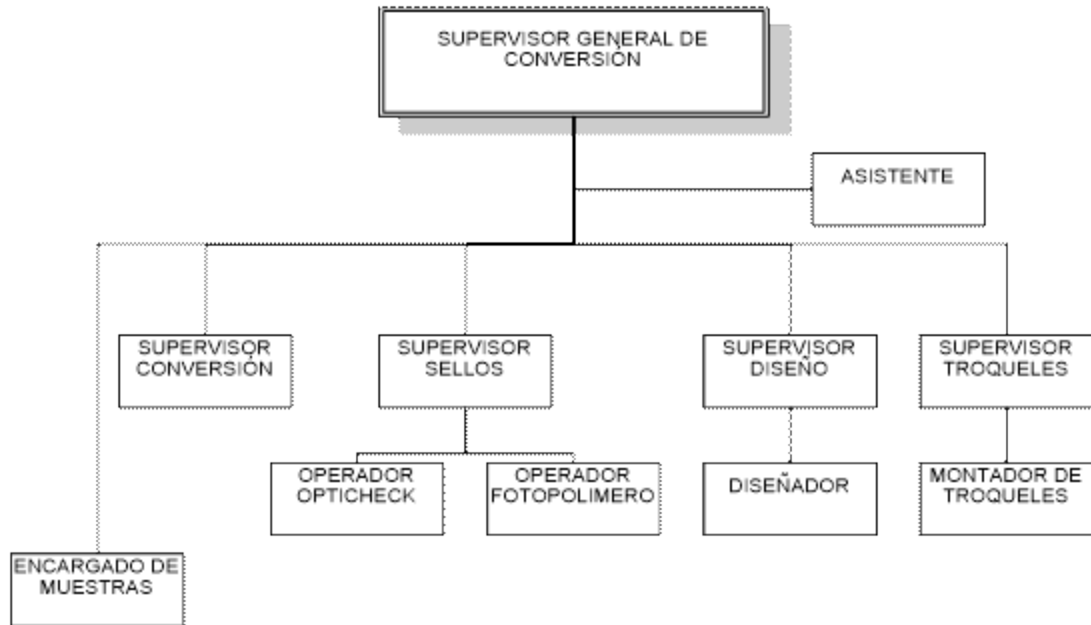
Fuente: Corrugadora Guatemala, S. A.

### 1.4.3. **Organigrama Área de Conversión**

El supervisor general de conversión tiene a cargo que el producto terminado tenga las especificaciones de troquelado e impresión de acuerdo a las especificaciones del cliente.



Figura 4. **Organigrama Área de Conversión**

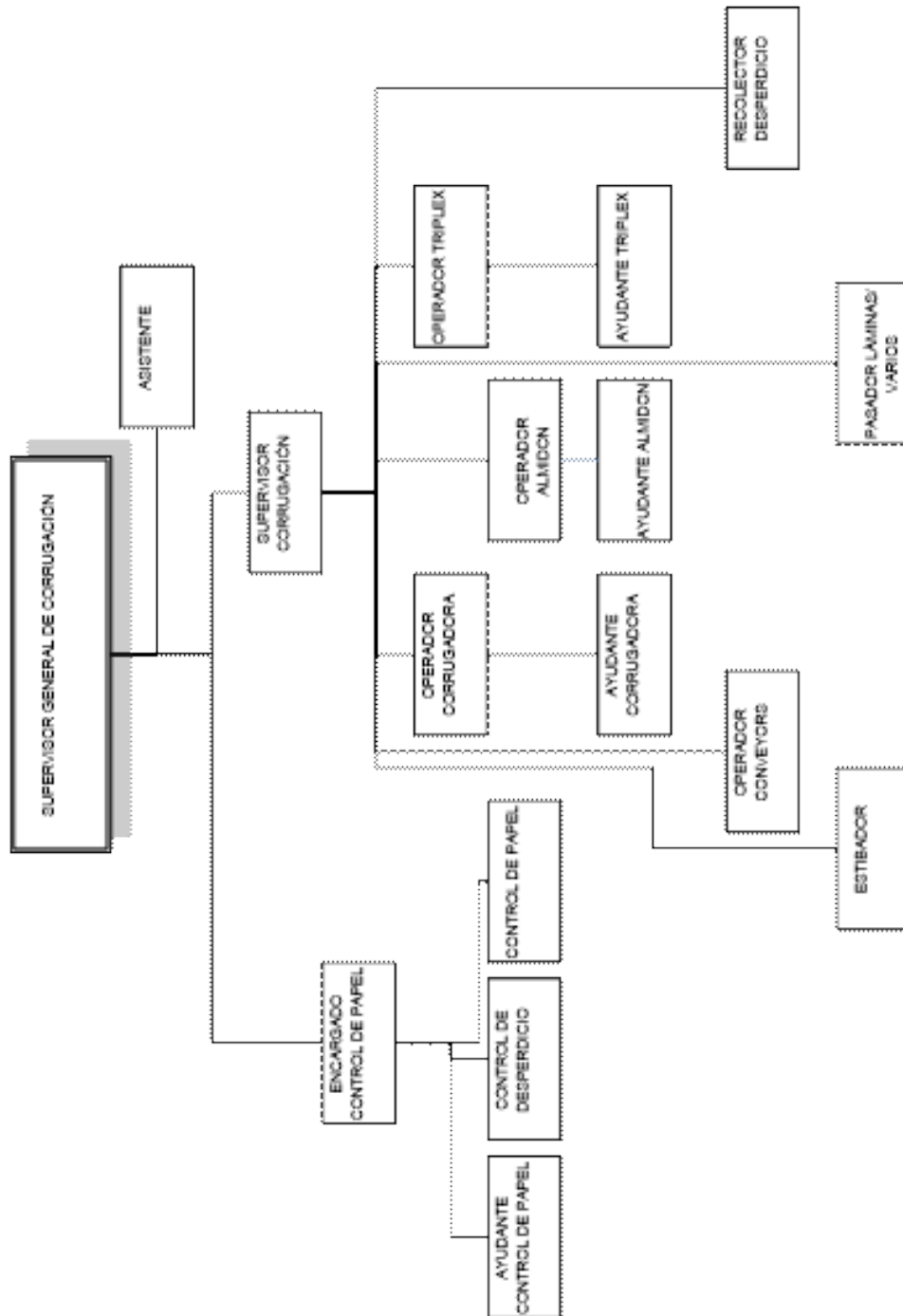


Fuente: Corrugadora Guatemala, S. A.

#### 1.4.4. **Organigrama Área de Corrugación**

La estructura organizacional de la Sección de Corrugación tiene a un supervisor general, el cual a la vez tiene supervisores de planta que son los responsables de las tres máquinas corrugadoras que tiene la planta industrial.

Figura 5. Organigrama Área de Corrugación



Fuente: Corrugadora Guatemala, S. A.

### **1.5. Tipos de empaques elaborados**

La empresa fabrica una infinidad de cajas de cartón corrugado, dado que cada cliente puede tener varias cajas para un uso o que cambie de diseño. Es por eso que se generaliza el nombre de los tipos de cajas que se producen, a continuación se muestra la clasificación:

- Agrícolas: banano, melón, mango, piña, sandía, cardamomo, arveja china, papaya, limón, zanahoria, brócoli, etc.
- Industrial y comercial: tabaco, vidrios, textiles, electrodomésticos, calzados, galletas, dentífricos, aceites, pinturas, jabones, cosméticos, alimentos en general, etc.

### **1.6. La planta de producción**

Proporcionar cajas de cartón corrugado de la más alta calidad ha sido la política de calidad de la empresa, es por eso que siempre se busca el mejoramiento de los procesos de producción.

La empresa tiene en el plan estratégico seguir creciendo y a la vez modernizar los procesos para ser más productivos. Además del aumento de producción que ha tenido la empresa en los últimos años debido a la tecnología que ha incorporado, la calidad del producto que ofrece está garantizado por la Norma ISO 9001:2008.

La mejora continua es el éxito de cualquier empresa, es por ello que día a día se busca seguir creciendo en el mercado y seguir modernizando la planta para que se puedan cumplir con los objetivos.

### 1.6.1. Distribución de planta

La empresa está formada por 2 áreas que son las más importantes en lo que se refiere a producción, estas son: Área de Corrugación y Área de Conversión. Estas áreas van a necesitar a otras complementarias: bodega de papel, pegado, almidón, curado, producto terminado, calderas, bodega y oficinas.

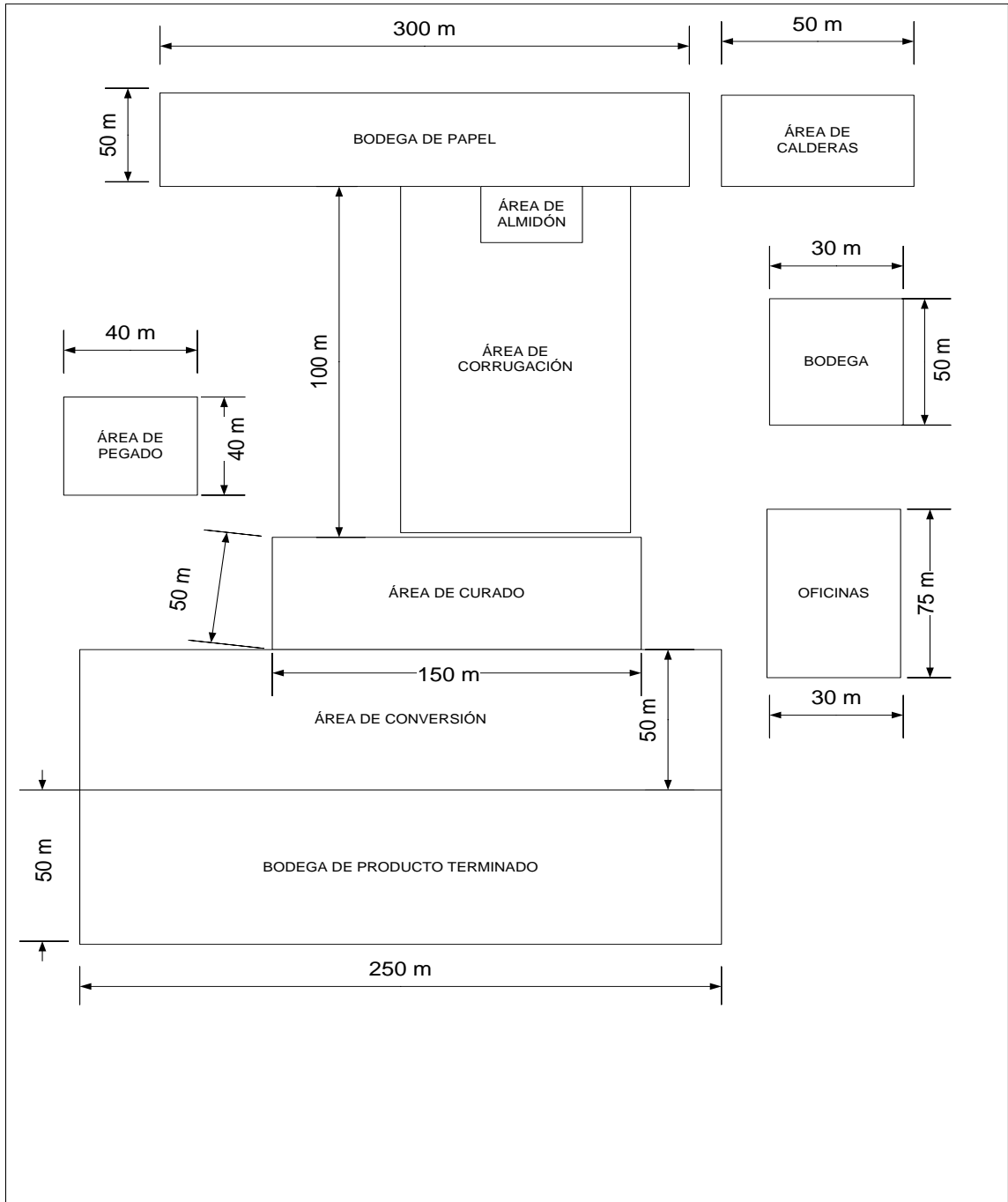
Para eso se ha elaborado un croquis con el cual se describe como está distribuida la planta, con el cual se podrá observar de una mejor manera como se desarrolla el proceso en la elaboración de cartón corrugado.

Tabla I. Distribución de planta

<b>Empresa:</b> <u>Corrugadora Guatemala, S.A.</u>	
<b>Departamento:</b> Producción	
<b>Diagrama:</b> Distribución de planta	
<b>Recha de realización:</b> Marzo de 2012	
<b>Diagramado por:</b> Br. José Eduardo Aguilar de León	
1	Bodega de Papel
2	Área de pegado
3	Área de almidón
4	Área de corrugación
5	Área de curado
6	Área de conversión
7	Área de producto terminado
8	Área de calderas
9	Área de combustible
10	Bodega
11	Oficinas

Fuente: Corrugadora Guatemala, S. A.

Figura 6. Distribución de planta



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

### 1.6.2. Maquinaria

La línea de corrugación está compuesta por una máquina conocida con el nombre de corrugadora, esta es la que se encarga de fabricar las ondas de papel dependiendo del tipo de flauta que se esté produciendo. Hay varios módulos o secciones que van formando la corrugadora, entre estos están: Single Facer C, Single Facer B, Single Facer E, Double Backer, Stacker, etc.

El nombre de corrugadora se le ha dado a esta máquina porque en los diferentes *singles* el papel *medium* o *kraft* es corrugado, dos cilindros con diferentes ranuras van unidos entre sí; provocando el ondulado del papel. En cada uno de los *singles* es donde se une el papel *medium* que fue corrugado con el papel *kraft*, y así van formando las diferentes paredes de papel que lleve una caja de acuerdo a las especificaciones.

Figura 7. Máquina corrugadora



Fuente: Corrugadora de Guatemala, S. A.

La otra línea del proceso de cartón corrugado es la de conversión, a las convertidoras también se le llama imprentas. En esta parte del proceso es donde las láminas de cartón corrugado salen como terminadas o acabadas, esto quiere decir que ya se les mira la forma de una caja con todas las especificaciones del cliente.

La imprenta está compuesta por secciones de tintas, es así como se determina el número de colores que contiene cada una. Además la complementan la sección de troquel y la sección de sisas y cuchillas. El troquel es el encargado de hacerle todos los agujeros a la caja, además en algunas cajas especiales el troquel lleva sisas y cuchillas que pueda tener la caja.

Las sisas se encargan de hacer el sisado de imprenta que puedan llevar los empaques de cartón y las cuchillas son las encargadas de cortarlas cuando estas vienen de dos o más para sacar las cajas individualmente.

Figura 8. **Máquina convertidora**



Fuente: Corrugadora de Guatemala, S. A.





## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DISEÑO DE PROCESOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN CORRUGADORA GUATEMALA, S. A.**

### **2.1. Diagnóstico de la situación actual en el Área de Conversión y Corrugación**

Actualmente en el Área de Conversión se tiene demasiado tiempo perdido en los cambios de tintas y medidas de las convertidoras agrícolas. Es por eso que se hace un estudio de tiempos de cada una de las operaciones que se realizan en dichas líneas de producción con el propósito de encontrar cual es el motivo de la tardanza que se tiene en los cambios antes mencionados.

Por registros históricos que se tienen en el Departamento de Producción se sabe que las imprentas agrícolas tienen un promedio de 45 minutos para hacer el cambio completo, pero no se ha hecho un diagnóstico para determinar qué operación es la más tardada. En este capítulo se determinará cuál va a ser la operación más lenta de cada máquina convertidora y las acciones a tomar para disminuir el tiempo de preparación del tiempo *set-up*, y así aumentar la productividad en dicha área.

En el Área de Corrugación se tienen dos *slitter* manuales, esto hace que el tiempo perdido para el cambio de sisas y cuchillas sea excesivo. Por registros históricos que tiene el Departamento de Producción de la empresa se sabe que en promedio para cambiar una medida los operarios se llevan 40 minutos como tiempo estándar, aunque esto va a depender de cuantas sisas lleven las láminas de cartón corrugado y cuantos *outs* van a salir.

Esto ocasiona que la productividad en dos corrugadoras baje considerablemente, es por eso que se elabora un análisis de tiempo perdido por mes en cada una de ellas. Este estudio indicará el tiempo perdido por mes en el cambio de sisas y cuchillas en cada una de las corrugadoras.

Cabe recordar que en el tiempo de producción alta las corrugadoras no se dan abasto para producir toda la demanda requerida, esto hace que muchos clientes se pierdan por no cumplir con la fecha de entrega propuesta inicialmente.

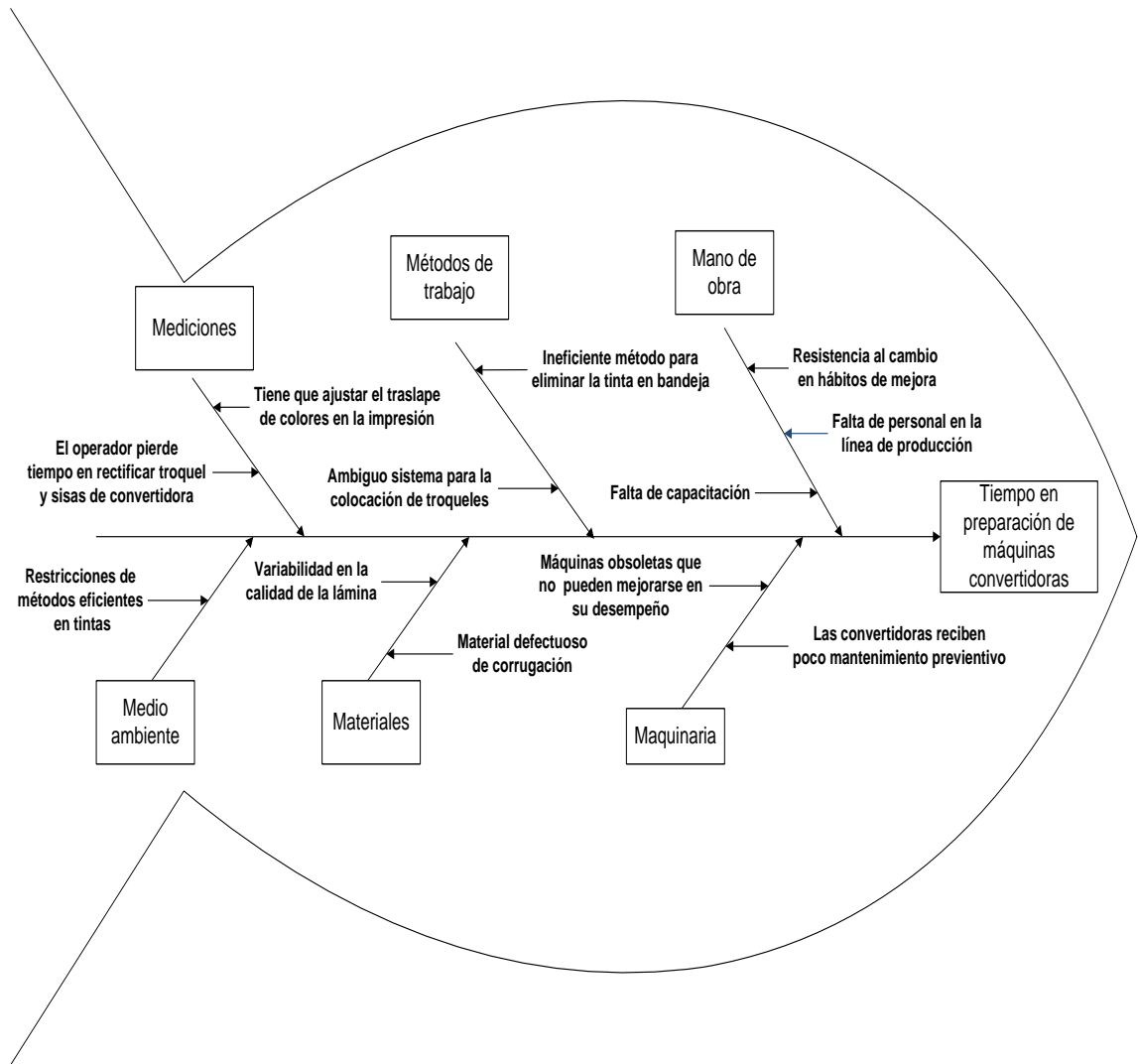
### **2.1.1. Diagrama Causa-Efecto para el Área de Conversión**

La metodología empleada para determinar las causas de la pérdida de tiempo en la preparación de las convertidoras *Koopers* No. 4 y *United* No. 7 es el método 6M.

Este método es uno de los más comunes y la función principal es agrupar todas las causas en seis ramas, las cuales son: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis procesos resumen de manera global todo lo que está relacionado a las causas de variabilidad de un producto.

Es normal que el problema de un proceso esté relacionado con algunas de las 6 ramas del método 6M, es por eso que con esta justificación se utiliza esta técnica, para determinar las causas que hacen que el efecto de pérdida de tiempo en la preparación de una convertidora agrícola sea demasiado tardado.

Figura 9. Diagrama Causa-Efecto de conversión



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.2. Estudio de tiempos

Es una técnica utilizada para determinar el tiempo estándar permitido, en el cual se llevará a cabo una actividad, tomando en cuenta las demoras

personales, fatiga y retrasos que se puedan presentar al realizar dicha actividad. El estudio de tiempos busca producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo.

A Taylor se le considera el padre del moderno estudio de tiempos en Estados Unidos, aunque en realidad ya efectuaban estudios de tiempos en Europa hace mucho tiempo.

En el proceso de fijación de tiempos, Taylor recomendaba dividir la asignación del trabajo en pequeñas porciones llamadas elementos. Estos se medían individualmente y el conjunto de los valores se empleaba para determinar el tiempo total asignado a la tarea.

Hay que dar cumplimiento a ciertos requisitos fundamentales antes de emprender el estudio de tiempos. Si se requiere el estándar para una nueva labor, o se necesita el estándar en un trabajo existente cuyo método se ha cambiado en todo o en parte, es preciso que el evaluador de tiempos domine perfectamente la técnica de estudiar la operación.

Los estándares de tiempo carecerán de valor y serán fuente de constante inconformidad, disgustos y conflictos internos, si no se estandarizan todos los detalles del método y las condiciones de trabajo.

#### **2.1.2.1. Técnicas de los estándares de tiempo**

Existen varias técnicas para el desarrollo de los estándares de tiempo, los cuales se mencionan a continuación:

- Sistemas de estándares de tiempos predeterminados
- Estudio de tiempos con cronómetros
- Muestreo del trabajo
- Datos estándares
- Estándares de tiempo de opinión experta y de datos históricos

### **2.1.2.2. Estudio de tiempos con cronómetro**

Es el método en el que piensan la mayoría de empleados de manufactura cuando hablan de estándares de tiempo. Existen varios tipos de cronómetros.

- De tapa: en centésimas de minuto
- Continuo: en centésimas de minuto
- Tres cronómetros: cronómetro continuo
- Digital: en milésimas de minuto
- TMU (Unidad de medida de tiempo): en cienmilésimas de hora
- Computadora: en milésimas de minuto

Como en todo estudio de tiempos, se inicia con un diseño de estación de trabajo estandarizado y un operador hábil y bien capacitado.

#### **2.1.2.2.1. Herramientas del estudio de tiempos con cronómetros**

Dado que cumplen un papel muy importante, conviene conocer las herramientas del estudio de tiempos con cronómetro. Las herramientas que se utilizan en el estudio de tiempos con cronómetro son:

- Cronómetros
- Tablas para ajustar cronómetro y papel
- Cámaras de video
- Tacómetros
- Calculadora
- Formularios

El equipo necesario para el estudio de tiempos, no están costoso ni tan elaborado como el que se requiere para un estudio de micromovimientos. En general, las aptitudes y la personalidad del analista de tiempos serán el éxito del mismo y no el equipo a utilizar.

### **2.1.2.3. Procedimientos para estudio de tiempos**

El procedimiento para el estudio de tiempos se define en 10 pasos:

- Seleccionar el trabajo que se va a estudiar
- Hacer acopio de la información sobre el trabajo
- Dividir el trabajo en elementos
- Efectuar el estudio de tiempos propiamente dicho
- Hacer la extensión del estudio de tiempos
- Determinar el número de ciclos por cronometrar
- Calificar, nivelar y normalizar el desempeño del operador
- Aplicar tolerancias
- Verificar la lógica
- Publicar el estándar del tiempo

#### **2.1.2.4. Tolerancias**

Son el tiempo añadido al tiempo normal para hacer que el estándar sea práctico y alcanzable.

Las tolerancias se clasifican en tres categorías:

- **Personales:** es aquel tiempo que se concede a un empleado por cuestiones personales. El tiempo personal apropiado se ha definido como aproximadamente un 5 % del día de trabajo, es decir, 24 minutos al día.
- **Por fatiga:** es el tiempo que se le concede a un empleado para que se recupere del cansancio. La tolerancia por fatiga básica es del 5 % por cada 10 lb., dividido la frecuencia de levantar el peso.
- **Retrasos:** se consideran inevitables porque están fuera de control del operador. Algo ocurre que impide al operador trabajar.

Las tolerancias se suman de cuatro formas. Cada planta de producción tiene un formulario propio y procedimiento de estudio de tiempos. El formulario indica cual es el método que se emplea para aplicar tolerancias.

**Método 1:** 18,5 horas por 1 000. Este es el más sencillo de todos y reduce las operaciones matemáticas. También se basa en una tolerancia constante; en este caso, del 10 %.

**Método 2:** tolerancia constante agregada al tiempo normal total. Es la técnica más común en la industria. Cada departamento o planta tiene una única

tasa de tolerancia. La tolerancia promedio está entre 10 % y 15 %. Debe incluirse una explicación de lo que conforma la tolerancia.

Método 3: técnicas de tolerancias elementales. La teoría que funda esta técnica es que cada elemento de un trabajo puede tener diferentes tolerancias. La ventaja evidente de este método es que se obtienen mejores estándares de tiempos elementales. La desventaja es que hay que hacer más operaciones matemáticas.

#### 2.1.2.5. Tiempo cronometrado

Es el tiempo promedio de 10 a 30 tiempos cronometrados. Los ciclos a estudiar para llegar a un estándar justo es un tema que ha causado polémica entre los analistas de los estudios de tiempo. Dado que las operaciones son repetidas y monótonas se determinó el ciclo de 10 tiempos cronometrados.

$$T_C = \frac{T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8 + T_9 + T_{10}}{n}$$

Por ejemplo:

En la tabla I los tiempos cronometrados con regresión a cero (minutos) de la operación No. 5 son los siguientes: 0,18, 0,17, 0,17, 0,15, 0,18, 0,15, 0,15, 0,17, 0,15, 0,15. Por lo tanto el tiempo cronometrado o promedio se calcula así:

$$T_C = \frac{0,18 + 0,17 + 0,17 + 0,15 + 0,18 + 0,15 + 0,15 + 0,17 + 0,15 + 0,15}{10} = 0,16 \text{ min}$$



### 2.1.2.6. Tiempo normal

Es el tiempo que requerirá un operario normal para realizar la operación y se determina de la siguiente manera:

$$T_n = T_c \cdot \bar{R} / 100$$

Donde:

$T_n$  = tiempo normal

$T_c$  = tiempo cronometrado

$\bar{R}$  = calificación del operador

Calificación del desempeño del operario

En el sistema de calificación del desempeño, el observador evalúa la efectividad del operario en términos de desempeño de un operario calificado que ejecuta el mismo elemento. El valor de la calificación se expresa como un decimal o un porcentaje y se asigna al elemento observado. Un operario calificado se define como un operario con amplia experiencia que trabaja en las condiciones acostumbradas en la estación de trabajo, a un paso no demasiado rápido y no demasiado lento, sino representativo que se pueda mantener a lo largo del día. El principio básico al calificar el desempeño es ajustar el tiempo cronometrado para cada elemento ejecutado durante el estudio del tiempo normal que requiere el operario calificado para ejecutar el mismo trabajo.

Por ejemplo:

En la tabla I el tiempo cronometrado de la operación No. 5 es de 0.16 minutos, por lo tanto el tiempo normal se calcula de la siguiente manera:

$$T_n = 0,16 * 0,9 = 0,15 \text{ minutos}$$

#### **2.1.2.7. Tiempo estándar**

Es el tiempo que se requiere para un operario calificado y capacitado trabajando a paso normal para realizar la operación. La fórmula es la siguiente:

$$T_e = T_n * (1 + \% \text{ Suplementos})$$

Donde:

$T_e$  = tiempo estándar

$T_n$  = tiempo normal

% Suplementos = porcentaje de concesiones

Se muestra una tabla de suplementos variables que se deben de agregar dependiendo de la operación que realiza el operario en el puesto de trabajo.

Figura 10. Tabla de suplementos

	Hombre	Mujer		Hombre	Mujer
<b>1. Suplementos constantes</b>			<b>E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)</b>		
Suplementos por necesidades personales	5	7	Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de suplemento Kata (milicalorías/cm2/segundo)		
Suplementos base por fatiga	4	4		16	0
<b>2. Suplementos variables</b>				14	0
<b>A. Trabajo de pie</b>				12	0
<b>B. Postura anormal</b>				10	3
Ligeramente incómoda	0	1		8	10
Incomoda (inclinado)	2	3		6	21
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7		5	31
<b>C. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)</b>				4	45
Peso levantado por kilogramo				3	64
2.5	0	1		2	100
5	1	2	<b>F. Concentración intensa</b>		
7.5	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
10	3	4	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
12.5	4	6	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
15	5	8	<b>G. Ruido</b>		
17.5	7	10	Continuo	0	0
20	9	13	Intermitente y fuerte	2	2
22.5	11	18	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	13	20 Max	Estridente y fuerte	--	--
30	17	----	<b>H. Tensión mental</b>		
33.5	22	----	Proceso bastante complejo	1	1
<b>D. Mala iluminación</b>			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Muy complejo	8	8
Bastante por debajo	2	2	<b>I. Monotonía</b>		
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo monótono	0	0
			Trabajo bastante monótono	1	1
			Trabajo muy monótono	4	4
			<b>J. Tedio</b>		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: GARCIA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo. p. 232.

De la anterior tabla se sacan las tolerancias que aplican al proceso de conversión de tapas y fondos agrícolas. Con base en esta, se estandarizarán los suplementos para cada una de las operaciones.

Tabla II. **Tabla de tolerancias**

Tolerancia	%
Suplemento por necesidades personales	5
Suplementos base por fatiga	4
Suplemento por trabajar de pie	2
Uso de fuerza muscular (10 kg)	3
Trabajo muy monótono	4
Total	18 %

Fuente: elaboración propia.

Por ejemplo:

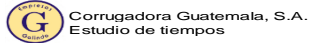
En la tabla I el tiempo normal de la operación No. 5 es de 0,15 minutos, por lo que el tiempo estándar se calcula de la siguiente manera:

$$Te = 0,15 * (1 + 18 \%) = 0,17 \text{ minutos.}$$

### **2.1.3. Estudio de tiempos de las tapas agrícolas**

En las tablas aparecen los estudios de tiempos de las tapas del mercado agrícola, hay un tiempo de preparación de la máquina y otro tiempo de ciclo cuando la máquina ya está produciendo. A continuación se muestra cada uno de los estudios que se realizaron:

Tabla III. Tapa 20\*16 chiquita Costa Rica



Corrugadora Guatemala, S.A.  
Estudio de tiempos

Elaboró: Br. José Aguilar  
Supervisó: Ing. Aldo Carrera  
Departamento: Producción

Método: Actual  
Fecha: Abril de 2012  
Hoja: 1/1

Turno: # 1  
O.P.: 915560  
Demanda: 16,000 tapas

Ritmo de la máquina: 140 láminas por minuto

TAPA 20\*16 CHIQUITA COSTA RICA

Toma de tiempos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TC	CaII %	TN	Supl e %	# Ope	Tiempo Estandar (min)	Observaciones	
<b>Operación No. 1</b>	Estas operaciones se realizan de manera simultánea, dado que es el tiempo set-up de preparación de la máquina por lo que solo se realizan una vez en todo el proceso.										16	80%	12.80	18%	3	15.10	Se cambian los 3 sellos nuevos, la tinta queda la misma de la orden anterior, se colocan 3 troqueles y se cambian medidas de slot y sisas.	
<b>Operación No. 2</b>											28	85%	23.80	18%				
<b>Operación No. 3</b>											26	85%	22.10	18%				
<b>Operación No. 4</b>											18	80%	14.40	18%				
<b>Tiempo de prueba</b>																		
<b>Operación No. 5</b>															1			
El operario cuenta que pasen 25 láminas por las cuchillas de partición	0.18	0.17	0.17	0.15	0.18	0.15	0.15	0.17	0.15	0.15	0.16	90%	0.15	18%		0.17		
<b>Operación No. 6</b>															1			
Sostiene 3 bultos de 25 unidades cada uno que vienen de las cuchillas de partición	0.15	0.15	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	0.12	0.12	0.13	0.13	90%	0.12	18%		0.14		
<b>Operación No. 7</b>															1			
Distribuye 3 bultos de 25 unidades c/u por el conveyor hacia las 2 líneas de amarre	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	0.15	0.13	85%	0.11	18%		0.13	El operario le da vuelta a las 3 tapas superiores de cada bulto	
<b>Operación No. 8</b>															2			
Ordenan bultos de 25 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.13	0.08	0.08	85%	0.07	18%		0.24	Esta operación se multiplica por 3 debido al número de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 9</b>															2			
Estiban los bultos de 25 unidades c/u en la tarima	0.08	0.10	0.08	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.08	0.07	0.07	95%	0.07	18%		0.12	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
<b>Operación No. 10</b>															2			
Ordenan bultos de 25 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.07	0.05	0.07	0.07	0.08	0.07	0.05	0.05	0.07	0.08	0.07	90%	0.06	18%		0.21	Esta operación se multiplica por 3 debido al número de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 11</b>															2			
Estiban los bultos de 25 unidades c/u en la tarima	0.07	0.07	0.05	0.05	0.07	0.05	0.07	0.08	0.10	0.08	0.07	90%	0.06	18%		0.11	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
Número de operarios en la línea de conversión															14			
Tiempo de ciclo del proceso																0.80		

Fuente: Corrugadora de Guatemala, S. A.

Tabla IV. Tapa DM-47 Premium SLVB Bandegua



Corrugadora Guatemala, S.A.  
Estudio de tiempos

Elaboró: Br. José Aguilar  
Supervisó: Ing. Aldo Carrera  
Departamento: Producción

Método: Actual  
Fecha: Abril de 2012  
Hoja: 1/1

Turno: # 1  
O.P.: 915462  
Demanda: 20,000 tapas

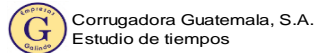
Ritmo de la máquina: 140 láminas por minuto

TAPA DM-47 PREMIUM SLVB BANDEGUA

Toma de tiempos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TC	Cali %	TN	Suple %	# Ope	Tiempo Estandar (min)	Observaciones	
<b>Operación No. 1</b>	Estas operaciones se realizan de manera simultánea, dado que es el tiempo set-up de preparación de la máquina por lo que solo se realizan una vez en todo el proceso.										19	75%	14.25	18%	3	16.82	Se cambian los 3 sellos y los 3 colores de las tintas. El troquel, slot y sisas quedan iguales respecto a la orden anterior.	
<b>Operación No. 2</b>											28	85%	23.80	18%		28.08		
<b>Operación No. 3</b>											25	80%	20.00	18%		23.60		
Tiempo de prueba																		
<b>Operación No. 4</b>															1			
El operario cuenta que pasen 25 láminas por las cuchillas de partición	0.18	0.17	0.15	0.17	0.18	0.15	0.17	0.15	0.17	0.15	0.16	80%	0.13	18%		0.15		
<b>Operación No. 5</b>															1			
Sostiene 3 bultos de 25 unidades cada uno que vienen de las cuchillas de partición	0.17	0.15	0.15	0.17	0.15	0.15	0.17	0.15	0.13	0.15	0.15	85%	0.13	18%		0.15		
<b>Operación No. 6</b>															1			
Distribuye 3 bultos de 25 unidades c/u por el conveyor hacia las 2 líneas de amarre	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.10	0.08	0.08	0.12	0.13	0.09	80%	0.07	18%		0.09	El operario le da vuelta a las 3 tapas superiores de cada bulto	
<b>Operación No. 7</b>															2			
Ordenan bultos de 25 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.07	90%	0.06	18%		0.23	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 8</b>															2			
Estiban los bultos de 25 unidades c/u en la tarima	0.10	0.07	0.10	0.07	0.13	0.07	0.08	0.05	0.08	0.08	0.08	85%	0.07	18%		0.13	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
<b>Operación No. 9</b>															2			
Ordenan bultos de 25 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.05	0.07	0.07	0.12	0.07	0.07	0.08	0.12	0.07	0.05	0.08	90%	0.07	18%		0.24	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 10</b>															2			
Estiban los bultos de 25 unidades c/u en la tarima	0.05	0.05	0.10	0.07	0.08	0.07	0.05	0.08	0.07	0.07	0.07	80%	0.05	18%		0.10	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
Número de operarios en la línea de conversión															14			
Tiempo de ciclo del proceso																0.75		

Fuente: Corrugadora de Guatemala, S. A.

Tabla V. Tapa DM-47 Rosy SLVB



Corrugadora Guatemala, S.A.  
Estudio de tiempos

Elaboró: Br. José Aguilar  
Supervisó: Ing. Aldo Carrera  
Departamento: Producción

Método: Actual  
Fecha: Abril de 2012  
Hoja: 1/1

Turno: # 2  
O.P.: 915346  
Demanda: 10,000 tapas

Ritmo de la máquina: 145 láminas por minuto

TAPA DM-47 ROSY SLVB

Toma de tiempos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TC	Cali %	TN	Supl e %	# Ope	Tiempo Estandar (min)	Observaciones		
<b>Operación No. 1</b>	Estas operaciones se realizan de manera simultánea, dado que es tiempo set-up de preparación de la máquina por lo que solo se realizan una vez en todo el proceso.											10	90%	9.00	18%	3	10.62	Se colocan 2 sellos nuevos, se cambian 2 colores en las tintas y se colocan 2 troqueles en el rodillo. Se equivocan de slot y por eso se tardan tanto en esta operación.	
Sellos												22	75%	16.50	18%		19.47		
<b>Operación No. 2</b>												Tinta	12	80%	9.60		18%		11.33
<b>Operación No. 3</b>												Troquel	38	85%	32.30		18%		38.11
<b>Operación No. 4</b>												Slot y Sisas	13	80%	10.40		18%		12.27
<b>Operación No. 5</b>												Tiempo de prueba							
<b>Operación No. 6</b>	El operario cuenta que pasen 25 láminas por las cuchillas de partición	0.17	0.15	0.15	0.17	0.15	0.15	0.17	0.17	0.17	0.15	0.16	85%	0.13	18%	1	0.16		
<b>Operación No. 7</b>	Sostiene 3 bultos de 25 unidades cada uno que vienen de las cuchillas de partición	0.17	0.15	0.15	0.18	0.17	0.15	0.15	0.15	0.20	0.15	0.16	80%	0.13	18%	1	0.15		
<b>Operación No. 8</b>	Distribuye 3 bultos de 25 unidades c/u por el conveyer hacia las 2 líneas de amarre	0.10	0.07	0.13	0.10	0.12	0.13	0.13	0.07	0.10	0.08	0.10	75%	0.08	18%	1	0.09	El operario le da vuelta a las 3 tapas superiores de cada bulto	
<b>Operación No. 9</b>	Ordenan bultos de 25 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.07	0.07	0.05	0.07	0.05	0.13	0.07	0.07	0.05	0.07	0.07	90%	0.06	18%	2	0.22	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 10</b>	Estiban los bultos de 25 unidades c/u en la tarima	0.08	0.07	0.07	0.05	0.08	0.08	0.07	0.08	0.07	0.05	0.07	80%	0.06	18%	2	0.10	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
<b>Operación No. 11</b>	Ordenan bultos de 25 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.17	0.05	0.13	0.05	0.07	0.07	0.07	0.05	0.07	0.08	0.08	90%	0.07	18%	2	0.25	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 12</b>	Estiban los bultos de 25 unidades c/u en la tarima	0.12	0.08	0.10	0.05	0.05	0.10	0.08	0.05	0.07	0.07	0.08	85%	0.07	18%	2	0.12	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
Número de operarios en la línea de conversión															14				
Tiempo de ciclo del proceso															0.72				

Fuente: Corrugadora de Guatemala, S. A.

Tabla VI. Tapa EC-08 Chiquita Costa Rica



Corrugadora Guatemala, S.A.  
Estudio de tiempos

Elaboró: Br. José Aguilar  
Supervisó: Ing. Aldo Carrera  
Departamento: Producción

Método: Actual  
Fecha: Abril de 2012  
Hoja: 1/1

Turno: # 2  
O.P.:  
Demanda: 150,000 tapas

Ritmo de la máquina: 145 láminas por minuto

TAPA EC-08 CHIQUITA COSTA RICA

Toma de tiempos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TC	Cali %	TN	Suple %	# Ope	Tiempo Estandar (min)	Observaciones	
<b>Operación No. 1</b>	Estas operaciones se realizan de manera simultánea, dado que es el tiempo set-up de preparación de la máquina por lo que solo se realizan una vez en todo el proceso.											22	75%	16.50	18%	3	19.47	Se colocan 3 sellos nuevos, se cambia un color de tinta y se limpia el recipiente, se colocan 2 troqueles y se cambian slot y sisas completos
Sellos												43	70%	30.10	18%		35.52	
<b>Operación No. 2</b>												24	90%	21.60	18%		25.49	
Tinta												36	80%	28.80	18%		33.98	
<b>Operación No. 3</b>												15	80%	12.00	18%		14.16	
Troquel																		
<b>Operación No. 4</b>																		
Slot y Sisas																		
<b>Operación No. 5</b>																		
Tiempo de prueba																		
<b>Operación No. 6</b>																1		
El operario cuenta que pasen 25 láminas por las cuchillas de partición	0.18	0.17	0.17	0.15	0.18	0.15	0.15	0.17	0.15	0.17	0.16	85%	0.14	18%		0.16		
<b>Operación No. 7</b>																1		
Sostiene 3 bultos de 25 unidades cada uno que vienen de las cuchillas de partición	0.15	0.15	0.13	0.13	0.17	0.15	0.13	0.15	0.13	0.15	0.15	85%	0.12	18%		0.15		
<b>Operación No. 8</b>																1		
Distribuye 3 bultos de 25 unidades c/u por el conveyor hacia las 2 líneas de amarre	0.10	0.10	0.08	0.07	0.08	0.08	0.12	0.20	0.07	0.08	0.10	80%	0.08	18%		0.09	El operario le da vuelta a las 3 tapas superiores de cada bulto	
<b>Operación No. 9</b>																2		
Ordenan bultos de 25 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.17	0.08	0.08	75%	0.06	18%		0.22	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 10</b>																2		
Estiban los bultos de 25 unidades c/u en la tarima	0.08	0.10	0.08	0.07	0.07	0.05	0.05	0.07	0.08	0.07	0.07	85%	0.06	18%		0.11	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
<b>Operación No. 11</b>																2		
Ordenan bultos de 25 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.07	0.05	0.07	0.07	0.05	0.07	0.05	0.05	0.07	0.07	0.06	90%	0.05	18%		0.19	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 12</b>																2		
Estiban los bultos de 25 unidades c/u en la tarima	0.07	0.07	0.05	0.05	0.07	0.05	0.05	0.07	0.08	0.10	0.07	85%	0.06	18%		0.10	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
Número de operarios en la línea de conversión																14		
Tiempo de ciclo del proceso																0.73		

Fuente: Corrugadora de Guatemala, S. A.



Tabla VII. Tapa SF-101 Dole



Corrugadora Guatemala, S.A.  
Estudio de tiempos

Elaboró: Br. José Aguilar  
Supervisó: Ing. Aldo Carrera  
Departamento: Producción

Método: Actual  
Fecha: Abril de 2012  
Hoja: 1/1

Turno: # 3  
O.P.: 915226  
Demanda: 64,350 tapas

Ritmo de la máquina: 131 láminas por minuto

TAPA SF-101 SLIP DOLE

Toma de tiempos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TC	Cali %	TN	Suple %	# Ope	Tiempo Estandar (min)	Observaciones		
<b>Operación No. 1</b>	Estas operaciones se realizan de manera simultánea, dado que es el tiempo set-up de preparación de la máquina por lo que solo se realizan una ez en todo el proceso.											18	90%	16.20	18%	3	19.12	Se colocan 3 sellos nuevos, se cambian los 3 colores en las tintas y se colocan 3 troqueles en el rodillo.	
Sellos												28	80%	22.40	18%		26.43		
<b>Operación No. 2</b>												Tinta	36	75%	27.00		18%		31.86
<b>Operación No. 3</b>												Troquel	39	75%	29.25		18%		34.52
<b>Operación No. 4</b>												Slot y Sisas	18	80%	14.40		18%		16.99
<b>Operación No. 5</b>												Tiempo de prueba							
<b>Operación No.6</b>	El operario cuenta que pasen 25 láminas por las cuchillas de partición	0.15	0.17	0.15	0.15	0.17	0.17	0.15	0.15	0.17	0.17	0.16	80%	0.13	18%	1	0.15		
<b>Operación No. 7</b>	Sostiene 3 bultos de 25 unidades cada uno que vienen de las cuchillas de partición	0.15	0.17	0.15	0.15	0.17	0.15	0.17	0.17	0.15	0.15	0.16	75%	0.12	18%	1	0.14		
<b>Operación No. 8</b>	Distribuye 3 bultos de 25 unidades c/u por el conveyor hacia las 2 líneas de amarre	0.10	0.13	0.12	0.10	0.10	0.12	0.12	0.13	0.13	0.15	0.12	75%	0.09	18%	1	0.11	El operario le da vuelta a las 3 tapas superiores de cada bulto	
<b>Operación No. 9</b>	Ordenan bultos de 25 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.10	0.10	0.07	0.08	0.08	0.10	0.12	0.10	0.08	0.13	0.10	75%	0.07	18%	2	0.26	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 10</b>	Estiban los bultos de 25 unidades c/u en la tarima	0.10	0.07	0.08	0.07	0.08	0.13	0.10	0.12	0.07	0.08	0.09	80%	0.07	18%	2	0.13	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
<b>Operación No. 11</b>	Ordenan bultos de 25 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.12	0.20	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.09	80%	0.07	18%	2	0.26	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 12</b>	Estiban los bultos de 25 unidades c/u en la tarima	0.12	0.13	0.10	0.08	0.07	0.12	0.08	0.08	0.13	0.10	0.10	80%	0.08	18%	2	0.14	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
Número de operarios en la línea de conversión															14				
Tiempo de ciclo del proceso															0.78				

Fuente: Corrugadora de Guatemala, S. A.

## 2.1.4. Estudio de tiempos de los fondos agrícolas

Los estudios de tiempos que se realizaron para los fondos agrícolas son semejantes a los que se realizaron para las tapas agrícolas, con la misma metodología de regresión a cero y obteniendo el tiempo estándar de cada operación. Lo que cambia como en todos los estudios de tiempo es la preparación que tiene la convertidora para cada pedido nuevo, a continuación se muestran las tablas con los estudios de tiempos de los fondos agrícolas.

Tabla VIII. Fondo 3 libras chiquita



Corrugadora Guatemala, S.A.  
Estudio de tiempos

Elaboró: Br. José Aguilar  
Supervisó: Ing. Aldo Carrera  
Departamento: Producción

Método: Actual  
Fecha: Mayo de 2012  
Hoja: 1/1

Turno: # 1  
O.P.: 915700  
Demanda: 7,000 fondos

Ritmo de la máquina: 160 láminas por minuto

### Fondo 3 Libras Chiquita

Toma de tiempos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TC	Calí %	TN	Suple %	# Ope	Tiempo Estandar (min)	Observaciones	
<b>Operación No. 1</b>	Estas operaciones se realizan de manera simultánea, y solo se realizan al preparar la máquina para cada cambio de pedido.											10	90%	9	18%	3	10.62	Se colocan 3 troqueles, se limpia bandeja de tinta y el tiempo de prueba se tarda demasiado porque 2 troqueles estaban mal colocados.
<b>Sellos</b>												30	80%	24	18%		28.32	
<b>Operación No. 2</b>	Tinta											27	80%	21.60	18%		25.49	
<b>Operación No. 3</b>	Troquel											25	85%	21.25	18%		25.08	
<b>Operación No. 4</b>	Slot y Sisas											15	70%	10.50	18%		12.39	
<b>Operación No. 5</b>	Tiempo de prueba															1		
<b>Operación No. 6</b>	0.13	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.13	0.12	0.12	0.10	0.12	80%	0.10	18%	1	0.12		
<b>Operación No. 7</b>	0.10	0.10	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13	0.13	0.12	0.10	0.12	80%	0.09	18%	1	0.11		
<b>Operación No. 8</b>	0.05	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	85%	0.06	18%	1	0.07	El operario le da vuelta a las 3 tapas superiores de cada bulto	
<b>Operación No. 9</b>	0.05	0.07	0.05	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.07	0.08	0.06	90%	0.05	18%	2	0.19	Esta operación se multiplica por 3 debido al número de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 10</b>	0.05	0.05	0.07	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.07	0.08	0.06	90%	0.05	18%	2	0.09	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
<b>Operación No. 11</b>	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.08	0.08	0.05	0.05	0.07	0.06	90%	0.06	18%	2	0.20	Esta operación se multiplica por 3 debido al número de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 12</b>	0.03	0.03	0.05	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.05	0.05	95%	0.04	18%	2	0.08	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
Número de operarios en la línea de conversión															14			
Tiempo de ciclo del proceso																0.58		

Fuente: Corrugadora de Guatemala, S. A.

Tabla IX. Fondo 20\*16



Corrugadora Guatemala, S.A.  
Estudio de tiempos

Elaboró: Br. José Aguilar  
Supervisó: Ing. Aldo Carrera  
Departamento: Producción

Método: Actual  
Fecha: Mayo de 2012  
Hoja: 1/1

Turno: # 3  
O.P.: 915924  
Demanda: 84,000 fondos

Ritmo de la máquina: 165 láminas por minuto

FONDO 20X16

Toma de tiempos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TC	Cali %	TN	Suple %	# Ope	Tiempo Estandar (min)	Observaciones		
<b>Operación No. 1</b>	Estas operaciones se realizan de manera simultánea, y solo se realizan al preparar la máquina para cada cambio de pedido.											10	85%	8.5	18%	3	10.03	Se coloca 1 sello, se cambia un color de tinta, se colocan 3 troqueles y se cambian slots y sisas. Un troquel se coloca mal y eso hace que aumente el tiempo de prueba	
Sellos												23	75%	17.25	18%		20.36		
<b>Operación No. 2</b>												Tinta	27	85%	22.95		18%		27.08
<b>Operación No. 3</b>												Troquel	25	90%	22.50		18%		26.55
<b>Operación No. 4</b>												Slot y Sisas	20	70%	14.00		18%		16.52
<b>Operación No. 5</b>												Tiempo de prueba	20	70%	14.00		18%		16.52
<b>Operación No. 6</b>												1							
El operario cuenta que pasen 20 láminas por las cuchillas de partición	0.13	0.11	0.12	0.13	0.12	0.15	0.10	0.12	0.12	0.11	0.12	80%	0.10	18%	1	0.11			
<b>Operación No. 7</b>												1							
Sostiene 3 bultos de 20 unidades cada uno que vienen de las cuchillas de partición	0.12	0.10	0.13	0.12	0.11	0.13	0.12	0.11	0.12	0.10	0.12	80%	0.09	18%	1	0.11			
<b>Operación No. 8</b>												1							
Distribuye 3 bultos de 20 unidades c/u por el conveyor hacia las 2 líneas de amarre	0.07	0.10	0.08	0.10	0.07	0.08	0.08	0.09	0.06	0.08	0.08	85%	0.07	18%	1	0.08	El operario le da vuelta a las 3 tapas superiores de cada bulto		
<b>Operación No. 9</b>												2							
Ordenan bultos de 20 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.06	0.05	0.07	0.05	0.06	0.05	0.04	0.11	0.11	0.10	0.07	90%	0.06	18%	2	0.22	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina		
<b>Operación No. 10</b>												2							
Estiban los bultos de 20 unidades c/u en la tarima	0.06	0.05	0.03	0.06	0.07	0.03	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05	90%	0.05	18%	2	0.08	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2		
<b>Operación No. 11</b>												2							
Ordenan bultos de 20 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.07	0.05	0.07	0.05	0.07	0.06	95%	0.05	18%	2	0.19	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina		
<b>Operación No. 12</b>												2							
Estiban los bultos de 20 unidades c/u en la tarima	0.03	0.03	0.07	0.03	0.03	0.07	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	90%	0.04	18%	2	0.08	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2		
Número de operarios en la línea de conversión															14				
Tiempo de ciclo del proceso															0.61				

Fuente: Corrugadora de Guatemala, S. A.

Tabla X. Fondo Dole Banasa



Corrugadora Guatemala, S.A.  
Estudio de tiempos

Elaboró: Br. José Aguilar  
Supervisó: Ing. Aldo Carrera  
Departamento: Producción

Método: Actual  
Fecha: Mayo de 2012  
Hoja: 1/1

Turno: # 2  
O.P.: 915871  
Demanda: 120,240 fondos

Ritmo de la máquina: 150 láminas por minuto

FONDO DOLE BANASA

Toma de tiempos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TC	Cali %	TN	Suple %	# Ope	Tiempo Estandar (min)	Observaciones	
<b>Operación No. 1</b>	Estas operaciones se realizan de manera simultánea, y solo se realizan al preparar la máquina para cada cambio de pedido.										11	80%	8.80	18%	3	10.38	Se limpia la bandeja del color, se colocan 3 troqueles y se tardan en el tiempo de prueba debido a que 2 troqueles estaban mal colocados	
Sellos											30	70%	21	18%		24.78		
<b>Operación No. 2</b>											Tinta	19	90%	17.10		18%		20.18
<b>Operación No. 3</b>											Troquel	44	60%	26.40		18%		31.15
<b>Operación No. 4</b>											Slot y Sisas	23	65%	14.95		18%		17.64
<b>Operación No. 5</b>											Tiempo de prueba							
<b>Operación No. 6</b>															1			
El operario cuenta que pasen 20 láminas por las cuchillas de partición	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.12	0.13	0.12	0.10	0.12	0.12	80%	0.09	18%		0.11		
<b>Operación No. 7</b>															1			
Sostiene 3 bultos de 20 unidades cada uno que vienen de las cuchillas de partición	0.12	0.10	0.12	0.12	0.10	0.12	0.12	0.12	0.10	0.10	0.11	80%	0.09	18%		0.10		
<b>Operación No. 8</b>															1			
Distribuye 3 bultos de 20 unidades c/u por el conveyor hacia las 2 líneas de amarre	0.10	0.07	0.08	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.10	0.07	0.08	75%	0.06	18%		0.07	El operario le da vuelta a las 3 tapas superiores de cada bulto	
<b>Operación No. 9</b>															2			
Ordenan bultos de 20 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.05	0.07	0.05	0.05	0.10	0.05	0.05	0.05	0.07	0.05	0.06	90%	0.05	18%		0.19	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 10</b>															2			
Estiban los bultos de 20 unidades c/u en la tarima	0.07	0.08	0.05	0.07	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.05	0.06	85%	0.05	18%		0.10	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
<b>Operación No. 11</b>															2			
Ordenan bultos de 20 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.05	0.10	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.05	0.06	90%	0.05	18%		0.19	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 12</b>															2			
Estiban los bultos de 20 unidades c/u en la tarima	0.03	0.05	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03	0.07	0.05	90%	0.05	18%		0.08	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
Número de operarios en la línea de conversión															14			
Tiempo de ciclo del proceso															0.57			

Fuente: Corrugadora de Guatemala, S. A.

Tabla XI. Fondo Open Top



Corrugadora Guatemala, S.A.  
Estudio de tiempos

Elaboró: Br. José Aguilar  
Supervisó: Ing. Aldo Carrera  
Departamento: Producción

Método: Actual  
Fecha: Mayo de 2012  
Hoja: 1/1

Turno: # 2  
O.P.: 915642  
Demanda: 35,000 fondos

Ritmo de la máquina: 155 láminas por minuto

FONDO OPEN TOP

Toma de tiempos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TC	Cali %	TN	Supl e %	# Ope	Tiempo Estandar (min)	Observaciones	
<b>Operación No. 1</b>	Estas operaciones se realizan de manera simultánea, y solo se realizan al preparar la máquina para cada cambio de pedido.											8	80%	6.40	18%	3	7.55	Se coloca 1 sello, se lava la bandeja de la tinta, se colocan 3 troqueles y se cambian las medidas de slot y sisas.
Sellos												27	75%	20.25	18%		23.90	
<b>Operación No. 2</b>	Tinta											52	60%	31.20	18%		36.82	
<b>Operación No. 3</b>	Troquel											36	70%	25.20	18%		29.74	
<b>Operación No. 4</b>	Slot y Sisas											4	90%	3.60	18%		4.25	
<b>Operación No. 5</b>	Tiempo de prueba															1		
<b>Operación No. 6</b>	0.12	0.12	0.10	0.10	0.13	0.12	0.13	0.15	0.12	0.13	0.12	80%	0.10	18%	1	0.11	El operario cuenta que pasen 20 láminas por las cuchillas de partición	
<b>Operación No. 7</b>	Sostiene 3 bultos de 20 unidades cada uno que vienen de las cuchillas de partición															1		
<b>Operación No. 8</b>	0.12	0.12	0.10	0.10	0.12	0.10	0.10	0.10	0.12	0.10	0.11	80%	0.09	18%	1	0.10		
<b>Operación No. 9</b>	0.05	0.07	0.07	0.08	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.05	0.06	75%	0.05	18%	1	0.06	El operario le da vuelta a las 3 tapas superiores de cada bulto	
<b>Operación No. 10</b>	Ordenan bultos de 20 unidades c/u para pasarlo por la mosca															2		
<b>Operación No. 11</b>	0.05	0.07	0.05	0.03	0.05	0.05	0.07	0.07	0.05	0.12	0.06	85%	0.05	18%	2	0.18	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 12</b>	0.07	0.07	0.03	0.05	0.03	0.05	0.07	0.03	0.05	0.05	0.05	85%	0.04	18%	2	0.08	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide	
<b>Operación No. 13</b>	0.05	0.05	0.07	0.05	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.07	0.06	85%	0.05	18%	2	0.17	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 14</b>	0.05	0.08	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.05	0.05	0.06	80%	0.05	18%	2	0.09	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide	
Número de operarios en la línea de conversión															14			
Tiempo de ciclo del proceso															0.53			

Fuente: Corrugadora de Guatemala, S. A.

Tabla XII. Fondo Safe Way Nueva Medida



Corrugadora Guatemala, S.A.  
Estudio de tiempos

Elaboró: Br. José Aguilar  
Supervisó: Ing. Aldo Carrera  
Departamento: Producción

Método: Actual  
Fecha: Mayo de 2012  
Hoja: 1/1

Turno: # 1  
O.P.: 915745  
Demanda: 84,000 fondos

Ritmo de la máquina: 160 láminas por minuto

FONDO SAFE WAY NUEVA MEDIDA

Toma de tiempos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TC	Cali %	TN	Supl e %	# Ope	Tiempo Estanda r (min)	Observaciones	
<b>Operación No. 1</b>	Estas operaciones de realizan de manera simultánea, y solo se realizan al preparar la máquina para cada cambio de pedido.											13	70%	9.10	18%	3	10.74	Se cambia 1 sello, la tinta queda igual a la orden anterior, se colocan 3 troqueles y se tardan en probar los fondos debido a que se cambian medidas en troqueles
Sellos												28	80%	22.40	18%		26.43	
<b>Operación No. 2</b>	Troquel											10	80%	8	18%		9.44	
<b>Operación No. 3</b>	Slot y Sisas											28	65%	18.20	18%		21.48	
Tiempo de prueba																		
<b>Operación No. 5</b>																1		
El operario cuenta que pasen 20 láminas por las cuchillas de partición	0.13	0.12	0.12	0.13	0.13	0.10	0.13	0.12	0.13	0.12	0.12	75%	0.09	18%		0.11		
<b>Operación No. 6</b>																1		
Sostiene 3 bultos de 20 unidades cada uno que vienen de las cuchillas de partición	0.10	0.10	0.12	0.10	0.12	0.12	0.10	0.10	0.12	0.10	0.11	80%	0.09	18%		0.10		
<b>Operación No. 7</b>																1		
Distribuye 3 bultos de 20 unidades c/u por el conveyor hacia las 2 líneas de amarre	0.08	0.10	0.07	0.05	0.05	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	80%	0.06	18%		0.07	El operario le da vuelta a las 3 tapas superiores de cada bulto	
<b>Operación No. 8</b>																2		
Ordenan bultos de 20 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.05	0.05	90%	0.05	18%		0.17	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 9</b>																2		
Estiban los bultos de 20 unidades c/u en la tarima	0.07	0.07	0.05	0.03	0.05	0.03	0.03	0.07	0.03	0.07	0.05	90%	0.05	18%		0.08	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
<b>Operación No. 10</b>																2		
Ordenan bultos de 20 unidades c/u para pasarlo por la mosca	0.05	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.05	90%	0.04	18%		0.15	Esta operación se multiplica por 3 debido al numero de bultos que contiene la lámina	
<b>Operación No. 11</b>																2		
Estiban los bultos de 20 unidades c/u en la tarima	0.05	0.05	0.07	0.05	0.07	0.07	0.05	0.07	0.07	0.05	0.06	85%	0.05	18%		0.09	Para estibar se encuentran 2 operarios, es por eso que el total de la operación se divide dentro de 2	
Número de operarios en la línea de conversión															14			
Tiempo de ciclo del proceso															0.53			

Fuente: Corrugadora de Guatemala, S. A.

### **2.1.5. Diagrama de proceso para la fabricación de tapas agrícolas**

El proceso de preparación para la convertidora *Koopers* No. 4 comienza con los cambios de sellos, tintas, *slot-sisas* y troqueles. Este tiempo de preparación solo se realiza una vez, luego el tiempo de ciclo del proceso es repetitivo para cada una de las operaciones que se describen en los diagramas de operaciones.

A continuación se describe de una manera resumida cada una de las operaciones de los siguientes diagramas:

Preparación de la máquina:

Se cambian tintas, troqueles, *slots-sisas* y troqueles cuando sea necesario en cada orden de producción.

Cuchillas de partición:

Son las encargadas de cortar la lámina de cartón corrugado en *outs* individuales y así poder obtener una tapa agrícola individual.

Revisión de tapas:

Se revisan que las tapas vayan pegadas correctamente y que tanto impresión, troquelado y sisado sea el correcto.

Distribución por el conveyor:

Se trasladan los bultos de 25 unidades cada uno hacia las dos líneas de amarre para el estibamiento en tarima.

Fleje de bultos:

Cada bulto de tapas es flejado, esto quiere decir que es el amarre que se les coloca como seguridad para la estiba.

Estiba de bultos:

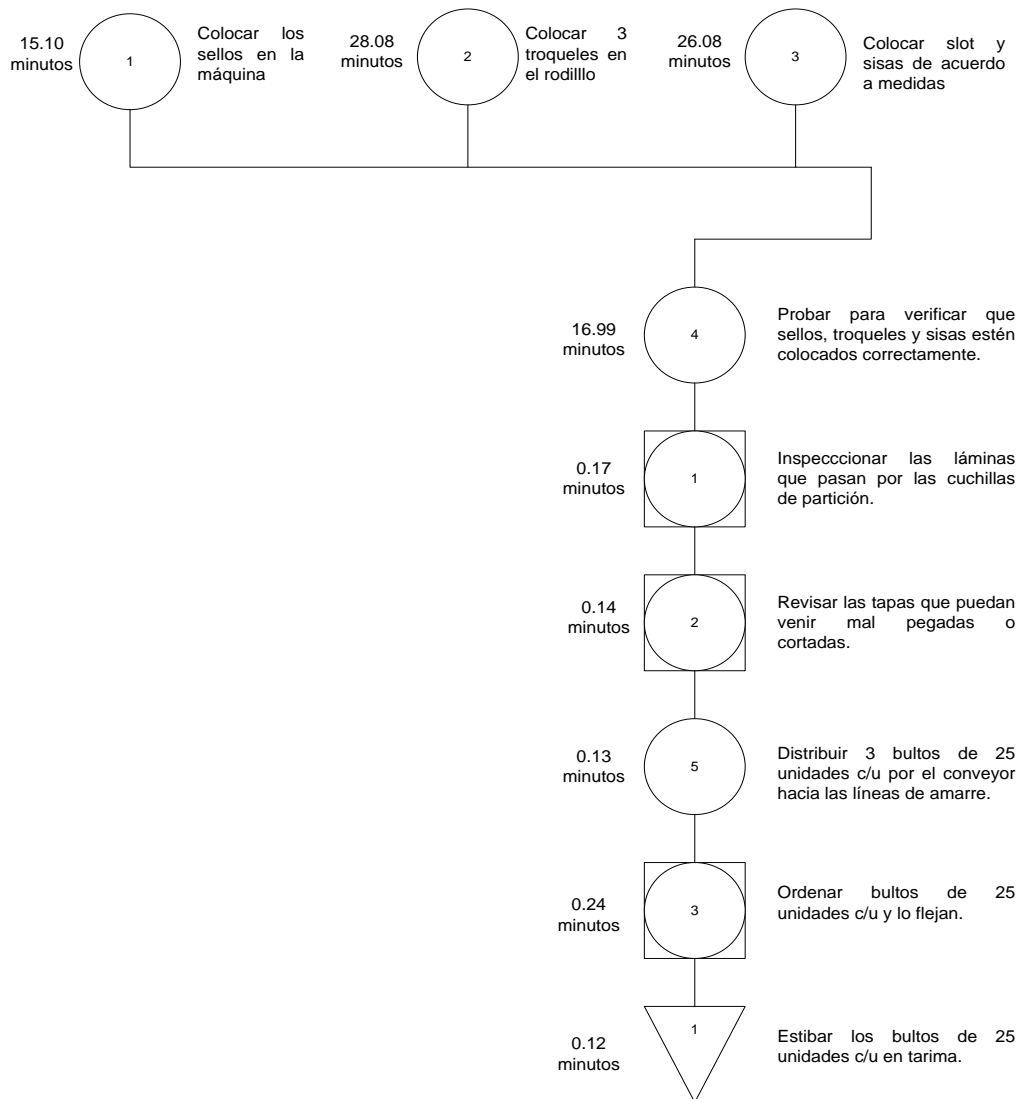
Se estiban los bultos en tarima para el posterior traslado a la bodega de almacenamiento.

Estas son todas las operaciones que se realizan en esta línea de producción, por lo que a continuación se detallan en los diagramas de operaciones.






Figura 11. Tapa 20\*16 Chiquita Costa Rica

<b>Empresa:</b> Corrugadora Guatemala, S. A.	
<b>Método:</b> Actual	
<b>Objeto:</b> Diagrama de flujo de operaciones de tapa 20*16 Chiquita Costa Rica	<b>Departamento:</b> Producción
<b>Fecha de elaboración:</b> abril de 2,012	Hoja: 1/1
<b>Elaboró:</b> Br. José Aguilar	



Continuación de la figura 11.

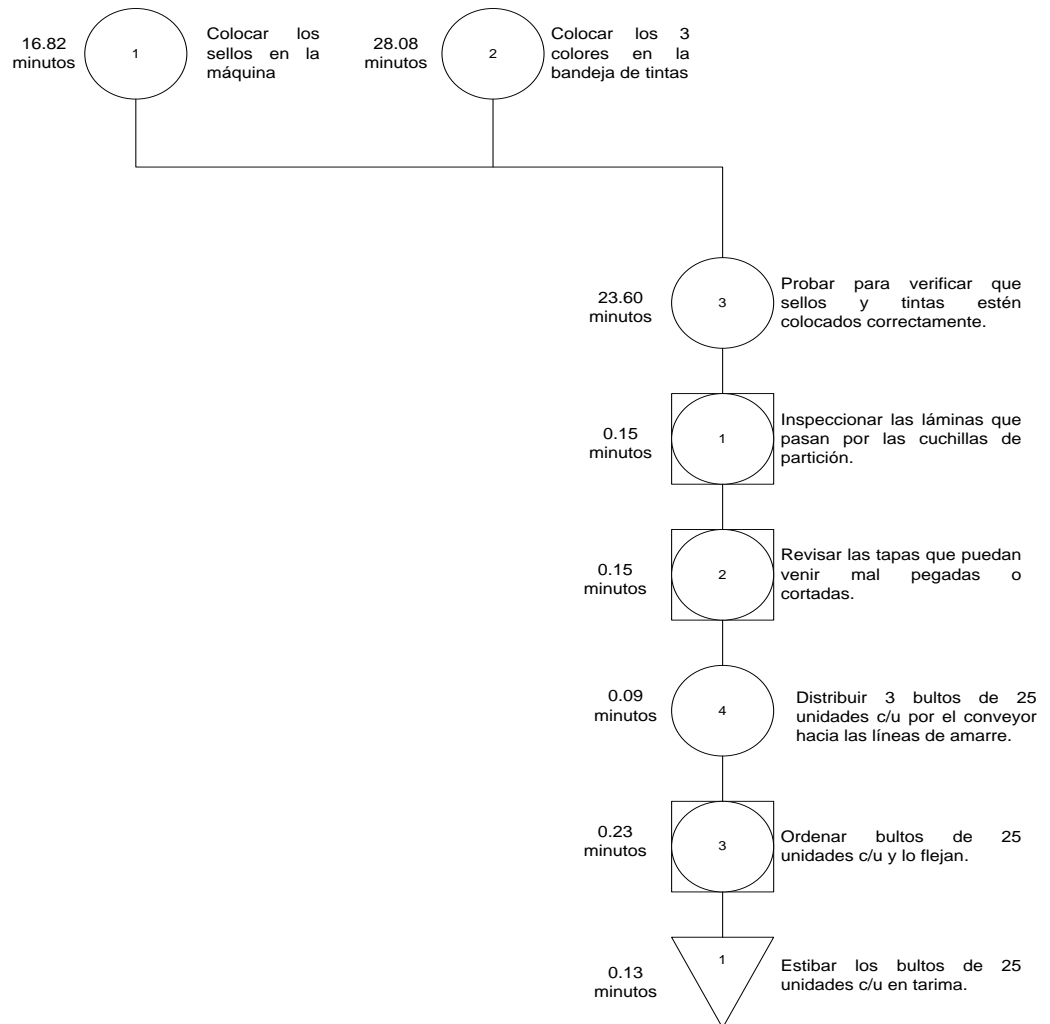
### Resumen

Símbolo	Evento	Cantidad	Tiempo (min)
	Operación	5	86.38
	Operación/ Inspección	3	0.55
	Almacenaje	1	0.12
		<b>Total</b>	<b>87.05</b>

Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.



Figura 12. Tapa DM-47 Premium Bandegua

<b>Empresa:</b> Corrugadora Guatemala, S. A.	
<b>Método:</b> Actual	
<b>Objeto:</b> Diagrama de flujo de operaciones de tapa DM-47 Premium Bandegua	
<b>Fecha de elaboración:</b> abril de 2,012	<b>Departamento:</b> Producción
<b>Elaboró:</b> Br. José Aguilar	Hoja: 1/1



Continuación de la figura 12.

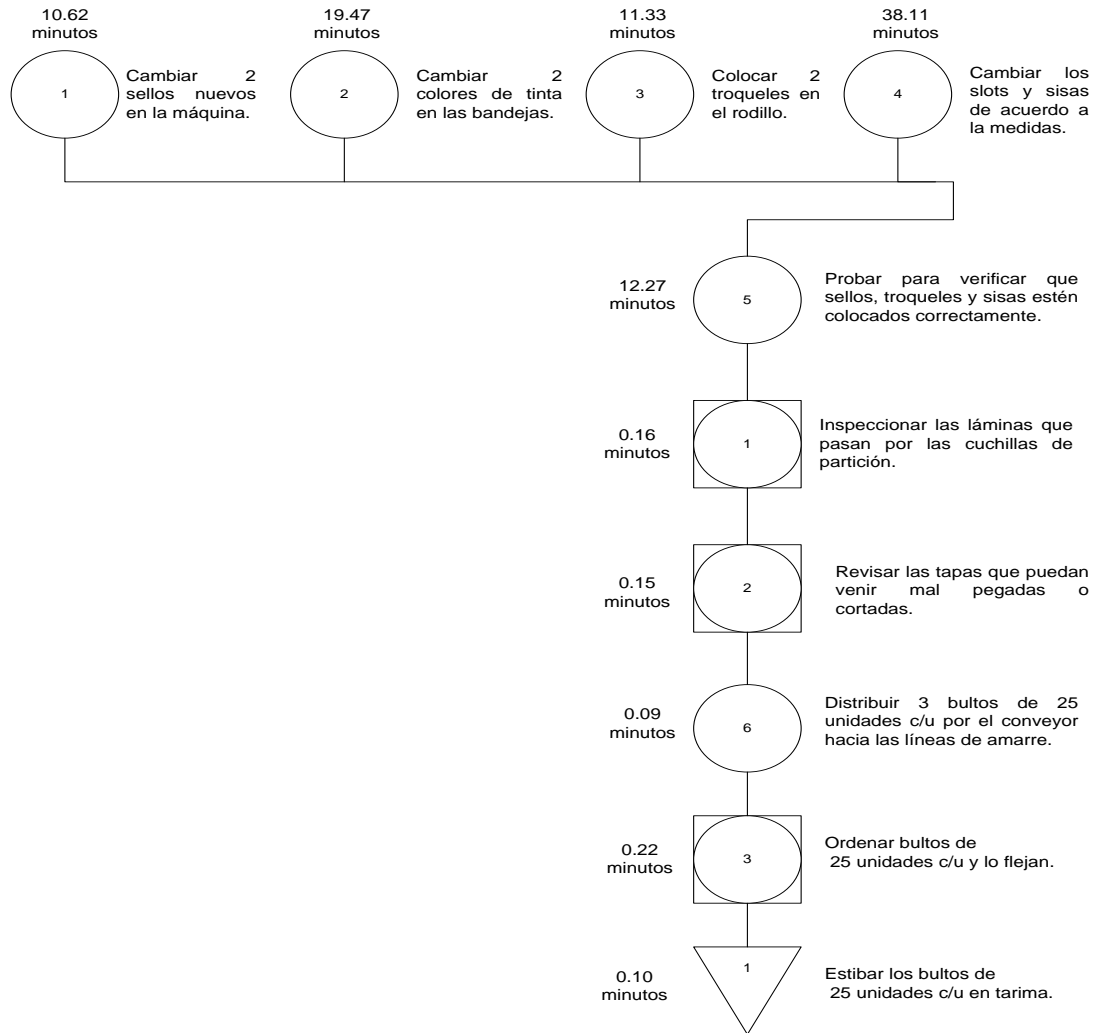
### Resumen

Símbolo	Evento	Cantidad	Tiempo (min)
	Operación	4	68.59
	Operación/ Inspección	3	0.53
	Almacenaje	1	0.13
		<b>Total</b>	<b>69.25</b>

Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.




Figura 13. Tapa DM-47 Rosy SLVB

<b>Empresa:</b> Corrugadora Guatemala, S. A.	
<b>Método:</b> Actual	
<b>Objeto:</b> Diagrama de flujo de operaciones de tapa DM-47 Rosy SLVB	
<b>Departamento:</b> Producción	
<b>Fecha de elaboración:</b> abril de 2,012	<b>Hoja:</b> 1/1
<b>Elaboró:</b> Br. José Aguilar	



Continuación de la figura 13.

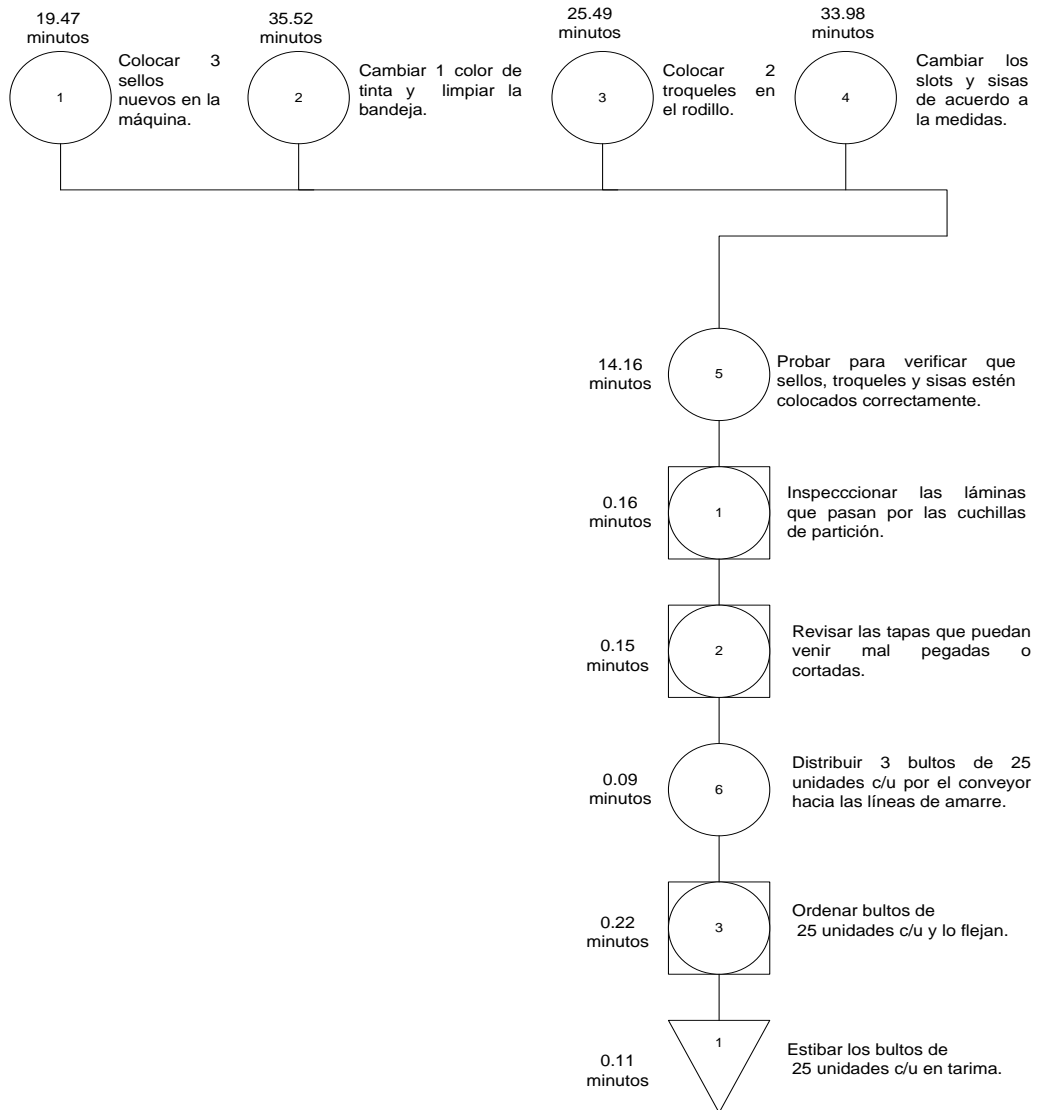
### Resumen

Símbolo	Evento	Cantidad	Tiempo (min)
	Operación	6	91.89
	Operación/ Inspección	3	0.53
	Almacenaje	1	0.1
		<b>Total</b>	<b>92.52</b>

Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.




Figura 14. Tapa EC-08 Chiquita Costa Rica

<b>Empresa:</b> Corrugadora Guatemala, S. A.	
<b>Método:</b> Actual	
<b>Objeto:</b> Diagrama de flujo de operaciones de tapa EC-08 Chiquita Costa Rica	
<b>Fecha de elaboración:</b> abril de 2,012	<b>Departamento:</b> Producción
<b>Elaboró:</b> Br. José Aguilar	Hoja: 1/1



Continuación de la figura 14.

### Resumen

Símbolo	Evento	Cantidad	Tiempo (min)
	Operación	6	128.71
	Operación/ Inspección	3	0.53
	Almacenaje	1	0.11
		<b>Total</b>	<b>129.35</b>

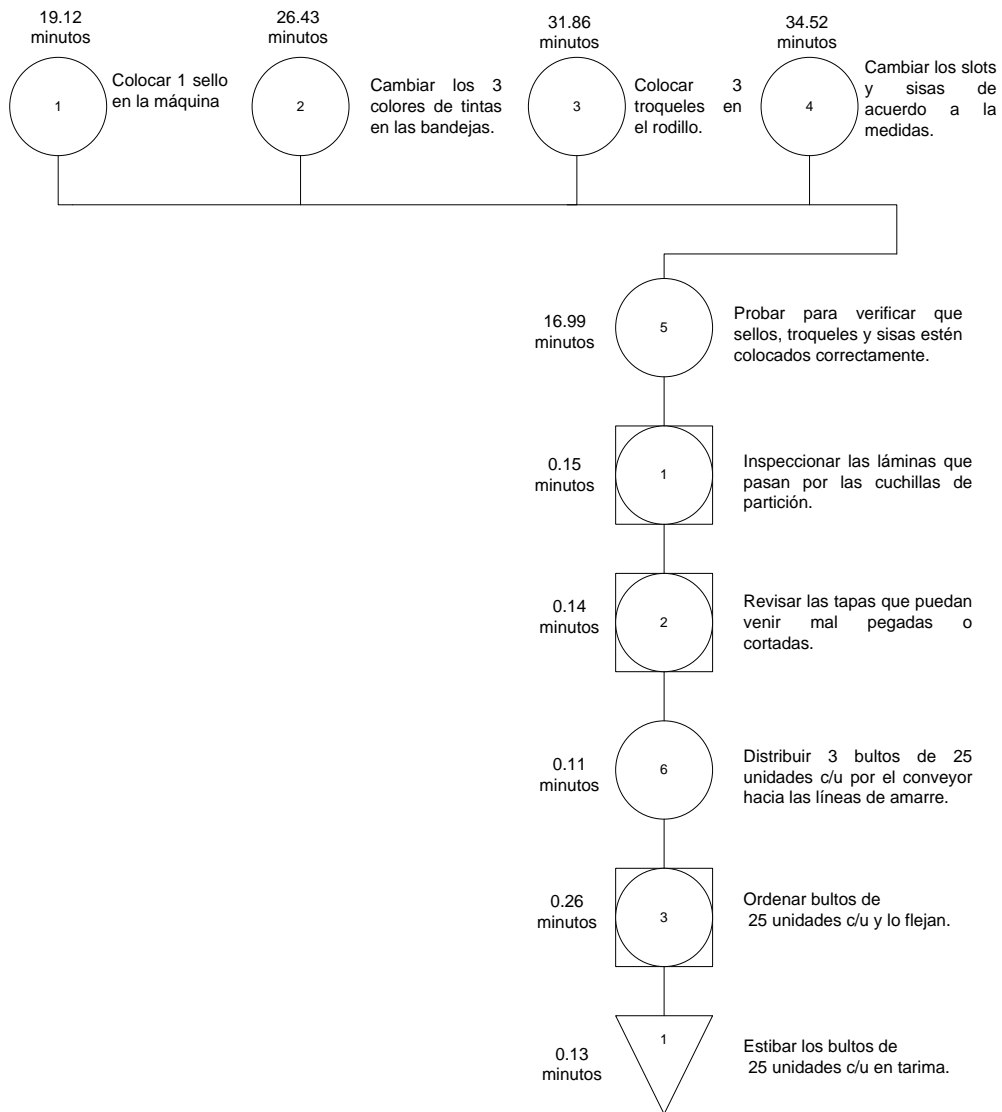
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.



Figura 15. Tapa SF-101 Dole




**Empresa:** Corrugadora Guatemala, S. A.  
**Método:** Actual  
**Objeto:** Diagrama de flujo de operaciones de tapa SF-101 Dole  
**Departamento:** Producción  
**Fecha de elaboración:** abril de 2,012  
**Elaboró:** Br. José Aguilar

**Hoja:** 1/1



Continuación de la figura 15.

### Resumen

Símbolo	Evento	Cantidad	Tiempo (min)
	Operación	6	129.03
	Operación/ Inspección	3	0.55
	Almacenaje	1	0.13
		<b>Total</b>	<b>129.71</b>

Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

#### 2.1.6. Diagrama de proceso para la fabricación de fondos agrícolas

El proceso de preparación para la convertidora *United No. 7* comienza con el cambio de sello, tinta, *slot-sisas* y troqueles. Este tiempo de preparación solo se realiza una vez, luego el tiempo de ciclo del proceso es repetitivo para cada una de las operaciones que se describen en los diagramas de operaciones.

A continuación se describe de una manera resumida cada una de las operaciones de los siguientes diagramas:

Preparación de la máquina: se cambia tinta, troqueles, sellos, sisas y cuchillas cuando sea necesario en cada orden de producción.

Cuchillas de partición: son las encargadas de cortar la lámina de cartón corrugado en *outs* individuales, y así obtener una tapa agrícola individual.

Revisión de tapas: se revisa que las tapas vallan pegadas correctamente y que tanto impresión, troquelado y sisado sea el correcto.

Distribución por el conveyor: se trasladan los bultos de 25 unidades cada uno hacia las dos líneas de amarre para el estibamiento en tarima.

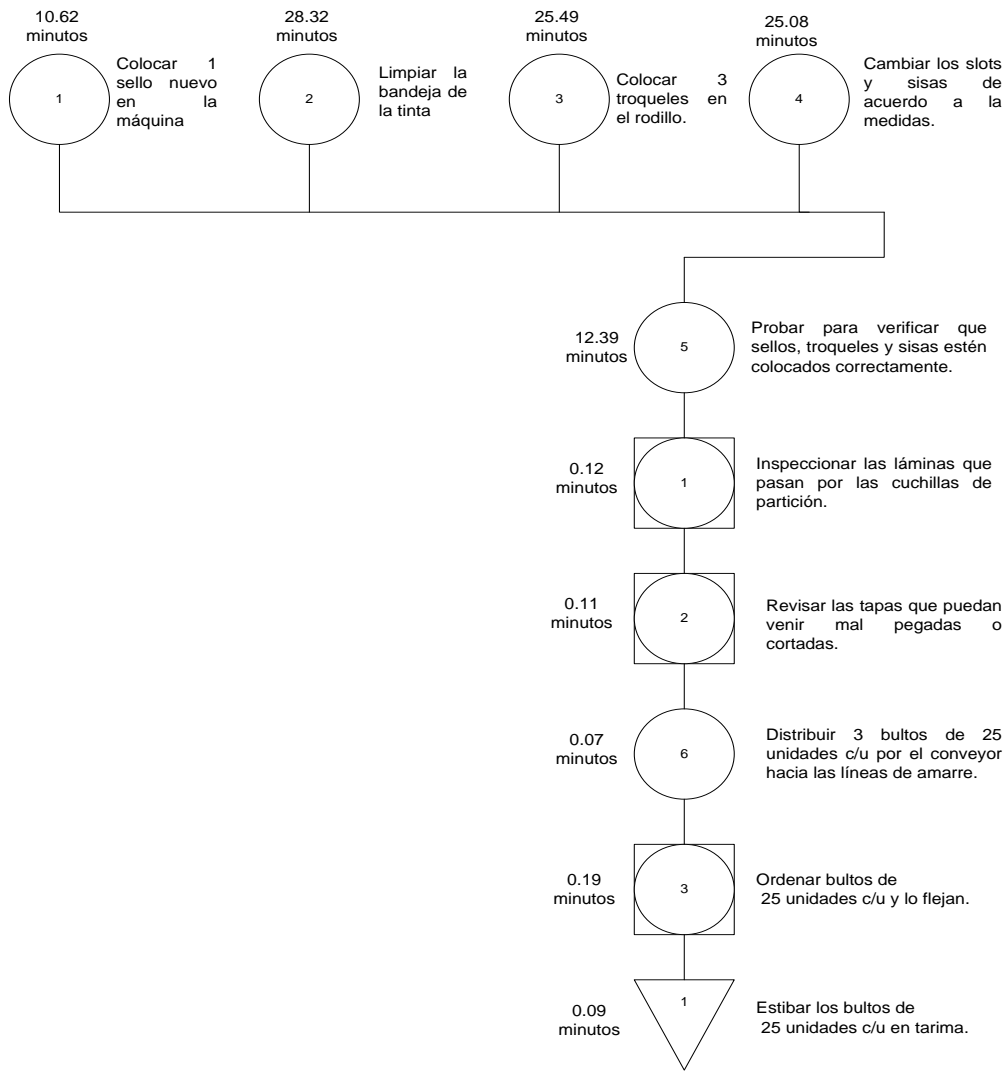
Fleje de bultos: cada bulto de tapas es flejado, esto quiere decir que es el amarre que se les coloca como seguridad para la estiba.

Estiba de bultos: se estiban los bultos en tarima para el posterior traslado a la bodega de almacenamiento.

Estas son todas las operaciones que se realizan en esta línea de producción, por lo que a continuación se detallan en los diagramas de operaciones de los fondos agrícolas.




Figura 16. Fondo 3 libras Chiquita

**Empresa:** Corrugadora Guatemala, S. A.  
**Método:** Actual  
**Objeto:** Diagrama de flujo de operaciones de fondo 3 Libras Chiquita  
**Departamento:** Producción  
**Fecha de elaboración:** abril de 2,012  
**Elaboró:** Br. José Aguilar  
 Hoja: 1/1



Continuación de la figura 16.

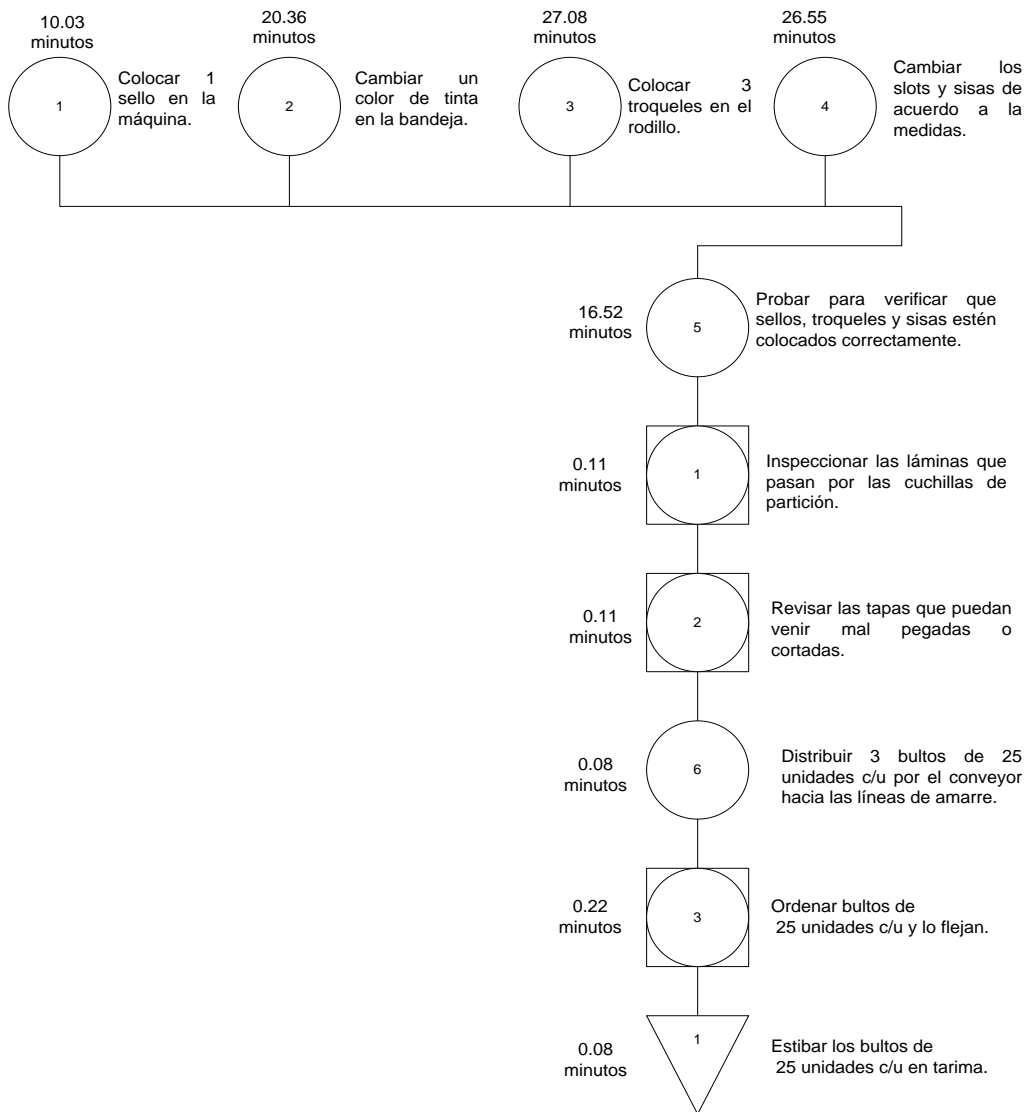
### Resumen

Símbolo	Evento	Cantidad	Tiempo (min)
	Operación	6	101.97
	Operación/ Inspección	3	0.42
	Almacenaje	1	0.09
		<b>Total</b>	<b>102.48</b>

Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.




Figura 17. Fondo 20\*16

<b>Empresa:</b> Corrugadora Guatemala, S. A.	
<b>Método:</b> Actual	
<b>Objeto:</b> Diagrama de flujo de operaciones de fondo 20*16	
<b>Departamento:</b> Producción	
<b>Fecha de elaboración:</b> abril de 2,012	<b>Hoja:</b> 1/1
<b>Elaboró:</b> Br. José Aguilar	



Continuación de la figura 17.

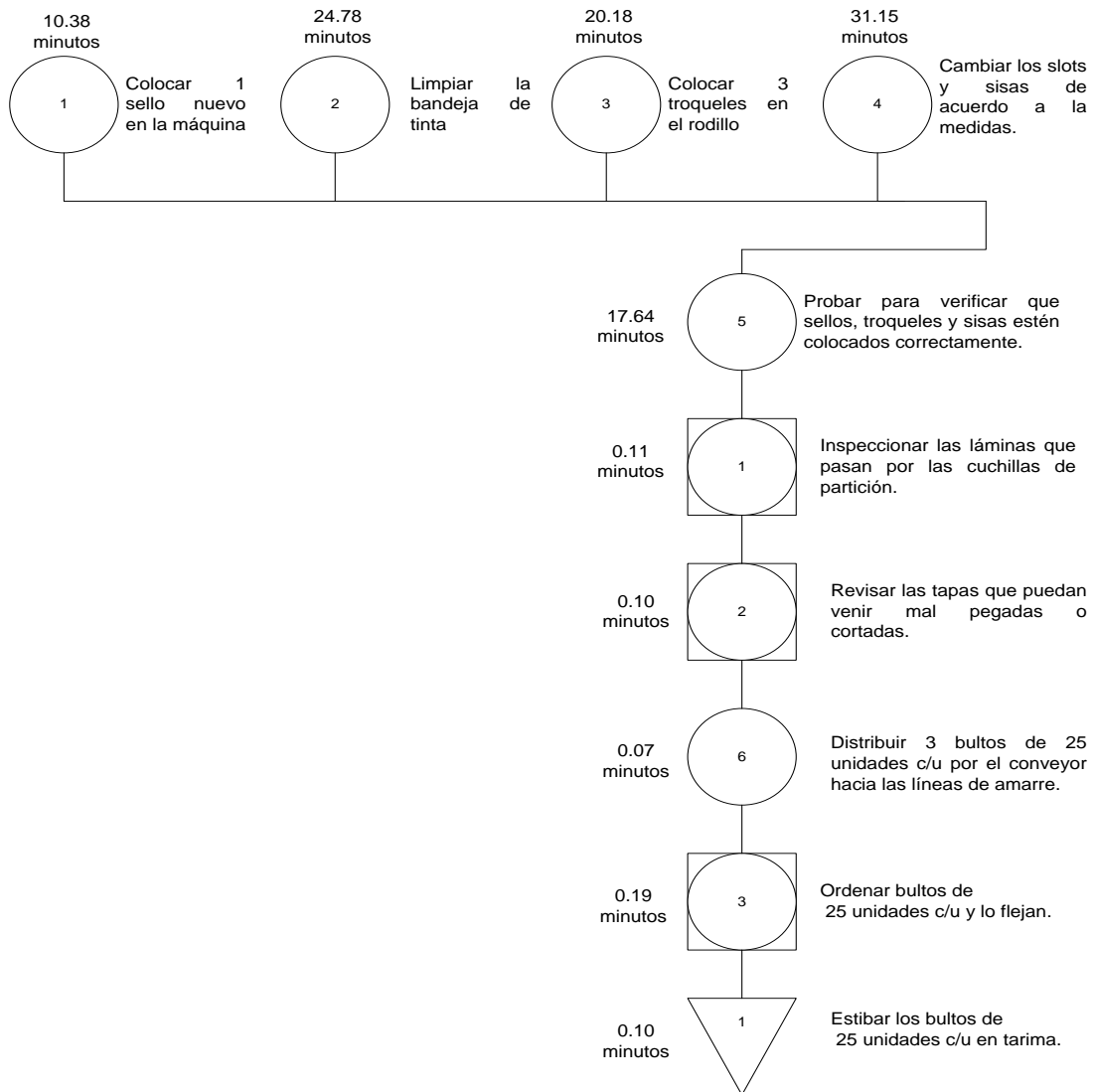
### Resumen

Símbolo	Evento	Cantidad	Tiempo (min)
	Operación	6	100.62
	Operación/ Inspección	3	0.44
	Almacenaje	1	0.08
		<b>Total</b>	<b>101.14</b>

Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 18. Fondo Dole Banasa




<b>Empresa:</b> Corrugadora Guatemala, S. A.	
<b>Método:</b> Actual	
<b>Objeto:</b> Diagrama de flujo de operaciones de fondo Dole Banasa	
<b>Departamento:</b> Producción	
<b>Fecha de elaboración:</b> abril de 2,012	<b>Hoja:</b> 1/1
<b>Elaboró:</b> Br. José Aguilar	





Continuación de la figura 18.

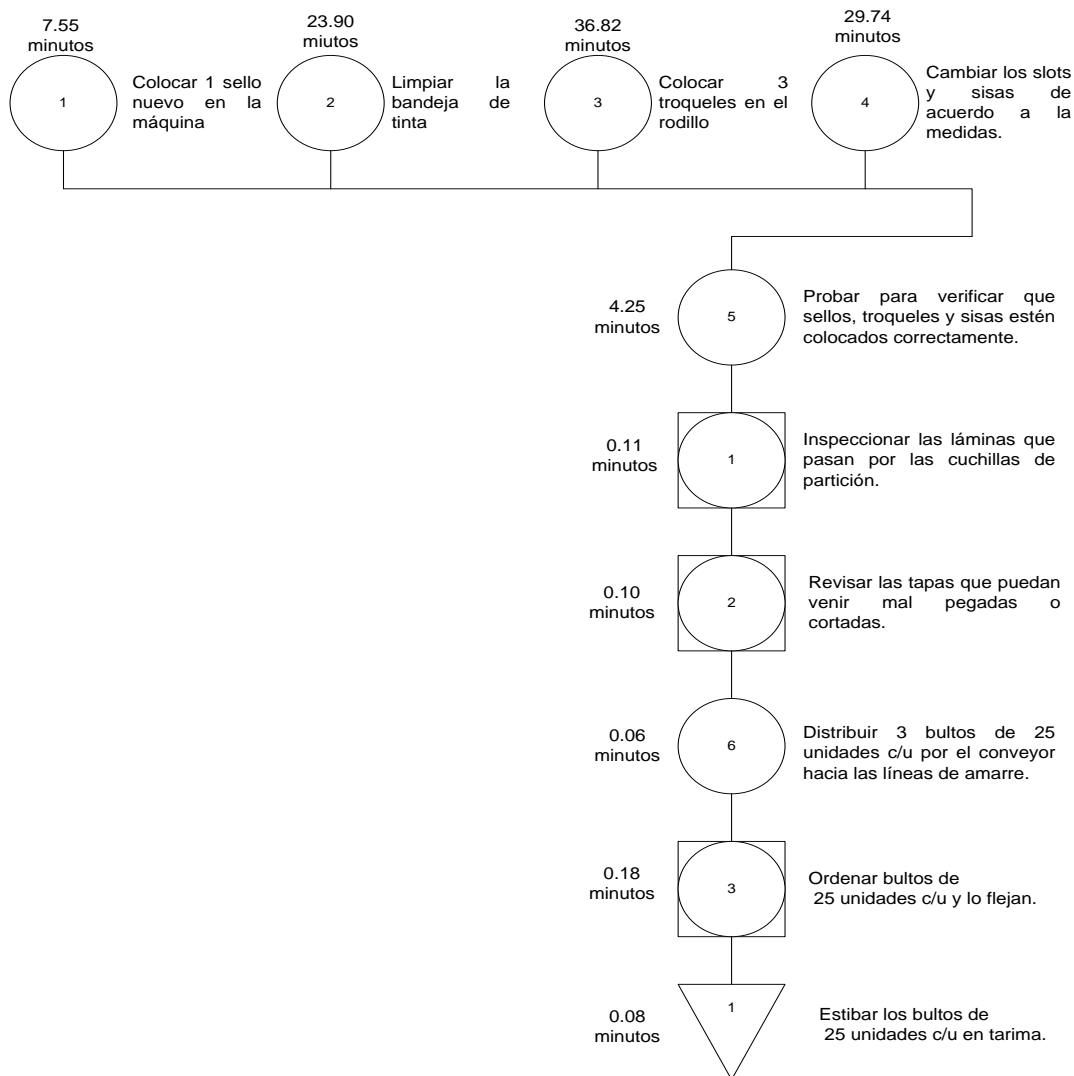
### Resumen

Símbolo	Evento	Cantidad	Tiempo (min)
	Operación	6	104.2
	Operación/ Inspección	3	0.4
	Almacenaje	1	0.1
		<b>Total</b>	<b>104.7</b>

Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.




Figura 19. Fondo Open Top

**Empresa:** Corrugadora Guatemala, S. A.  
**Método:** Actual  
**Objeto:** Diagrama de flujo de operaciones de fondo Open Top  
**Departamento:** Producción  
**Fecha de elaboración:** abril de 2,012  
**Elaboró:** Br. José Aguilar



Continuación de la figura 19.

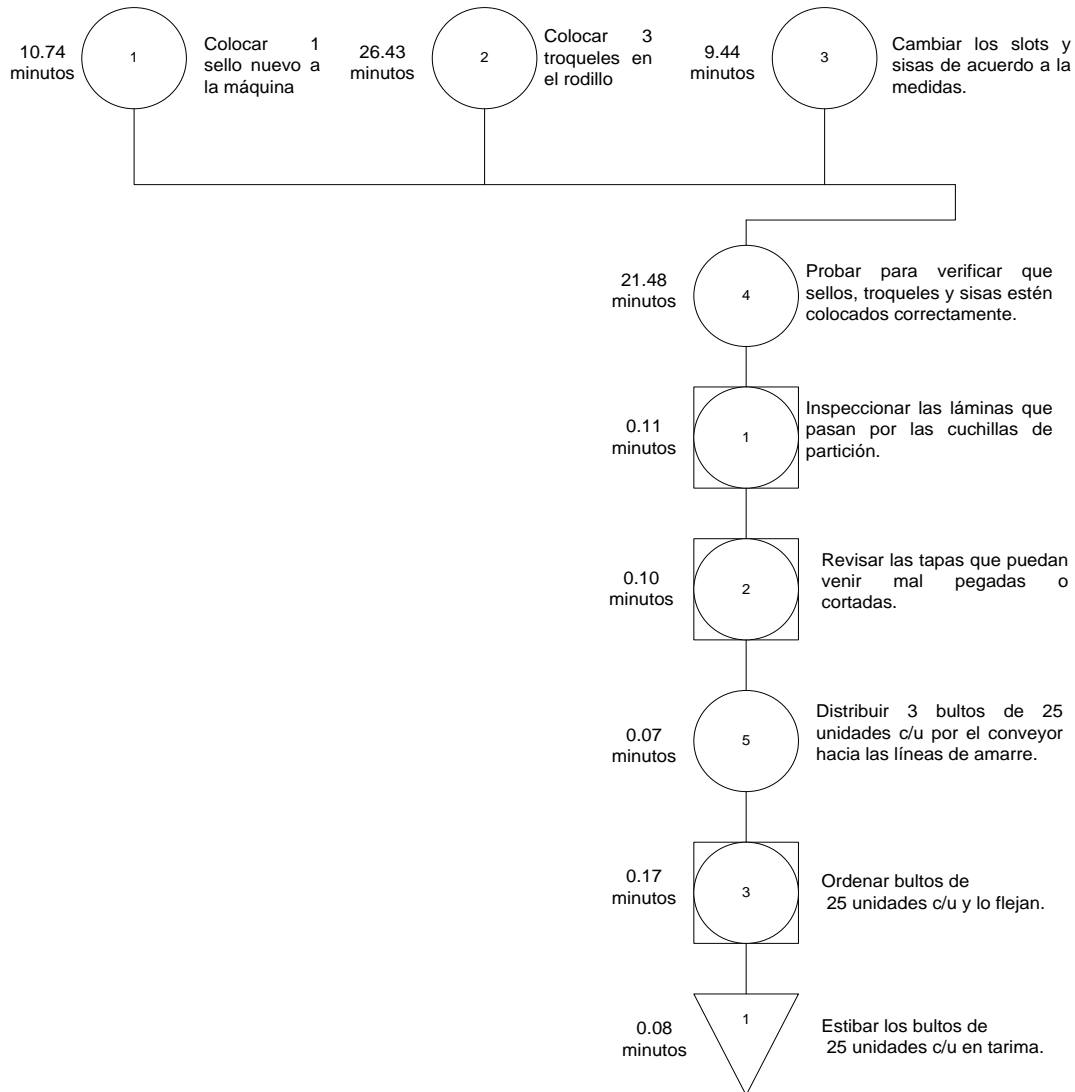
### Resumen

Símbolo	Evento	Cantidad	Tiempo (min)
	Operación	6	102.32
	Operación/ Inspección	3	0.39
	Almacenaje	1	0.08
		<b>Total</b>	<b>102.79</b>

Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.




Figura 20. Fondo Safe Way Nueva Medida

<b>Empresa:</b> Corrugadora Guatemala, S. A.	
<b>Método:</b> Actual	
<b>Objeto:</b> Diagrama de flujo de operaciones de fondo Safe Way Nueva Medida	
<b>Fecha de elaboración:</b> abril de 2,012	<b>Departamento:</b> Producción
<b>Elaboró:</b> Br. José Aguilar	Hoja: 1/1



Continuación de la figura 20.

### Resumen

Símbolo	Evento	Cantidad	Tiempo (min)
	Operación	6	68.16
	Operación/ Inspección	3	0.38
	Almacenaje	1	0.08
		<b>Total</b>	<b>68.62</b>

Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

#### 2.1.7. Balance de líneas para la tapa agrícola

El balance de la línea de producción para la convertidora Koopers No. 4 se realiza para determinar cuántas personas son las que deben de laborar en dicho proceso. El estudio de tiempos es primordial para dicho cálculo, debido a que el tiempo estándar indica lo máximo permitido para cada tipo de operación.

Debido a que todas las operaciones del tiempo de ciclo son iguales para los estudios de tiempos de las diferentes tapas a las cuales se les hizo dicho diagnóstico, los tiempos para hacer dicho balance serán tomados de la tapa 20\*16 Chiquita Costa Rica.

A continuación se describe detalladamente el balance de línea para la convertidora Koopers No. 4.

- Índice de producción=IP=  $\frac{\text{Producción por turno}}{\text{Tiempo disponible}}$

Producción por turno: es lo que se planea producir en un cierto determinado tiempo.

Tiempo disponible:  $\frac{8 \text{ horas}}{\text{turno}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = 480 \text{ min} - 20 \text{ min (refacción)} = 460$  minutos.

$$IP = \frac{128\,000 \text{ tapas}}{460 \text{ minutos}} = 278,26 \text{ tapas*minuto}$$

- Número de operarios técnicos = NOT =  $\frac{(IP)(TE)}{\text{Eficiencia}}$

- Tardanza = T =  $\frac{TE}{NOR} = \frac{\text{Tiempo estandar}}{\text{No. de operarios reales}}$

- Producción por turno = PPT =  $\frac{\text{Tiempo de turno}}{\text{Tardanza mayor}}$

$$PPT = \frac{460 \text{ minutos}}{0,048 \text{ minuto*tapa}} = 95\,834 \text{ tapas.}$$

$$\text{Eficiencia real} = \frac{\text{Sumatoria de tiempo estandar}}{\text{Tiempo mayor*\# de operarios}}$$

$$\text{Eficiencia real} = \frac{0,033065 \text{ minutos}}{0,0048*9} = 0,7653 = 76,53 \%$$

Explicación de la eficiencia real:

De la eficiencia planeada que podría tener la línea de producción de la convertidora Koopers. No. 4, solamente se está trabajando a un 76.53 % de eficiencia real en el proceso de conversión de tapas agrícolas. Para aumentar la eficiencia se tendría que abrir una nueva línea de flejado y estibamiento para reducir los tiempos en las dos estaciones de trabajo en donde la tardanza es mayor.

Si se desea aumentar la producción por turno la eficiencia real tendría que ser mayor para cumplir con la demanda requerida y el balance de línea sería mayor al actual.

Tabla XIII. **Balance de líneas para la tapa agrícola**

Balance de línea para la tapa agrícola								
	Operación	TE (Minutos)	IP	Eficiencia teórica	NOT	NOR	Tardanza	Tardanza Mayor
Láminas en cuchillas de partición	1	0.002266	278.26	0.9	0.70059684	1	0.002266	0.0048
Revisión de bultos	2	0.001866	278.26	0.9	0.57692573	1	0.001866	0.0048
Distribución por el conveyor	3	0.001733	278.26	0.9	0.53580509	1	0.001733	0.0048
Flejado de bultos	4	0.0096	278.26	0.9	2.96810667	2	0.0048	0.0048
Estibamiento de bultos	5	0.0048	278.26	0.9	1.48405333	1	0.0048	0.0048
Flejado de bultos	6	0.0084	278.26	0.9	2.59709333	2	0.0042	0.0048
Estibamiento de bultos	7	0.0044	278.26	0.9	1.36038222	1	0.0044	0.0048
<b>Totales</b>		<b>0.033065</b>				<b>9</b>		<b>0.0336</b>

Fuente: Corrugadora de Guatemala S. A.

Justificación del balance de líneas:

Dado que Corrugadora Guatemala no tiene definida la eficiencia en las líneas de producción, se utiliza la eficiencia teórica que es de un 90 %, la cual está en base al criterio de plantas industriales, las que contienen un criterio de aceptación de solo un 10 % de pérdida de tiempo en los procesos. Esta eficiencia planeada está en base a la teoría de Roberto García Criollo. Con el balance de líneas el número de operarios en la línea de conversión es de 9 personas, más 2 laminadores y 1 operador haciendo un total de 12; por lo que se reduce a 2 personas por turno si se compara con el método actual como aparece en la tabla III tapa 20\*16 Chiquita Costa Rica.

#### **2.1.8. Balance de líneas de fondos agrícolas**

El balance de la línea de producción para la convertidora United No. 7 se realiza para determinar cuántas personas son las que deben de laborar en dicho proceso. El estudio de tiempos es primordial para dicho cálculo, debido a que el tiempo estándar indica lo máximo permitido para cada tipo de operación.

Debido a que todas las operaciones del tiempo de ciclo son iguales para los estudios de tiempos de las diferentes tapas a las cuales se les realizó dicho diagnóstico, los tiempos para hacer dicho balance serán tomados del fondo 3 libras Chiquita.

A continuación se describe detalladamente el balance de línea para la convertidora United No. 7.

- Índice de producción =  $IP = \frac{\text{Producción por turno}}{\text{Tiempo disponible}}$



Producción por turno: es lo que se planea producir en un cierto determinado tiempo.

Tiempo disponible:  $\frac{8 \text{ horas}}{\text{turno}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = 480 \text{ min} - 20 \text{ min (refacción)} = 460$  minutos.

$$IP = \frac{136\,000 \text{ fondos}}{460 \text{ minutos}} = 295,65 \text{ fondos*minuto}$$

- Número de operarios técnicos = NOT =  $\frac{(IP)(TE)}{\text{Eficiencia}}$
- Tardanza = T =  $\frac{TE}{NOR} = \frac{\text{Tiempo estandar}}{\text{No. de operarios reales}}$
- Producción por turno = PPT =  $\frac{\text{Tiempo de turno}}{\text{Tardanza mayor}}$

$$PPT = \frac{460 \text{ minutos}}{0,002 * \text{fondo}} = 230\,000 \text{ fondos}$$

$$\text{Eficiencia real} = \frac{\text{Sumatoria de tiempo estandar}}{\text{Tiempo mayor * \# de operarios}}$$

$$\text{Eficiencia real} = \frac{0,01433 \text{ minutos}}{0,002 * 9} = 0,7961 = 79,61 \%$$

Explicación de la eficiencia real:

De la eficiencia planeada solo se está utilizando el 79,61 %, es un rango aceptable pero todavía se puede aumentar si la operación de cuchillas de partición se puede mejorar. Para mejorar el tiempo de esta operación se tendría que cambiar el sistema actual de cuchillas de partición, y aquí se tiene se

cotizar nuevos equipos y eficiencias de las máquinas. Con esto se aumentaría la eficiencia real y aumentaría la producción actual.

Tabla XIV. **Balance de líneas para el fondo agrícola**

Balance de línea para el fondo agrícola								
	Operación	TE (Minutos)	IP	Eficiencia	NOT	NOR	Tardanza	Tardanza Mayor
Láminas en cuchillas de partición	1	0.002	295.65	0.9	0.657	1	0.002	0.002
Revisión de bultos	2	0.00183	295.65	0.9	0.6021405	1	0.00183	0.002
Distribución por el conveyor	3	0.00117	295.65	0.9	0.383031	1	0.00117	0.002
Flejado de bultos	4	0.00316	295.65	0.9	1.03806	2	0.00158	0.002
Estibamiento de bultos	5	0.0015	295.65	0.9	0.49275	1	0.0015	0.002
Flejado de bultos	6	0.00333	295.65	0.9	1.0948905	2	0.00167	0.002
Estibamiento de bultos	7	0.00133	295.65	0.9	0.4378905	1	0.00133	0.002
<b>Totales</b>		<b>0.01433</b>				<b>9</b>		<b>0.014</b>

Fuente: Corrugadora de Guatemala S. A.

#### Justificación del balance de líneas:

La eficiencia teórica que tiene la línea de producción es de un 90 %, la cual está con base en el criterio de plantas industriales, las que contienen un criterio de aceptación de solo un 10 % de pérdida de tiempo en los procesos. Por lo tanto en la línea de producción hay 9 operarios, 2 alimentadores de láminas de cartón y 1 operador de convertidora lo que equivale a un total de 12 personas, reduciendo 2 personas por turno si se compara con el método actual de la tabla VIII fondo 3 libras Chiquita.

### **2.1.9. Volumen de producción actual**

Es la producción que se tiene por turno en las diferentes convertidoras agrícolas con el método actual. A continuación se desglosa el volumen de producción por tapa y fondo agrícola.

#### **2.1.9.1. Volumen de producción actual de tapas agrícolas**

La producción de tapas agrícolas es de 16 000 tapas por hora, lo que es equivalente a 384 000 tapas por día en la convertidora Koopers No. 4 si fuera un solo pedido, pero dado que hay cambios de preparación en la convertidora esto se reduce dependiendo de los mismos cambios.

#### **2.1.9.2. Volumen de producción actual de fondos agrícolas**

La producción de fondos agrícolas es de 17 000 fondos por hora, lo que es equivalente a 408 000 fondos por día en la convertidora United No. 7. Esto siempre y cuando sea el mismo pedido que se trabaje todo el día.

### **2.1.10. Indicadores de productividad para la tapa agrícola**

La productividad es la definición entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. Los indicadores actuales se calculan a continuación.

### 2.1.10.1. Eficiencia

Como se trabaja actualmente el Departamento de Producción considera que la convertidora Koopers No. 4 podría producir alrededor de 21 000 tapas por hora, pero actualmente por los diversos cambios en la preparación de la imprenta solo salen impresas en promedio 16 000 tapas agrícolas por hora.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Producción deseada}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{16\,000 \text{ tapas} \cdot \text{hora}}{21\,000 \text{ tapas} \cdot \text{hora}} = 0,7619 = 76,19 \%$$

### 2.1.10.2. Productividad

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producido}}{\text{Tiempo efectivo}}$$

$$\text{Tiempo efectivo: } \frac{8 \text{ horas}}{\text{turno}} - \frac{0,33 \text{ hora}}{\text{refa}} = 7,66 \text{ horas}$$

$$\text{Productividad} = \frac{16\,000 \text{ tapas} \cdot \text{hora}}{7,66 \text{ horas hombre}} = 2\,089 \text{ tapas / hombre}$$

### 2.1.10.3. Eficacia

Es la capacidad de alcanzar el efecto que se espera tras la realización de una acción.

$$\text{Eficacia} = \frac{2\,089 \text{ tapas}}{\text{hombre}} \cdot 0,7619 = 1\,592 \text{ tapas / hombre}$$

### **2.1.11. Indicadores de productividad para el fondo agrícola**

Se calculan los datos para determinar la productividad en la convertidora United No. 7, por registros históricos el departamento de Producción de Corrugadora Guatemala, S. A. avala que la producción en dicha imprenta es de 17 000 fondos por hora.

#### **2.1.11.1. Eficiencia**

Se considera que la convertidora podría producir 23 000 fondos del mercado agrícola por hora. Por lo tanto la eficiencia se calcula a continuación.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Producción deseada}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{17\,000 \text{ fondos} \cdot \text{hora}}{23\,000 \text{ fondos} \cdot \text{hora}} = 0,7391 = 73,91 \%$$

#### **2.1.11.2. Productividad**

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producido}}{\text{Tiempo efectivo}}$$

$$\text{Tiempo efectivo: } \frac{8 \text{ horas}}{\text{turno}} - \frac{0,33 \text{ hora}}{\text{refa}} = 7,66 \text{ horas}$$

$$\text{Productividad} = \frac{17\,000 \text{ fondos}}{7,66 \text{ horas hombre}} = 2\,219 \text{ fondos/ hora hombre}$$

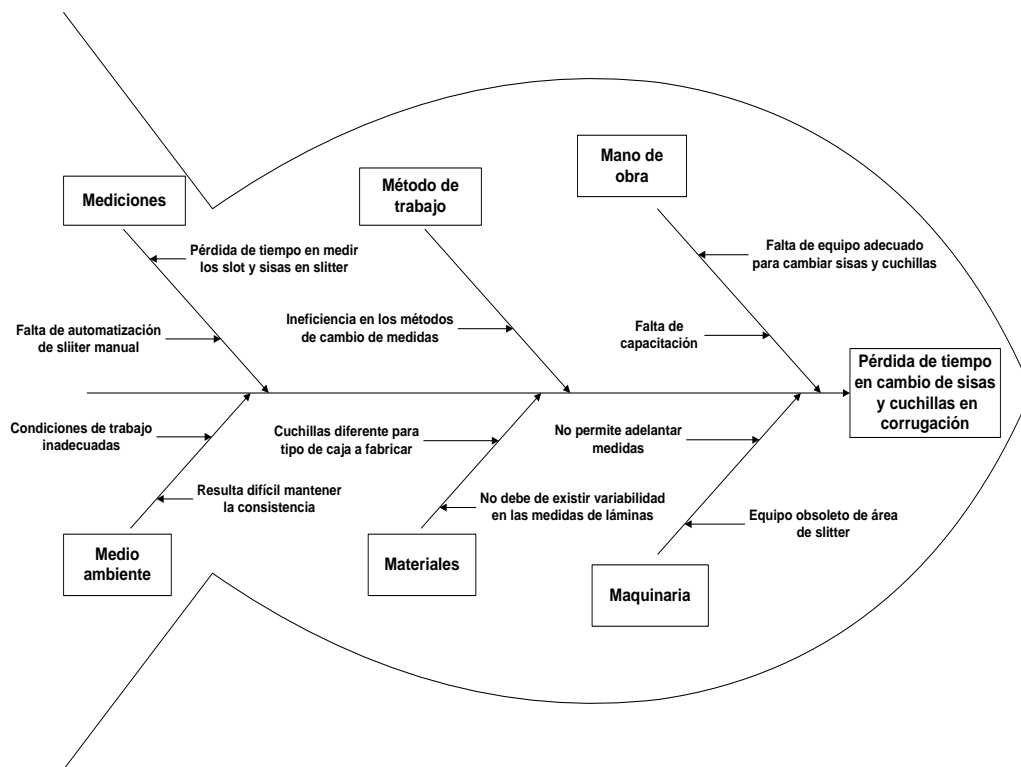
### 2.1.11.3. Eficacia

$$\text{Eficacia} = \frac{2\,219 \text{ fondos}}{\text{hora hombre}} * 0,391 = 1\,641 \text{ fondos/ hora hombre}$$

### 2.1.12. Diagrama Causa-Efecto para el Área de Corrugación

La metodología empleada para hacer el análisis del esquema causa-efecto es el método 6M. Las seis ramas principales para determinar las causas del problema en el proceso son: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente.

Figura 21. Diagrama Causa-Efecto de corrugación



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.13. Tiempo perdido en corrugadora No.2 en el cambio de sisas y cuchillas

Se determina el tiempo perdido por mes por el cambio de sisas y cuchillas en corrugadora No. 2, a continuación se muestra cuanto es el tiempo que se tarda por cambiar dichos accesorios en cada turno. Se debe tomar en cuenta que el tiempo que se tarda para cambiar sisas y cuchillas de un pedido y otro va a depender de cuanta es la variación del pedido anterior, esto hace que el tiempo se reduzca o aumente.

Tabla XV. **Tiempo perdido por cambio de medidas en corrugadora No. 2**



Corrugadora Guatemala, S.A.  
Estudio de tiempos

**Elaboró:** Br. José Aguilar  
**Supervisó:** Inge. Aldo Carrera  
**Departamento:** Producción

#### TIEMPO PERDIDO EN CAMBIO DE SISAS Y CUCHILLAS EN CORRUGADORA No. 2

# orden	Fecha	Turno	Cliente	Caja	Tiempo empleado en cambiar sisas y cuchillas (minutos)	Observaciones
915928	04/06/2012	1	Compañía Bananera Gatemalteca	Fondo Baby 15 libras	14	Se colocan 6 sisas y 4 cuchillas
915931	04/06/2012	1	Compañía Bananera Gatemalteca	Fondo BN-209 EC Costa Sur	10	Se colocan 5 sisas y 3 cuchillas
915949	05/06/2012	1	Compañía de Desarrollo Bananero	Fondo USPB-6	12	Se colocan 6 sisas y 3 cuchillas
144517	06/06/2012	1	Industria Centroamericana	Fondo Tanque Ecoline	13	Se colocan 6 cuchillas y 10 sisas
144531	06/06/2012	1	Eagle Tropic	Fondo Eagle	14	Se colocan 6 cuchillas y 5 sisas
915908	06/06/2012	1	Compañía de Desarrollo Bananero	Fondo Quad Pack 10 libras	11	Se colocan 6 cuchillas y 10 sisas
915908	06/06/2012	1	Compañía de Desarrollo Bananero	Tapa Quad Pack	10	Se colocan 6 cuchillas y 10 sisas
144531	06/06/2012	1	Eagle Produce Tropic	Tapa Fresh	6	Se colocan 6 cuchillas y 5 sisas
144537	08/06/2012	1	Agencias Maldonado	Caja Grande	10	Se colocan 4 cuchillas y 6 sisas

Continuación de la tabla XV.

144547	08/06/2012	1	Bayer, S.A.	Tabcin Formula Mejorada	6	Se colocan 4 cuchillas y 6 sisas
144513	08/06/2012	1	Productos y equipos agrícolas	Caja 6X6	6	Se colocan 7 cuchillas
14452	08/06/2012	1	Papelera Internacional	Buzones Red Ecológica	6	Se colocan 3 cuchillas y 2 sisas
144561	08/06/2012	1	Internacional de Mudanzas	Cajas para Wardrobe	5	Se colocan 2 sisas y 2 cuchillas
304706	08/06/2012	1	Corrugados de Sula, S.A.	Pas Canela Autoarmas	4	Se colocan 4 cuchillas
916133	25/06/2012	1	Compañía de Desarrollo Bananero	Tapa Safe Way Premium	9	Se colocan 6 sisas y 3 cuchillas
916100	25/06/2012	1	Frutera del Atlántico	Tapa DM-47	10	Se colocan 6 sisas y 3 cuchillas
144706	26/06/2012	1	Ecke Geraniums S.A.	Pascuas 7"	8	Se colocan 4 cuchillas y 6 sisas
916140	27/06/2012	1	Compañía Bananera Guatemalteca	Tapa Bn-209 Chiquita Costa Sur	12	Se colocan 3 cuchillas y 6 sisas
916136	29/06/2012	1	Compañía de Desarrollo Bananero	Fondo Safe Way N/M	16	Se colocan 3 cuchillas y 5 sisas
144799	03/07/2012	1	Industrias ODI, S.A.	Caja Plátano Frito McDonald	20	Se colocan 5 cuchillas y 8 sisas
144819	03/07/2012	1	De Marcas	Discos 12" Ondulados	8	Se colocan 4 cuchillas
144821	03/07/2012	1	De Marcas	Discos 18 WT	8	Se colocan 5 cuchillas y 8 sisas
144823	03/07/2012	1	Cooperativa Agrícola Integral	Cajas para 5 libras zanahoria	10	Se colocan 7 cuchillas
916237	04/07/2012	1	Transfrut Express Limited	Tapa SF-101 EZ Slip	12	Se colocan 3 cuchillas y 6 sisas
916216	04/07/2012	1	Bananera Nacional	Tapa Cluster Pack	9	Se colocan 3 cuchillas y sisas
144671	21/06/2012	2	Saboro S.A.	Brasilia 31X31	5	Se colocan 2 cuchillas
916114	21/06/2012	2	Transfrut Express Limited	Tapa Sf-101 Plátano Dole	18	Se colocan 3 cuchillas y 6 sisas
916139	26/06/2012	2	Compañía Bananera Guatemalteca	Fondo EC Costa Sur	11	Se colocan 3 cuchillas y 5 sisas
144553	15/06/2012	3	Little Belize Exporters	Fondo Belicious	16	Se colocan 6 cuchillas y 5 sisas
144524	15/06/2012	3	Alquemi, S.A.	Caja No. 4 Nueva	10	Se colocan 5 cuchillas y 8 sisas
144621	15/06/2012	3	Prensa Libre	Caja Edisur	6	Se colocan 5 cuchillas y 8 sisas
916241	05/07/2012	3	Transfrut Express Limited	Fondo SF-101 EZ Slip Liviano	20	Se colocan 5 cuchillas y 6 sisas
<b>Tiempo perdido * mes por cambio de medidas</b>					<b>335</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tiempo en minutos perdidos por mes = 335 minutos\*3 turnos = 1 005 minutos\*mes.



Tiempo en horas perdidos al mes =  $1,005 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = 16,75 \text{ horas} * \text{mes.}$

Tiempo en días perdidos al año =  $\frac{16,75 \text{ horas}}{\text{mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} * \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 8,375 \text{ días.}$

### 2.1.14. Tiempo perdido en corrugadora No.3 en el cambio de sisas y cuchillas

Se determina de cuanto es el tiempo perdido en corrugadora No. 3 por el cambio de sisas y cuchillas en cada una de las órdenes en un mes por turno. El tiempo perdido junto con un análisis financiero dirá que tan rentable es para la empresa la compra de *slitters* automáticos para esta área de corrugación; además esto aumentaría la productividad dado que los tiempos de paro para dichos cambios serían mínimos.

Tabla XVI. Tiempo perdido por cambio de medidas en corrugadora No. 3



Corrugadora Guatemala, S.A.  
Estudio de tiempos

Elaboró: Br. José Aguilar  
Supervisó: Inge. Aldo Carrera  
Departamento: Producción

#### TIEMPO PERDIDO EN CAMBIO DE SISAS Y CUCHILLAS EN CORRUGADORA No. 3

# orden	Fecha	Turno	Cliente	Caja	Tiempo empleado en cambiar sisas y cuchillas (minutos)	Observaciones
915943	05/06/2012	1	Bocas Fruit Company	Tapa Junior 13.6 Kg	18	Se colocan 6 sisas y 4 cuchillas
915961	05/06/2012	1	Frutera del Atlántico	Tapa DM-47 SLVB	15	Se colocan 6 sisas y 3 cuchillas
915853	05/06/2012	1	Compañía Bananera Guatemalteca	Tapa BN-209 Chiquita Costa Sur	12	Se colocan 6 sisas y 3 cuchillas
304705	06/06/2012	1	Corrugados de Sula, S.A.	Tapa Progarne	9	Se colocan 4 cuchillas
304703	06/06/2012	1	Corrugados de Sula, S.A.	Fondo Export Pata	10	Se colocan 3 cuchillas
915959	06/06/2012	1	Bananera Nacional	Tapa SF-101 Dole	8	Se colocan 3 cuchillas y 6 sisas
915961	06/06/2012	1	Frutera del Atlántico	Tapa DM-47 Rosy	14	Se colocan 3 cuchillas y 6 sisas
915945	07/06/2012	1	Compañía de Desarrollo Bananero	Tapa DM-47 Safe Way	15	Se colocan 3 cuchillas y 3 sisas
916178	29/06/2012	1	Aserinca, S.A.	Fondo Plátano Premium	8	Se colocan 4 cuchillas y 5 sisas
916177	29/06/2012	1	Franklin Casco	Fondo Frutas Tropicales	11	Se colocan 4 cuchillas y 5 sisas

Continuación de la tabla XVI.

916148	29/06/2012	1	Compañía Bananera Guatemalteca	Tapa BN-209 Chiquita Costa Sur	12	Se colocan 3 cuchillas y 6 sisas
916184	29/06/2012	1	Compañía de Desarrollo Bananero	Tapa Safe Way N/M	11	Se colocan 3 cuchillas y 6 sisas
144805	03/07/2012	1	Suministros Comerciales	Pizza 15 B&D	7	Se colocan 3 cuchillas
144806	03/07/2012	1	Suministros Comerciales	Pizza Burger 13"	4	Se colocan 2 cuchillas
144804	03/07/2012	1	Suministros Comerciales	Pizza 13 B&D	5	Se colocan 2 cuchillas
916228	04/07/2012	1	Banacol-Frutas Tropicales	Bandeja Media Fiffes	7	Se colocan 3 cuchillas
916255	05/07/2012	1	Compañía Bananera Guatemalteca	Tapa BN-209 EC Plátano CS	17	Se colocan 3 cuchillas y 6 sisas
144722	05/07/2012	1	Exportadora de Cítricos, S.A.	Caja 40 libras enredado	13	Se colocan 3 cuchillas
916179	06/06/2012	2	Aserinca, S.A.	Tapa Plátano	15	Se colocan 3 cuchillas y 6 sisas
304692	12/06/2012	2	Corrugados de Sula, S.A.	Caja Charola	11	Se colocan 4 cuchillas
916027	12/06/2012	2	Bocas Fruit Company	Fondito 22 Finger	18	Se colocan 10 sisas y 6 cuchillas
916023	12/06/2012	2	Compañía Bananera de Desarrollo	Tapa DM-47	16	Se colocan 6 sisas y 3 cuchillas
916032	12/06/2012	3	Frutera Internacional	Tapa SF-101	15	Se colocan 3 cuchillas y 6 sisas
304726	14/06/2012	3	Corrugados de Sula, S.A.	Tapa Pollo Engorde	15	Se colocan 4 cuchillas
304726	14/06/2012	3	Corrugados de Sula, S.A.	Parición Pollo Engorde	17	Se colocan 3 cuchillas y 6 sisas
144554	14/06/2012	3	Little Belize	Tapa Green Papaya	23	Se colocan 6 cuchillas y 5 sisas
<b>Tiempo perdido*mes por cambio de medidas</b>					<b><u>326</u></b>	

Fuente: elaboración propia.

Tiempo perdido por mes = 326 minutos\*3 turnos = 978 minutos.

Tiempo en horas perdidos al mes = 978 minutos \*  $\frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}}$  = 16,3 horas\*mes.

$$\text{Tiempo en días perdidos al año} = \frac{16,3 \text{ horas}}{\text{mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} * \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 8,15 \text{ días.}$$

## 2.2. Propuesta de mejora para conversión y corrugación

Luego de analizar los resultados obtenidos con el método actual en el Área de Conversión, se logró determinar que la operación que es cuello de botella en la imprenta que fabrica tapas agrícolas es el cambio de *slot* y sisas; mientras que la operación que es cuello de botella en la imprenta que fabrica los fondos agrícolas es el cambio de troquel.

La acción a tomar para resolver este problema fue de colocar herramienta neumática en estas dos imprentas para que los operarios puedan cambiar *slot* y sisas de una forma eficiente. Ahora el tiempo de quitar tornillos y de colocar los *slots* y sisas se redujo de manera considerable, así se presenta en la reducción de tiempo que se tuvo para la preparación de la misma.

En la imprenta que procesa los fondos agrícolas se redujo el tiempo para el cambio de troquel, ahora ya no tendrán que quitar los tornillos de troquelado de manera manual; sino que con la ayuda de la herramienta neumática va a ser más eficiente el cambio. A continuación se muestran los tiempos actuales y los tiempos de mejora luego de colocar la herramienta adecuada.

Dado el tiempo perdido en cada una de las corrugadoras por el cambio de sisas y cuchillas en la sección de *triplex*, se elabora un estudio económico para determinar la factibilidad para comprar dos *slitters* automáticos.

Los *slitters* automáticos hacen el cambio de sisas y cuchillas en menos de 8 segundos, por lo cual esto reduciría el tiempo de cambio de las medidas en el área de corrugación y por ende aumentar la productividad en la empresa.

### 2.2.1. Reducción en el tiempo de preparación de convertidora Koopers No.4

A continuación se muestran los tiempos de preparación de las 5 tapas agrícolas a las cuales se les hizo el estudio de tiempos correspondiente. La operación de preparación más tardada es el cambio de *slot* y sisas, por lo que se propuso a la empresa Corrugadora Guatemala, S. A. la compra de herramienta neumática para minimizar el tiempo muerto y así aumentar la productividad en esta área.

Se muestran las cuatro operaciones de preparación de la imprenta de tapas agrícolas con cada uno de los tiempos que fueron tomados con el método continuo. Estos tiempos de preparación son los actuales, luego serán tomados los tiempos con el método propuesto; los cuales incluyen la utilización de herramienta neumática para el cambio de *slots*, sisas y troqueles.

Tabla XVII. **Tiempo de preparación de convertidora para tapa agrícola**

Tiempo de preparación de convertidora Koopers No. 4 (Tapas agrícolas)							
	20*16 Chiquita costa Rica	DM-47 Premium Bandegua	DM-47 Rosy SLVB	EC-08 Chiquita Costa Rica	SF- 101 Dole	Total (minutos)	Prome dio
Sellos	15.1	16.82	10.62	19.47	19.12	81.13	16.2
Tintas	0	28.08	19.47	35.52	26.43	109.5	21.9
Slot y sisas	26.08	0	38.11	33.98	34.52	132.69	26.5
Troquel	28.08	0	11.33	25.49	31.86	96.76	19.4

Fuente: Corrugadora de Guatemala S. A.

Luego de implementar la propuesta, con lo cual en el área se trabaja con la herramienta neumática se toman nuevos tiempos en preparación de la convertidora; los cuales se detallan a continuación:

Tabla XVIII. **Tiempo mejorado en preparación de convertido para tapa agrícola**

	Tapa UF-21 A	Tapa Chiquita Guate	Tapa More Motters Banasa	Promedio (minutos)
Sellos	15	13	18	15.33
Tintas	18	25	22	21.67
Slots y sisas	20	18	18	18.67
Troquel	20	18	19	19.00

Fuente: Corrugadora de Guatemala S. A.

La diferencia del promedio más alto del método propuesto con el actual es de 4,83 minutos, lo cual es equivalente a casi 2 000 tapas agrícolas producidas en cada cambio como mínimo, suponiendo que la convertidora tiene un ritmo de 400 tapas por minuto.

### **2.2.2. Reducción en el tiempo de preparación en convertidora United No.7**

A continuación se muestran los tiempos de preparación de los 5 fondos agrícolas a los cuales se les hizo el estudio de tiempos. Los tiempos mostrados son del método actual, por lo que se hace un resumen de cada una de las operaciones de preparación. La operación cuello de botella de esta imprenta es en cambio de troquel, por lo que se toma como propuesta la instalación de

herramienta neumática para disminuir el tiempo de colocación de troqueles en el rodillo.

Tabla XIX. **Tiempo de preparación de convertidora para fondo agrícola**

Tiempo de preparación en convertidora United No. 7 (Fondos agrícolas)							
	3 Libras Chiquita	20*16	Dole Banasa	Open Top	Safe Way N/M	Total (minutos)	Promedio (minutos)
Sello	10,62	10,03	10,38	7,55	10,74	49,32	9,86
Tinta	28,32	20,36	24,78	23,90	0,00	97,36	19,47
Slot y sisas	25,08	26,55	31,15	29,74	9,44	121,96	24,39
Troquel	25,49	27,08	20,18	36,82	26,43	136,00	27,20

Fuente: elaboración propia.

Luego de implementar la propuesta se miden nuevos tiempos de preparación de la convertidora, la herramienta neumática ayuda a minimizar el tiempo ocioso en preparación de *slots*, sisas y troqueles. Los tiempos en el cambio de las operaciones son los siguientes:

Tabla XX. **Tiempo mejorado en preparación de convertidora para fondo agrícola**

	Fondo Franklin Casco	Fondo UF-21 A	Fondo Dole SF-101	Promedio (minutos)
Sello	8	10	9	9,00
Tinta	19	18	19	18,67
Slot y sisas	21	22	20	21,00
Troquel	20	19	22	20,33

Fuente: elaboración propia.

La diferencia del tiempo promedio más alto del método propuesto con el método actual es de 6,2 minutos, lo que equivale a casi 2 500 fondos extras cada vez que se prepare la convertidora si la misma tiene una velocidad promedio de 400 fondos por minuto.

La diferencia del tiempo promedio más alto del método propuesto con el método actual es de 6,2 minutos, lo que equivale a casi 2 500 fondos extras cada vez que se prepare la convertidora si la misma tiene una velocidad promedio de 400 fondos por minuto.

### **2.2.3. Volumen de producción mejorado**

Luego de la mejora propuesta en el Área de Conversión se reducen tiempos en la preparación de las convertidoras que fabrican las tapas y fondos agrícolas. A continuación se muestra el volumen de producción que se tiene luego de la mejora.

#### **2.2.3.1. Volumen de producción de tapas agrícolas**

La línea de producción de la imprenta de tapaderas agrícolas tiene una producción de 16 000 tapas por hora. El ahorro de preparación de la imprenta fue de 4,83 minutos en el cambio de slots y sisas; si la máquina mantiene la velocidad promedio de 450 tapas por minuto y como mínimo se realizan tres cambios de preparación, sería igual a 6 521 tapas agrícolas adicionales por el ahorro de tiempo. Al día se produciría el siguiente volumen suponiendo que no hay cambios de preparación:

$$\frac{16\ 000\ \text{tapas}}{\text{hora}} * \frac{24\ \text{horas}}{1\ \text{día}} + 6\ 521\ \text{tapas} = 390\ 521\ \text{tapas} * \text{día}$$

### **2.2.3.2. Volumen de producción de fondos agrícolas**

La línea de conversión de fondos agrícolas tiene una producción promedio de 17 000 fondos por hora. El ahorro de preparación de esta imprenta fue de 6,2 minutos por cada cambio que se pueda hacer, normalmente se hacen tres cambios de preparación por día; lo cual es equivalente a 10 044 fondos si mantiene una velocidad de 540 fondos por minuto. Por lo que el nuevo volumen de producción sería de la siguiente manera luego de las mejoras implementadas en esta línea.

$$\frac{17\ 000\ \text{fondos}}{\text{hora}} * \frac{24\ \text{horas}}{1\ \text{día}} + 10\ 044\ \text{fondos} = 418\ 044\ \text{fondos} * \text{día}$$

### **2.2.4. Indicadores mejorados de la productividad para la tapa agrícola**

Luego de la mejora que se tiene en el área de producción, la productividad aumenta dado el ahorro de tiempo que se tiene en las operaciones de preparación de la convertidora Koopers No. 4.

#### **2.2.4.1. Eficiencia**

En promedio la imprenta tiene una producción de 21 000 tapas agrícolas por hora, por lo que la eficiencia con el método propuesto es la siguiente:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Producción deseada}}$$



$$\text{Eficiencia} = \frac{16\,272 \text{ tapas*hora}}{21\,000 \text{ tapas*hora}} = 0,7748 = 77,48 \%$$

Interpretación de eficiencia:

Luego de la mejora en la convertidora Koopers No.4, la eficiencia en la línea de producción aumenta 272 tapas por hora, lo cual es equivalente a 6 521 tapas por día con una mejora de 1,29 % respecto a la actual.

#### **2.2.4.2. Productividad**

$$\text{Productividad} = \frac{16\,272 \text{ tapas*hora}}{7,66 \text{ horas hombre}} = 2\,125 \text{ tapas/ hombre}$$

#### **2.2.4.3. Eficacia**

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Eficacia}}{\text{Eficiencia}}$$

$$\text{Eficacia} = \frac{2\,125 \text{ tapas}}{\text{hombre}} * 0,7748 = 1\,647 \text{ tapas/ hombre}$$

#### **2.2.5. Indicadores mejorados de la productividad para el fondo agrícola**

En la convertidora de fondos agrícolas se disminuye el tiempo de preparación con el nuevo método propuesto. Esto aumenta la productividad en el Área de Conversión y ayuda a minimizar la preparación de la imprenta.

### **2.2.5.1. Eficiencia**

En promedio la imprenta de fondos agrícolas tiene una producción de 23 000 fondos por hora, por lo que la eficiencia queda definida de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Producción deseada}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{17\,418 \text{ fondos*hora}}{23\,000 \text{ fondos*hora}} = 0,7573 = 75,73 \%$$

Interpretación de la eficiencia:

En la convertidora United No.7 aumenta la eficiencia a 1,82 % respecto a la actual, lo cual es equivalente a producir 418 fondos por hora y 10 044 fondos por día luego de los métodos de mejora propuestos e implantados en el Área de Conversión agrícola.

### **2.2.5.2. Productividad**

$$\text{Productividad} = \frac{17\,418 \text{ fondos*hora}}{7,66 \text{ horas hombre}} = 2\,274 \text{ fondos / hombre}$$

### **2.2.5.3. Eficacia**

$$\text{Eficacia} = \frac{2\,274 \text{ fondos}}{\text{hombre}} * 0,7573 = 1\,722 \text{ fondos / hombre}$$

### 2.2.6. Estudio económico para corrugadora No.2

Antes de hacer el análisis económico, se va a desglosar los costos fijos de inversión para la compra de la máquina *slitter*. Estos costos fueron proporcionados por el Departamento de Mantenimiento Mecánico de acuerdo a las cotizaciones que ha hecho la empresa coreana que ofrece dicho equipo. Cabe recordar que la corrugadora BHS ya cuenta con un *slitter* automático, de ahí se estandarizan los costos para la instalación del mismo.

Tabla XXI. Costos fijos de inversión para *slitter* de corrugadora No.2

Descripción	Costos Fijos
<b>Máquina Cortadora-Hendedora automática CLM-350</b>	Q 4 533 750,00
<b>Montaje de <i>Slitters</i></b>	Q70 000,00
<b>Costo total de inversión</b>	<u>Q4 603 750,00</u>

Fuente: elaboración propia.

Los gastos de funcionamiento se calculan en base a los registros que tienen los departamentos mecánico y eléctrico, estos gastos son en promedio los que se utilizan para comprar los repuestos a lo largo de un año.

Los pronósticos en repuestos se han mantenido a lo largo de cinco años para el *slitter* de la corrugadora BHS, en base a esta fuente se calculan los siguientes gastos de funcionamiento para el nuevo *slitter* de corrugadora No. 2.

Tabla XXII. **Costos de funcionamiento de *slitter* de corrugadora No.2**

Descripción	Costos Mensuales	Costos Anuales
<b>Energía Eléctrica</b>	Q10,000.00	Q120,000.00
<b>Gastos de Mantenimiento Mecánico</b>	Q5,416.67	Q65,000.00
<b>Gastos de Mantenimiento Eléctrico</b>	Q2,500.00	Q30,000.00
<b>Total de gastos</b>	<b><u>Q17,916.67</u></b>	<b><u>Q215,000.00</u></b>

Fuente: Corrugadora de Guatemala S. A.

Para calcular los ingresos que pierde la empresa por no contar con un sistema automático de cuchillas se toma en cuenta el tiempo perdido por el cambio de medidas que se calculó en el numeral 2.1.13. Además se toma como velocidad promedio para la corrugadora de producir 21 000 pies lineales por hora y un ancho promedio de bobina de papel de 6,33 pies lineales.

Tabla XXIII. **Ingresos anuales en corrugadora No. 2**

Descripción del producto	Pies lineales perdidos al año	Pies cuadrados perdidos al año	Utilidad por pie cuadrado corrugado	Área de fondo (pies cuadrados)	Cantidad de fondos perdidos al año	Ingreso Anual
Corrugado de fondo agrícola	4,221,000	26, 718,930	Q0.50	7.4	3, 610,667	Q1,805,334.00

Fuente: Corrugadora de Guatemala S. A.

$$\text{Pies lineales perdidos al año} = \frac{21\,000 \text{ pies lineales}}{\text{hora}} * \frac{24 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{8\,375 \text{ días}}{\text{año}} = 4,221\,000.$$

Pies cuadrados perdidos al año= 4 221,00 pies lineales\*  $\frac{6,33 \text{ pies lineales}}{\text{ancho bobina}} =$   
 26 718 930,00

Cantidad de fondos perdidos al año=  $\frac{26 718 930 \text{ pies cuadrados}}{7,4 \text{ pies cuadrados} * \text{fondo}} =$   
 3 610 667,00 fondos.

Ingreso anual= 3 610 667,00 fondos\*Q0,50 \* fondo= Q 1 805 334,00

Tabla XXIV. Flujo de caja para corrugadora No.2

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Ingresos							
Pago al contado de maquinaria	Q4,603,750.00						
Ventas		Q1,805,334.00	Q1,895,600.70	Q1,990,380.74	Q2,089,899.77	Q2,089,898.72	
Total Ingresos		Q1,805,334.00	Q1,895,600.70	Q1,990,380.74	Q2,089,899.77	Q2,089,898.72	
Egresos							
Inversión Inicial	Q4,603,750.00						
Gastos de Funcionamiento		Q215,000.00	Q215,000.00	Q215,000.00	Q215,000.00	Q215,000.00	
Depreciaciones		Q906,750.00	Q906,750.00	Q906,750.00	Q906,750.00	Q906,750.00	
Suma de Egresos		Q1,121,750.00	Q1,121,750.00	Q1,121,750.00	Q1,121,750.00	Q1,121,750.00	
Valor de Rescate							Q2,500,000.00
UA	(Q4,603,750.00)	Q683,584.00	Q773,850.70	Q868,630.74	Q968,149.77	Q968,148.72	Q2,500,000.00

Fuente: Corrugadora de Guatemala S. A.

Tasa de descuento: 4,5 %

VAN= Q1 028 698,07

TIR= 10 %

### **2.2.6.1. Análisis de resultados**

Para el flujo de caja los ingresos de ventas aumentarán por año un 5 % respecto al año anterior, esto debido a los pronósticos que se tienen en la empresa como visión para abarcar el mercado nacional de empaques de cartón corrugado. La tasa de descuento que aplica para el cálculo de VAN, es una tasa promedio tomada de acuerdo al Banco de Guatemala para los interés que aplican para ahorros a plazo fijo en el país. Esto servirá para determinar qué tan rentable es para la empresa invertir en dichos equipos o mejor guardar el dinero que podría tener un mejor beneficio.

La tasa interna de retorno indica el porcentaje de dinero que se ganará por invertir en este proyecto, en este caso es ideal financiar este proyecto dado que se tiene un beneficio mayor al de la tasa de descuento. En resumen la compra del *slitter* automático para corrugadora No. 2 es viable y traerá a la empresa mayores ganancias y aumentará la productividad en el área.

### **2.2.7. Estudio económico para corrugadora No.3**

Los costos fijos de inversión de este *slitter* serán los mismos que se utilizaron para corrugadora No. 2 porque se trata del mismo equipo. Dado que un *slitter* automático se puede usar en cualquier corrugadora, teniendo únicamente como restricción de uso el ancho de corrugadora. Dado que las dos corrugadoras tiene el mismo ancho de 84 pulgadas no hay ningún inconveniente para la instalación en cualquiera de las dos máquinas corrugadoras.

Tabla XXV. **Costos fijos de inversión para slitter de corrugadora No.3**

Descripción	Costos Fijos
<b>Máquina Cortadora-Hendedora automática CLM-350</b>	Q 4, 533,750.00
<b>Montaje de <u>Slitters</u></b>	Q70,000.00
<b>Costo total de inversión</b>	Q4,603,750.00

Fuente: Corrugadora de Guatemala S. A.

Como en los gastos de inversión, los gastos de funcionamiento serán los mismos que se utilizaron para la corrugadora No. 2 dado que es el mismo equipo que se cotiza para dicha área.

La única diferencia serán en los pies lineales perdidos por el cambio de medidas en cada una de las corrugadoras, esto hará que el flujo de caja cambie de acuerdo a los datos obtenidos en el estudio de tiempo perdido por el cambio de medidas en corrugadora No. 3.

Tabla XXVI. **Gastos de funcionamiento de slitter de corrugadora No.3**

Descripción	Costos Mensuales	Costos Anuales
<b>Energía Eléctrica</b>	Q10,000.00	Q120,000.00
<b>Gastos de Mantenimiento Mecánico</b>	Q5,416.67	Q65,000.00
<b>Gastos de Mantenimiento Eléctrico</b>	Q2,500.00	Q30,000.00
<b>Total de gastos</b>	Q17,916.67	Q215,000.00

Fuente: Corrugadora de Guatemala S. A.

En el numeral 2.1.14 aparecen los tiempos perdidos por el cambio de medidas en corrugadora No. 3, esto servirá para calcular el costo que se pierde por dejar d corrugar en estos tiempos ociosos. Se tiene como promedio que dicha máquina trabaja a una velocidad de 23 000 pies lineales corrugados por hora y un ancho promedio de bobina que se trabaja de 6,97 pies lineales.

Tabla XXVII. **Ingresos anuales en corrugadora No.3**

Descripción del producto	Pies lineales perdidos al año	Pies cuadrados perdidos al año	Utilidad por pie cuadrado corrugado	Área de fondo (pies cuadrados)	Cantidad de fondos perdidos al año	Ingreso Anual
Corrugado de fondo agrícola	4,498,800	31,351,060	Q0.35	6.75	4,644,602	Q1,625,611.00

Fuente: Corrugadora de Guatemala S. A.

$$\text{Pies lineales perdidos al año} = \frac{8,15 \text{ días}}{\text{año}} * \frac{24 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{23 \text{ 000 pies lineales}}{\text{hora}} = 4 \text{ 498 000.}$$

$$\text{Pies cuadrados perdidos al año} = 4 \text{ 498,00 pies lineales} * \frac{6,97 \text{ pies lineales}}{\text{ancho bobina}} = 31 \text{ 351 060.}$$

$$\text{Cantidad de tapas perdidas al año} = \frac{31 \text{ 351 060 pies cuadrados}}{6,75 \text{ pies cuadrados} * \text{tapa}} = 4 \text{ 644 602}$$

$$\text{Ingreso anual} = 4 \text{ 644 602 tapas} * \text{Q0,35} * \text{tapa} = \text{Q1 625 611,00}$$



Tabla XXVIII. **Flujo de caja para corrugadora No.3**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Ingresos							
Pago al contado de <u>máquinaria</u>	Q4,603,750.00						
Ventas		Q1,625,611.00	Q1,706,891.55	Q1,792,236.13	Q1,881,847.93	Q1,975,940.33	
Total Ingresos		Q1,625,611.00	Q1,706,891.55	Q1,792,236.13	Q1,881,847.93	Q1,975,940.33	
Egresos							
Inversión Inicial	Q4,603,750.00						
Gastos de Funcionamiento		Q215,000.00	Q215,000.00	Q215,000.00	Q215,000.00	Q215,000.00	
Depreciaciones		Q906,750.00	Q906,750.00	Q906,750.00	Q906,750.00	Q906,750.00	
Suma de Egresos		Q1,121,750.00	Q1,121,750.00	Q1,121,750.00	Q1,121,750.00	Q1,121,750.00	
Valor de Rescate							Q2,500,000.00
UA	<u>(Q4,603,750.00)</u>	Q503,861.00	Q585,141.55	Q670,486.13	Q760,097.93	Q854,190.33	Q2,500,000.00

Fuente: Corrugadora de Guatemala S. A.

Tasa de descuento = 4,5 %

VAN = Q 244 364, 01

TIR = 6 %

### 2.2.7.1. Análisis de resultados

Dado que se consideran un crecimiento de venta de 5 % de fondo agrícola por año, también se debe de hacer para la tapa agrícola debido a que ambos componentes hacen una unidad que sirve para empacar normalmente banano o plátano.

La tasa de descuento es la misma debido a que es una tasa promedio con la que trabajan los bancos del país. El valor actual neto es menor si se compara

con el del fondo agrícola, esto se debe a que el porcentaje de utilidad de una tapa agrícola es menor al de un fondo dado la combinación de papeles que se obtienen para producirse. Pero aun así es viable invertir en la compra de este *slitter* automático para esta corrugadora dado que la tasa interna de retorno es todavía mayor a la tasa de descuento, esto quiere decir que se va a obtener mayor beneficio si se invierte en la compra de esta nueva maquinaria.

### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA DE AHORRO DEL CONSUMO DE AGUA, APLICANDO PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

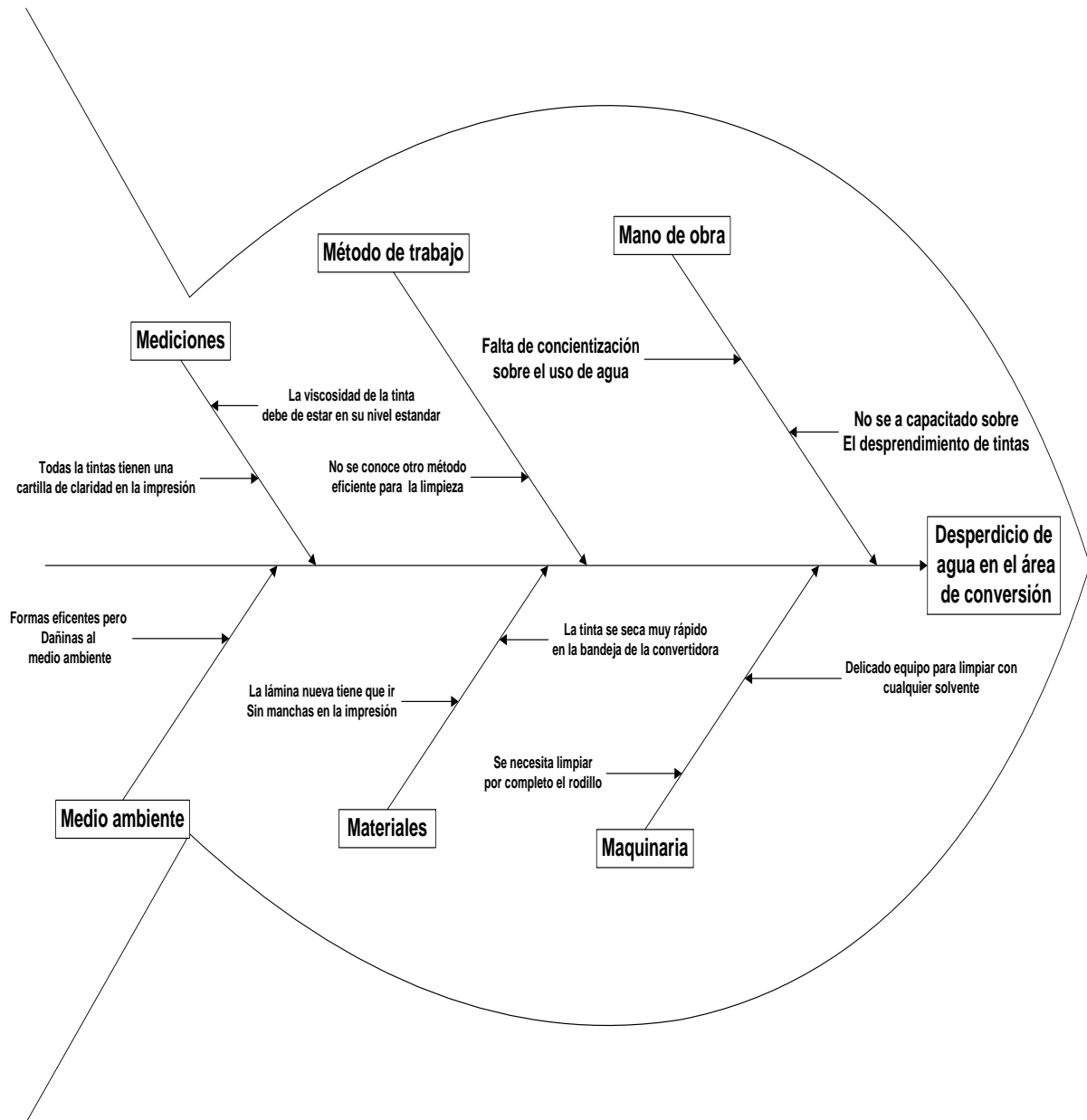
El cuidado de los recursos naturales se ha convertido en la mayor prioridad de muchas empresas, este capítulo se basa en el ahorro de agua en la planta Corrugadora Guatemala, S. A. Actualmente la planta tiene los propios pozos y depósitos de agua para el sostenimiento de la misma, pero no se lleva un control o estadística del consumo de agua que se utiliza en los procesos. De aquí surge la necesidad de llevar un control y determinar qué proceso es el que consume mayormente el vital líquido y así aplicar acciones correctivas que puedan disminuir el consumo.

Se instala un contador de agua industrial en el Área de Conversión para determinar de cuanto es el consumo, luego se colocan rótulos haciendo conciencia en los operarios sobre el cuidado del vital líquido, se instalan nuevos equipos de agua para el ahorro de la misma y por último se capacita a toda la planta para explicarles cómo es que se utilizan las nuevas llaves o válvulas de bola y así poder optimizar y hacer un buen uso.

#### **3.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa sobre el uso de agua en el Área de Conversión**

El desperdicio de agua en la empresa es en todas las áreas debido a que no se tiene un control más estricto sobre el uso de la misma. Con el método 6M se hace un análisis sobre el desperdicio de agua en el Área de Conversión.

Figura 22. Diagrama Causa-Efecto sobre desperdicio de agua



Fuente: elaboración propia.

### 3.2. Consumo actual de agua en el Área de Conversión

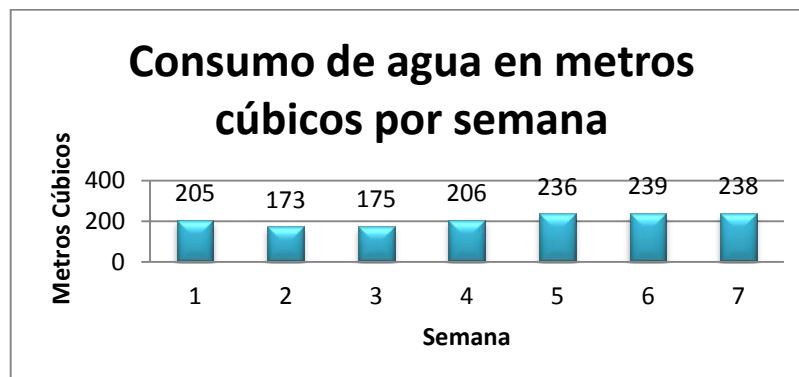
Se calculó el consumo de agua por semana por medio de un contador, en la empresa no se tenían registros de dicha utilización de agua. A continuación se detallan en metros cúbicos.

Tabla XXIX. **Consumo actual de agua**

Semana	Consumo en metros cúbicos
1	250
2	221
3	200
4	160
5	190
6	270
7	241
<b>Promedio</b>	<b><u>218.86</u></b>

Fuente: Corrugadora de Guatemala S. A.

Figura 23. **Gráfica del consumo de agua**



Fuente: elaboración propia.

## Interpretación de la gráfica

El consumo de agua actual es elevado dado que las mediciones se hicieron en la temporada alta del mercado agrícola, esto hace que el consumo aumente. Se tiene un promedio semanal de 218,86 mts<sup>3</sup>, lo cual es equivalente al consumo de agua en 7 hogares domésticos a lo largo de un mes.

### 3.3. Plan de ahorro de agua

Se hace una planificación para concientizar al personal sobre la importancia de hacer un buen uso del agua y evitar el desperdicio de la misma.

#### 3.3.1. Diseño de rótulos

Se hizo una propuesta de diseño para el proveedor de rótulos, con el objetivo de indicarle el contenido del mismo.

Figura 24. **Diseño de rótulo para ahorro de agua**



Fuente: elaboración propia, con programa de Photoshop.

### 3.3.2. Señalización en el Área de Conversión

La fotografía muestra la imagen de la rotulación en el Área de Conversión, en cada una de las imprentas se colocó una réplica exacta.

Figura 25. Rótulo en el Área de Conversión



Fuente: elaboración propia, con programa de Photoshop.

### 3.3.3. Propuesta de mejora de equipos de agua

Las válvulas de bola o esfera son un tipo de válvula muy versátil en el manejo de fluidos, es por eso que es una de las más conocidas en el mercado de fluidos. Además resultan muy prácticas para el manejo de agua, ya que el cierre es rápido y permite el ahorro de agua. Pueden ser fabricadas en termoplásticos como el PVC que permite un mejor manejo de agua y a un costo menor.

Entre las ventajas de usar válvulas de bola en el flujo de agua se encuentran las siguientes:

- La válvula de bola tiene pocas piezas y es de mantenimiento sencillo
- La apertura o cierre totales se obtienen con  $\frac{1}{4}$  de vuelta de bola
- El flujo en la tubería no tiene interrupción y la válvula aumenta muy poco la caída de presión en el sistema.

Entre las desventajas de usar válvula de bola en este tipo de sistema se encuentran las siguientes:

- La dimensión total de cara a cara es mayor que en casi todos los demás tipos de válvulas y requiere más espacio en el sistema de tubería.
- Una parte del fluido del proceso queda atrapado en el conducto cada vez que se cierra la válvula.
- La configuración del producto le hace impráctico para diseño de orificios múltiples, salvo que la válvula sea de menor tamaño que el de la tubería o se pongan reductores.

Figura 26. **Vista lateral de una válvula de bola**



Fuente: [www.neumatica.es](http://www.neumatica.es). Consulta: 2 de julio de 2012.



Figura 27. **Vista interna de una válvula de bola**



Fuente: [www.neumatica.es](http://www.neumatica.es). Consulta: 2 de julio de 2012.

### 3.3.4. **Implementación de las mejoras en conversión**

Luego de la propuesta de mejora de equipos de agua se implementaron en la planta para contribuir al medio ambiente en el ahorro de agua y además reducir costos en la extracción del vital líquido.

Figura 28. **Válvula de bola instalada en conversión**

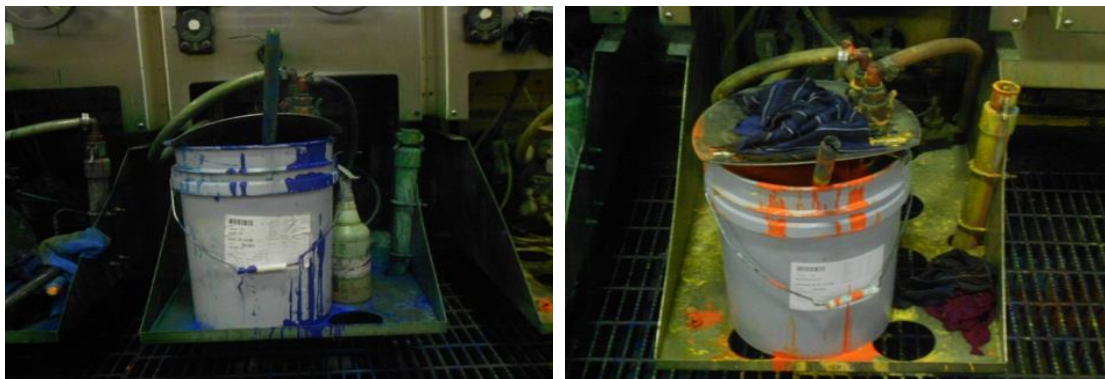


Fuente: Corrugadora de Guatemala S. A.

Además de la implementación de válvulas de bola, también se hicieron otras mejoras en el Área de Conversión para optimizar el uso de agua y evitar el desperdicio de la misma. Una de estas mejoras e importante dado que ahí es donde normalmente se desperdicia agua, fue cambiar las tolvas que contienen las tintas de las imprentas. Anteriormente la tinta se depositaba en estas tolvas para ser succionadas por las diferentes bombas, al querer cambiar de color en esta sección de la imprenta esta tolva se tenía que lavar por completo para evitar la contaminación de la nueva tinta que venía, esto hacía que se desperdiciara agua.

Ahora la cubeta de tinta se coloca directamente en el porta tolva y ya no hay necesidad de lavar la tolva cuando se quiera cambiar de color en esta sección de imprenta.

Figura 29. **Cubetas en porta tolvas**



Fuente: Corrugadora de Guatemala S. A.

### 3.4. Resultados del consumo de agua luego de las mejoras propuestas

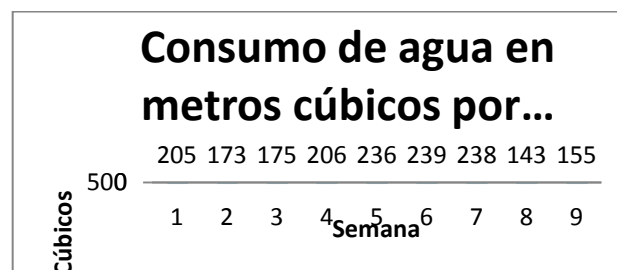
Luego de colocar el equipo de agua adecuado y de hacer las mejoras antes mencionadas, se mide de nuevo el consumo de agua. Se puede observar que hay una mejoría significativa en el consumo de agua. A continuación el detalle de las mediciones:

Tabla XXX. Consumo mejorado de agua

Semana	Consumo en metros cúbicos
1	205
2	173
3	175
4	206
5	236
6	239
7	238
8	143
9	155
<b>Promedio</b>	<b><u>196.67</u></b>

Fuente: Corrugadora de Guatemala S. A.

Figura 30. Gráfica de ahorro de agua



Fuente: elaboración propia.

## Interpretación de la gráfica

Luego de las mejoras implementadas en el Área de Conversión se tiene un promedio semanal de 196.67 mts<sup>3</sup> de consumo, por lo cual se tiene un ahorro semanal de 22.19 mts<sup>3</sup> si se compara con el método actual. La capacitación a los operarios sobre la concientización en el ahorro de agua fue satisfactoria, dado que se cumple con el objetivo de reducir el consumo de agua y además las mediciones se hicieron en temporada alta, en temporada baja el ahorro debería de ser mayor.

### 3.5. Ahorro en consumo de agua

La bomba que se utiliza en la empresa Corrugadora Guatemala es de una potencia de 40hp, lo cual es equivalente al consumo de 50 KW/hora. Actualmente el costo de 1 KW/hora es de Q1,427696. El tanque tiene una capacidad de 63 m<sup>3</sup> y se llena en 1,5 hora. Por lo tanto el costo por hora de la bomba es el siguiente:

$$50 \text{ KW/hora} * \frac{Q1,427696}{1 \text{ Kw*Hora}} = Q 71,38/\text{hora}$$

Los datos anteriores para calcular el costo por hora de encender una bomba de agua en Corrugadora Guatemala, S. A. los proporcionó el Departamento de Mantenimiento Eléctrico, en base a esto se logra estimar el ahorro que tendrá la empresa por la disminución en consumo de agua.

El ahorro en energía eléctrica por semana será el siguiente:

$$\frac{Q71,83}{\text{hora}} * \frac{1,5 \text{ hora}}{63 \text{ metros cúbicos}} * 22.19 \text{ metros cúbicos} = \underline{Q 37,95}$$

## **4. FASE DE DOCENCIA. PLANIFICACIÓN DE LA CAPACITACIÓN**

Es importante que los trabajadores tengan el concepto de seguridad industrial además, tener una ruta de evacuación definida ayuda a evitar pérdidas mayores ante cualquier catástrofe. Este capítulo se basa en el plan de capacitación a todos los operarios de la planta y las medidas a tomar ante cualquier siniestro que pudiese ocurrir.

### **4.1. Plan de capacitación**

Un plan de capacitación es un desarrollo importante porque determina las principales necesidades y prioridades de capacitación de los operarios de la empresa Corrugadora Guatemala, S. A. Esto ayudará a que puedan brindar los aportes en los puestos asignados con mayor eficiencia y con la seguridad industrial como lo estipulan las reglas internacionales.

En el plan de capacitación se va a trabajar con los siguientes lineamientos.

Objetivos:

- Diseñar las rutas de evacuación con la señalización industrial y los respectivos puntos de reunión.
- Capacitar a todos los operarios de planta y oficina
- Concientizar al personal sobre el uso de agua y de la conservación de recursos naturales.

Metas:

- Rotular un área de la planta industrial por día
- Capacitar a un grupo de 150 personas por día y así poder explicarles el objetivo de una ruta de evacuación.

Indicadores:

- Tener como mínimo un 85 % de promedio en respuestas correctas para dar por eficiente la capacitación.
- Capacitar al 100 % a todos los trabajadores de Corrugadora Guatemala, S. A.

Cronograma de actividades:

Abajo se describe el cronograma de capacitación de las diferentes áreas. Cada grupo de capacitación tendrá como mínimo 50 personas, con esto se capacita a todo el personal de la empresa.

Tabla XXXI. **Cronograma de capacitaciones**

<b>DIA</b>		<b>07/11/2012</b>
<b>SUPERVISOR</b>	<b>HORA</b>	
Mantenimiento Eléctrico, Mantenimiento Mecánico, Despachos	09:00	
Corrugación, Pegado	10:00	
Diseño, Supervisor de Conversión	11:00	
Montacargas, Corrugación, Pegado	14:00	
Corrugación, Pegado, Limpieza	15:00	

Continuación de la tabla XXXI.

DIA		08/11/2012
SUPERVISOR		HORA
Aseguramiento de Calidad, Montacargas		10:00
Bodega, Mantenimiento de Edificios		11:00
Bodega, Aseguramiento de Calidad		14:00
Bodega, Supervisor de Conversión		15:00

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2. Señalización industrial

Se planifican las rutas de evacuación ante una emergencia y los puntos de reunión, a continuación se muestran cada una de las áreas de la planta que se tomaron en cuenta para la planificación de dicho programa de seguridad industrial.

Figura 31. Área de Corrugación



Fuente: Corrugadora Guatemala S. A.

Figura 32. **Área de Conversión**



Fuente: Corrugadora Guatemala S. A.

Figura 33. **Área de carga**



Fuente: Corrugadora Guatemala S. A.



A continuación se mostrarán algunas fotografías luego de colocar los rótulos en las diferentes áreas que se señalizaron. Cabe mencionar que las áreas que se señalizaron fueron: corrugación, conversión, curado, oficinas, etc.

Figura 34. **Señales de evacuación**



Fuente: Corrugadora Guatemala S. A.

#### **4.3. Croquis de la planta con las respectivas salidas de emergencia**

El criterio que se tomó para las rutas de evacuación en la empresa Corrugadora Guatemala, S. A. fue de una ruta diseñada específicamente para que trabajadores y público en general puedan evacuar las instalaciones en el menor tiempo posible y con las máximas garantías de seguridad.

Figura 35. Rutas de evacuación



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

#### **4.4. Capacitación al personal**

Se capacita a todo el personal de la empresa con la ayuda del departamento de RRHH. En una semana se logra cumplir con la meta que se tenía propuesta, se adjuntan fotografías de las distintas capacitaciones que se dieron de los diferentes grupos.

Figura 36. **Capacitación al personal**




Fuente: Corrugadora Guatemala S. A.

#### **4.5. Evaluación de la capacitación**

Luego de exponer al personal la información que se refiere a las rutas de evacuación y al buen uso del agua potable, se les evalúa sobre todo de lo que se habla en la presentación para determinar si fue efectivo dicho mensaje en los operarios. A continuación se muestra la encuesta con la que se evalúa dicho rendimiento.

Figura 37. Documento de evaluación

 Corrugadora Guatemala, S.A.

**Cuestionario sobre rutas de evacuación y ahorro de agua**

A continuación se le presentan 4 preguntas las cuales deberá de marcar con una X si considera que el enunciado es Verdadero (V) o Falso (F).

1. Un punto de reunión es una estructura de salida especial para emergencias, tales como un incendio, terremoto, etc.

V  F

2. Se debe de rescatar a quién esté en peligro inmediato, pero solo si no se expone uno a un riesgo mayor.

V  F

3. Ante cualquier emergencia se debe de salir corriendo y si se olvidan las pertenencias se tiene que regresar a recogerlas.

V  F

4. Si se llegara a quedar atrapado en un área se deben de abrir todas las puertas y aperturas posibles para que lo puedan rescatar los cuerpos de socorro.

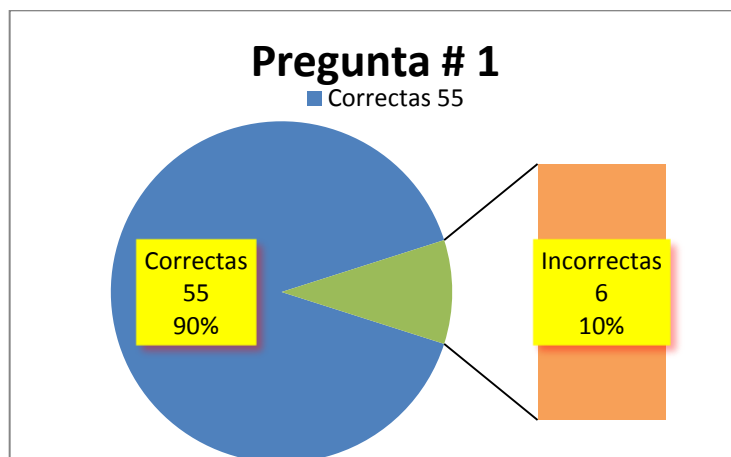
V  F

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6. Resultados de la capacitación

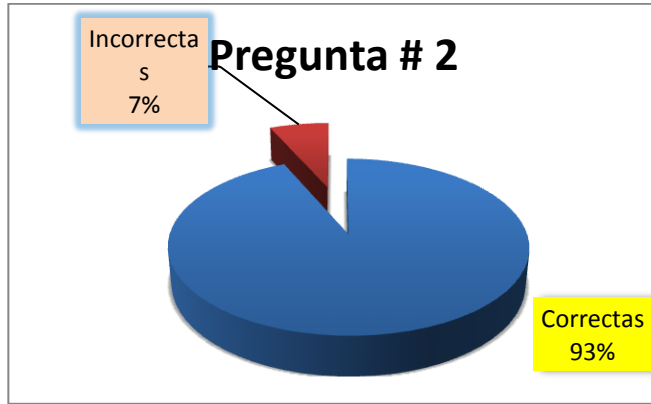
Luego de la capacitación que se le impartió al personal de la planta, estos fueron los resultados de cada una de las preguntas de la evaluación que se les realizó. Se puede observar que si se logró el objetivo de dicho aprendizaje, y ahora ya tienen el conocimiento sobre la seguridad industrial ante cualquier siniestro.

Figura 38. Gráfica No.1



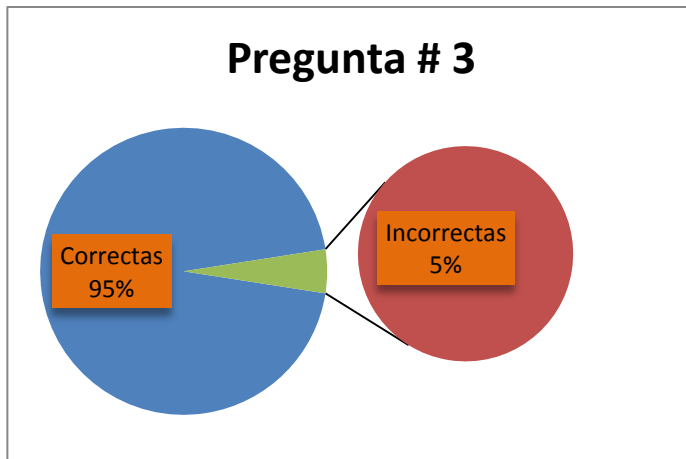
Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Gráfica No.2**



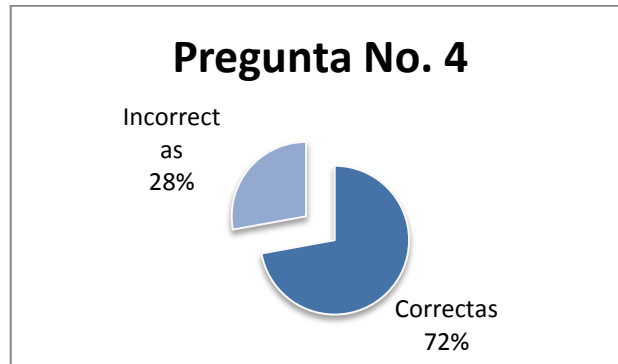
Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Gráfica No.3**



Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Gráfica No. 4**



Fuente: elaboración propia.





## CONCLUSIONES

1. La eficiencia en la línea de producción de tapas agrícolas aumenta 1,29 % por hora; lo cual es equivalente a 272 tapas, mientras que la eficiencia en la línea de producción de fondos agrícolas aumenta 1,82 % por hora; lo cual es igual a 418 fondos por hora.
2. Se estandarizaron los tiempos de cada una de las operaciones en las dos imprentas agrícolas. Luego se realizó el balance de personal en cada una de las líneas de producción, quedando en total 12 operarios por cada línea. Se tiene una mejora de dos personas menos por cada turno de cada una de las convertidoras.
3. Un análisis económico fue realizado y generó como resultado la factibilidad para la compra de dos *slitters* automáticos que ayuden a aumentar la productividad en el área de corrugación.
4. Las válvulas de bola fueron instaladas en el Área de Conversión para optimizar el uso de agua, además se capacita al personal sobre la importancia del vital líquido y como hacer buen uso de ella. El ahorro por semana fue de 10,13 %, lo cual es equivalente a 22,19 metros cúbicos.
5. La capacitación al personal sobre la optimización de agua y de rutas de evacuación fue eficiente dado que casi un 90 % de preguntas del cuestionario fueron contestadas correctamente.



## RECOMENDACIONES

1. El Departamento de Producción de Corrugadora Guatemala, S. A. debe velar para minimizar los tiempos de preparación de las convertidoras de mercado nacional y ser más eficientes en el proceso de corrugado.
2. El supervisor general de conversión debe quitar todas las tolvas de las convertidoras y colocar directamente en los porta tolvas las cubetas de tinta, así evitar pérdidas de tiempo en andar limpiando tolvas y a la vez optimizar el uso de agua.
3. Instalar pistolas neumáticas en la línea de conversión para reducir el tiempo en el cambio de troquel, sisas y chuchillas. Regularmente el cambio de troquel es la operación más tardada en la preparación de la máquina convertidora.
4. Gerencia general deberá comprar los *slitters* para el área de corrugación, dado que las especificaciones de esta máquina es hacer el cambio en un promedio de 8 segundos. Los *slitters* automáticos aumentarían la productividad en el Área de Corrugación dado que el tiempo muerto sería mínimo.
5. Instalar en la planta un sistema de alerta ante cualquier emergencia, con el objetivo de poder advertir a todo el personal ante cualquier siniestro y así evacuar lo antes posible la nave industrial.



## BIBLIOGRAFÍA

1. *Evacuación de emergencia.* [en línea]. <  
[http://www.ens.uabc.mx/pii/documentos/formacion\\_de\\_brigadas.p  
df](http://www.ens.uabc.mx/pii/documentos/formacion_de_brigadas.pdf) > [Consulta: 5 de julio de 2012].
2. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo.* 2a ed. México:  
McGraw-Hill Interamericana, 1999. 459 p.
3. GUERRERO SPINOLA, Alba. *Formulación y evaluación de proyectos.*  
Guatemala: Esic, 2004. 773 p.
4. *Introducción a la producción más limpia.* [en línea]. <  
[http://www.unido.org/fileadmin/user\\_media/Services/Environmental  
\\_Management/CP\\_ToolKit\\_spanish/PR-Volume\\_01/1-  
Textbook.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Environmental_Management/CP_ToolKit_spanish/PR-Volume_01/1-Textbook.pdf) > [Consulta: 10 de junio de 2012].
5. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y  
medición del trabajo.* 11a ed. México: Alfaomega, 2005. 752 p.
6. VELAZQUES VALLE, Samuel Alejandro. *Análisis de los métodos  
actuales, para incrementar la productividad, en una fábrica de  
velas aromáticas.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial,  
Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería,  
2010. 134 p.



