



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

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE DE PRODUCTOS TROQUELADOS Y
DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO,
DE LA IMPRENTA EL CAMINO**

Flor María Mendoza Apxuac

Asesorado por la Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista

Guatemala, febrero de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE DE PRODUCTOS TROQUELADOS Y
DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO,
DE LA IMPRENTA EL CAMINO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FLOR MARÍA MENDOZA AXPUAC

ASESORADO POR LA INGA. SINDY MASSIEL GODINEZ BAUTISTA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Cristian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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:

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE DE PRODUCTOS TROQUELADOS Y
DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO,
DE LA IMPRENTA EL CAMINO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 8 de abril de 2014.



Flor María Mendoza Axpuc

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 19 de septiembre de 2019.
REF.EPS.DOC.622.09.19.

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Flor María Mendoza Axpuc**, Registro Académico No. **200714175** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE DE PRODUCTOS TROQUELADOS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO, DE LA IMPRENTA EL CAMINO**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñanza a Todos"
Universidad de San Carlos de Guatemala
Inga. Sindy Massiel Godínez de Dávila
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Asesora-Supervisadora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

SMGB/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 19 de septiembre de 2019.
REF.EPS.D.296.09.19

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

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE DE PRODUCTOS TROQUELADOS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO, DE LA IMPRENTA EL CAMINO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Flor María Mendoza Axpuc** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Agüero Hernández
Director Unidad de EPS



OAH/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.099.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE DE PRODUCTOS TROQUELADOS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO, DE LA IMPRENTA EL CAMINO**, presentado por la estudiante universitaria **Flor María Mendoza Axpuc**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2019.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.016.020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE DE PRODUCTOS TROQUELADOS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO, DE LA IMPRENTA EL CAMINO**, presentado por la estudiante universitaria Flor María Mendoza Axpuc, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2020.

/mgp

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas; Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM), Guatemala, Ciudad Universitaria zona 12, Guatemala, Centro América

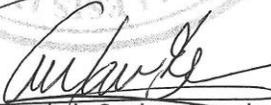


Decanato
Facultad de Ingeniería
24189102 - 24189103

DTG. 062.2020

La Decana 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 Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE DE PRODUCTOS TROQUELADOS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO, DE LA IMPRENTA EL CAMINO**, presentado por la estudiante universitaria: **Flor de María Mendoza Axpuc**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, febrero de 2020

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios Padre	Por ser mi creador y mi fortaleza en cada etapa de mi vida.
Mis padres	Miriam de Mendoza y Juan Carlos Mendoza, por su comprensión, amor y apoyo incondicional.
Mis hermanos	Juan Carlos, Cristel y Katerine Mendoza Axpuc, por todo su amor.
Mi esposo	Luis Alejandro Rodríguez Palma, por su amor, apoyo, paciencia y comprensión en todo momento.
Mi hija	Adriana María Rodríguez Mendoza, por ser mi principal motivación para culminar esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Imprenta El Camino

Licenciada Smirna Guzmán, José Guzmán, Mynor Guzmán y esposa, Mario Guzmán y esposa y doña Juanita de Guzmán, por su apoyo para la realización de este proyecto.

Asesora

Inga. Sindy de Dávila, por su comprensión y asesoría en todo el proyecto.

Mis padres

Juan Carlos Mendoza y Miriam de Mendoza, por ser siempre quienes promueven el alcance de nuevas metas y por ser ejemplo que con esfuerzo y sacrificio todo es posible.

Mi esposo

Luis Alejandro Rodríguez Palma, por ser mi apoyo incondicional durante la culminación de mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. GENERALIDADES DE LA IMPRENTA “EL CAMINO”.....	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Antecedentes.....	1
1.1.2. Misión	2
1.1.3. Visión.....	2
1.1.4. Ubicación	2
1.2. Estructura organizacional	2
1.3. Clasificación de los productos	4
1.3.1. Troquelados.....	4
1.3.2. No troquelados.....	4
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE DE PRODUCTOS TROQUELADOS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO	7
2.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa	7
2.1.1. Análisis FODA.....	8
2.1.1.1. Estrategias	9

2.1.2.	Definición del problema	10
2.2.	Procesos de empaque	11
2.2.1.	Diagrama causa y efecto	11
2.2.2.	Descripción del proceso de bolsas de regalo.....	13
2.2.2.1.	Diagrama de operaciones.....	13
2.2.2.2.	Diagrama de flujo de operaciones	15
2.2.2.3.	Estudio de tiempos	16
2.2.2.3.1.	División operativa de elementos.....	16
2.2.2.3.2.	Registro de toma de tiempos.....	19
2.2.2.3.3.	Tiempo estándar.....	22
2.2.2.4.	Balance de líneas	24
2.2.2.4.1.	Eficiencia de la línea.....	25
2.2.2.4.2.	Ritmo de producción....	25
2.2.3.	Descripción del proceso de empaque de la memoria	26
2.2.3.1.	Diagrama de operaciones.....	26
2.2.3.2.	Diagrama de flujo de operaciones	28
2.2.3.3.	Estudio de tiempos	29
2.2.3.3.1.	División operativa de elementos.....	29
2.2.3.3.2.	Registro de toma de tiempos.....	31
2.2.3.3.3.	Tiempo estándar.....	34
2.2.3.4.	Balance de líneas.....	35
2.2.3.4.1.	Eficiencia de la línea....	38
2.2.3.4.2.	Ritmo de producción....	38

2.2.4.	Descripción del proceso de las cajitas de la memoria	39
2.2.4.1.	Diagrama de operaciones	39
2.2.4.2.	Diagrama de flujo de operaciones	41
2.2.4.3.	Estudio de tiempos.....	42
2.2.4.3.1.	División operativa de elementos.....	42
2.2.4.3.2.	Registro de toma de tiempos.....	44
2.2.4.3.3.	Tiempo estándar.....	47
2.2.4.4.	Balance de líneas.....	48
2.2.4.4.1.	Eficiencia de la línea....	51
2.2.4.4.2.	Ritmo de producción....	51
2.2.5.	Distribución de la maquinaria	52
2.2.6.	Estudio de métodos.....	53
2.2.6.1.	Tiempos productivos e improductivos .	53
2.2.6.2.	Recurso humano	53
2.2.6.3.	Condiciones laborales	54
2.2.6.3.1.	Iluminación.....	54
2.2.6.3.2.	Ventilación.....	55
2.2.6.3.3.	Ruido.....	56
2.2.7.	Optimización	59
2.2.7.1.	Proceso de empaque de bolsas de regalo	59
2.2.7.1.1.	Balance de líneas.....	63
2.2.7.2.	Proceso de empaque de la memoria y cajitas	64
2.2.7.2.1.	Balance de líneas	68
2.2.8.	Distribución de maquinaria.....	69

2.2.9.	Estudio de métodos	71
2.2.9.1.	Tiempos productivos e improductivos ..	71
2.2.9.2.	Recurso humano	71
2.2.9.3.	Condiciones laborales.....	72
	2.2.9.3.1. Iluminación.....	72
	2.2.9.3.2. Ventilación.....	76
	2.2.9.3.3. Ruido.....	77
2.2.10.	Evaluación final	78
2.2.11.	Sistema de control de inventario de producto terminado	81
	2.2.11.1. Productos no troquelados	82
	2.2.11.2. Productos troquelados	86
2.2.12.	Costo estimado de la propuesta.....	89
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	91
3.1.	Consumo actual de energía eléctrica	91
	3.1.1. Cantidad consumida de energía eléctrica en KWH de la estación de prensa, troquel y guillotina	93
	3.1.1.1. Estación de prensa	93
	3.1.1.2. Estación de troquel	93
	3.1.1.3. Estación de guillotina.....	94
3.2.	Plan de ahorro de energía.....	96
3.3.	Costo estimado del pan de ahorro de energía eléctrica.....	99
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN	101
4.1.	Factores a evaluar para la realización del diagnóstico	102
4.2.	Diagnóstico de necesidades de capacitación	103
4.3.	Plan de capacitación	105

4.4.	Evaluación de la capacitación.....	123
4.5.	Costo estimado del plan de capacitación.....	124
CONCLUSIONES.....		125
RECOMENDACIONES.....		127
BIBLIOGRAFÍA.....		129
APÉNDICES.....		131
ANEXO.....		137

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama DE la imprenta El Camino	3
2.	Análisis FODA.....	8
3.	Diagrama causa y efecto.....	12
4.	Diagrama de operaciones del proceso de empaque de bolsas de regalo actual	14
5.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de empaque de bolsas de regalo actual	15
6.	Registro de toma de tiempos del proceso de empaque de bolsas de regalo en minutos	23
7.	Diagrama de operaciones del proceso de empaque de memoria actual.....	27
8.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de empaque de memoria actual.....	28
9.	Registro de toma de tiempos del proceso de empaque de memoria en minutos	36
10.	Diagrama de operaciones del proceso de empaque de cajitas para memoria actual	40
11.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de empaque de cajitas para memoria actual	41
12.	Registro de toma de tiempos del proceso de empaque de cajitas para memoria en minutos.....	44
13.	Diagrama de la distribución de maquinaria actual	49
14.	Distribución actual de luminarias	55

15.	Área de producción.....	56
16.	Diagrama de operaciones del proceso de empaque de bolsas de regalo propuesto.....	61
17.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de empaque de bolsas de regalo propuesto.....	62
18.	Diagrama de operaciones del proceso de empaque de memoria y cajitas para memoria propuesto.....	66
19.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de empaque de memoria y cajitas para memoria propuesto	67
20.	Diagrama de la distribución de maquinaria propuesto	70
21.	Distribución de luminarias propuesta	75
22.	Extractor eólico industrial.....	77
23.	Equipo de protección auditiva.....	78
24.	Eficiencia del proceso de empaque actual y propuesto de bolsa de regalo	79
25.	Eficiencia del proceso de empaque actual y propuesto de memoria y cajitas para memoria	80
26.	Diagrama de Pareto del consumo de energía eléctrica.....	96
27.	Formato de la encuesta del plan de capacitación	102
28.	Diagrama de Pareto de capacitación	103
29.	Formato de la entrevista	104
30.	Cronograma del plan de capacitación.....	107
31.	Diapositivas de la capacitación del EPP	108
32.	Diapositivas de la capacitación del manejo de producto terminado ...	121
33.	Cuestionario	123

TABLAS

I.	Productos troquelados.....	4
----	----------------------------	---

II.	Productos no troquelados	5
III.	Matriz FODA	9
IV.	División operativa de elementos del proceso de empaque de bolsas de regalo	17
V.	Tiempo observado del proceso de empaque de bolsas de regalo.....	17
VI.	Tabla Westinghouse	18
VII.	Sistema de calificación Westinghouse	19
VIII.	Sistema de suplementos por sescanso como porcentaje de tiempos normales	21
IX.	Balance de líneas del proceso de empaque de bolsas de regalo actual	24
X.	División operativa de elementos del proceso de empaque de memoria	29
XI.	Tiempo observado del proceso de empaque de memoria	30
XII.	Tabla Westinghouse	31
XIII.	Sistema de calificación Westinghouse	32
XIV.	Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de tiempos normales	34
XV.	Balance de líneas del proceso de empaque de memoria actual.....	37
XVI.	División operativa de elementos del proceso de empaque de cajitas para memoria	42
XVII.	Tiempo observado del proceso de empaque de cajitas para memoria ...	43
XVIII.	Tabla Westinghouse	44
XIX.	Sistema de calificación Westinghouse	45
XX.	Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de tiempos normales.....	47
XXI.	Balance de líneas del proceso de empaque de las cajitas para memoria actual	50
XXII.	Tiempos productivos e improductivos diarios	53

XXVII.	Distribución de operarios actual.....	54
XXVIII.	Escala para combinar decibeles	57
XXIX.	Decibeles producidos por las máquinas.....	57
XXX.	Balance de líneas del proceso de empaque de bolsas de regalo propuesto	63
XXXI.	Balance de líneas del proceso de empaque de cajitas para memoria y memoria propuesto	68
XXXII.	Tiempos productivos e improductivos propuestos	71
XXXIII.	Distribución de operarios propuesta	72
XXXIV.	Descripción de datos para el estudio de luminarias	73
XXXV.	Procedimiento del estudio de luminarias.....	74
XXXVI.	Procedimiento del estudio de techo	75
XXXVII.	Cantidad de láminas transparentes y metálicas	76
XXXVIII.	Rotación de inventarios de productos no troquelados.....	83
XXXIX.	Modelo del tamaño del lote de productos no troquelados	84
XL.	Manejo de inventario de productos no troquelados.....	85
XLI.	Rotación de inventarios de productos troquelados	86
XLII.	Modelo de tamaño del lote de productos troquelados.....	87
XLIII.	Manejo de inventario de productos troquelados.....	88
XLIV.	Costo estimado de la propuesta de optimización.....	89
XLV.	Consumo de energía eléctrica de la empresa	91
XLVI.	Costo de energía eléctrica estación de prensa	93
XLVII.	Costo de energía eléctrica estación de troquel	94
XLVIII.	Costo de energía eléctrica estación de guillotina	94
XLIX.	Comparativo del consumo actual y anterior de energía Eléctrica.....	95
L.	Causas del exceso en el consumo de energía eléctrica	95
LI.	Costo estimado del plan de ahorro de energía eléctrica	96
LII.	Causas del diagnóstico de capacitación	103
LIII.	Temas y personal a capacitar	106

LIV.	Costo estimado del plan de capacitación	100
------	---	-----

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
∇	Almacenaje
Q	Cantidad óptima
P_c	Coeficiente de reflexión cielo
P_f	Coeficiente de reflexión piso
P_p	Coeficiente de reflexión pared
C_a	Costo de almacenamiento
C_o	Costo de ordenar
C_u	Costo unitario
Db	Decibel
D	Demanda
EM	Espaciamiento máximo
K	Factor de corrección
FM	Factor de mantenimiento
FV	Factor de valoración
Φ	Flujo luminoso
Φ_L	Flujo luminoso por luminaria
Φ_T	Flujo luminoso total
°	Grados
H, h	Hora
\square	Inspección
K	Kilo
Kg	Kilogramo
KVA	Kilovatio

m	Metro
min	Minuto
\bigcirc	Operación
%	Porcentaje
Q	Quetzal, moneda guatemalteca
$\sqrt{\quad}$	Raíz cuadrada
R_{ca}	Relación de cavidad ambiente
R_{cc}	Relación de cavidad cielo
R_{cp}	Relación de cavidad piso
\div	Signo que representa la división
*	Signo que representa la multiplicación
-	Signo que representa la resta
+	Signo que representa la suma
TCM	Tiempo cronometrado medio
TE	Tiempo estándar
TEP	Tiempo estándar permitido
TN	Tiempo normal
TO	Tiempo observado
T_{pe}	Tiempo promedio de entrega
\Rightarrow	Transporte
V_{dp}	Ventas diarias promedio
W	Watt, dimensional de potencia

GLOSARIO

Ahorro de energía eléctrica

Es el camino más eficaz para reducir las emisiones contaminantes de CO₂ (dióxido de carbono) a la atmósfera, y por tanto, ayudar a detener el calentamiento global del planeta y el cambio climático.

Balance de líneas

Es una disposición de áreas de trabajo donde las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente y a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permiten la actividad simultánea en todos los puntos.

Capacitación

La capacitación es un proceso continuo de enseñanza-aprendizaje, mediante el cual se desarrollan las habilidades y destrezas de los servidores, que les permitan un mejor desempeño en sus labores habituales.

Costo de almacenamiento

Estos son los costos variables por unidad resultantes de mantener un artículo de inventario durante un periodo específico.

Es una representación gráfica de la secuencia

Diagrama de flujo de operaciones de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso.

Diagrama de operaciones Es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones.

Eficiencia Es la forma en que se usan los recursos de la empresa, humanos, materia prima, tecnológicos, entre otros.

Empaque Se define como cualquier material que encierra un artículo con o sin envase, con el fin de preservarlo y facilitar su entrega al consumidor.

Estudio de tiempos Es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida.

Inventario Es el conjunto de mercancías o artículos que tiene la empresa para comerciar con aquellos, permitiendo la compra y venta o la fabricación primero, antes de venderlos, en un periodo económico determinados.

Es más que un registro de manera organizada

Kardex	de la mercancía que se tiene en un almacén.
Método PEPS	Este método consiste básicamente en darle salida del inventario a aquellos productos que se adquirieron primero, por lo que en los inventarios quedarán aquellos productos comprados más recientemente.
Plan	Se trata de un modelo sistemático que se elabora antes de realizar una acción, con el objetivo de dirigirla y encauzarla.
Proceso	Es una secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico.
Productos terminados	Son los fabricados por la empresa destinados al consumo final.
Punto de reorden	Indica que las existencias de determinado material o artículo han llegado a cierto nivel y que debe hacerse un nuevo pedido.
Rotación de inventarios	Corresponde a la frecuencia media de renovación de las existencias consideradas, durante un tiempo dado.
	Conjunto de mercancías o productos que se tienen almacenados en espera de su venta o

Stock

comercialización.

Es el tiempo que se computa con un cronometro.

Tiempo cronometrado

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

Tiempo estándar

Tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

Tiempo normal

RESUMEN

La imprenta El Camino es una empresa familiar que tiene 9 años de existir en el mercado y se dedica a la elaboración de diversos productos tales como; lotería, memoria, papel de regalo, bolsas de regalo, fólder, entre otros. Es una empresa que trabaja a contra pedido y se caracteriza por la calidad e innovación en sus productos.

Sin embargo, se han visto afectados por la competencia, la cual se ha ido incrementando cada vez más, por lo que es necesario satisfacer la demanda en aspectos como: calidad del producto y entrega de pedidos en el tiempo establecido. Dichos aspectos se han visto afectados por atraso en el proceso de empaque y falta de control del inventario de producto terminado, por lo que se desconoce la cantidad de *stock* necesario para cubrir la demanda y que la entrega no se vea afectada.

El proyecto consiste en la optimización de los procesos de empaque y en la creación de un sistema de control de inventarios de producto terminado. Para lograr dicho objetivo se elaboró un plan de trabajo que contiene tres fases, las cuales son: fase de servicio técnico-profesional, fase de investigación y fase de capacitación.

La primera fase consiste en determinar la situación actual de la empresa, es decir, conocer detalladamente los procesos, lo relacionado al recurso humano, los insumos utilizados para elaborar los productos, el sistema de inventario, entre otros. Esto se hará a través de un diagnóstico y herramientas de análisis que permitirán identificar las causas que puedan provocar que la

empresa no cumpla a cabalidad con sus objetivos, asimismo, se hará una propuesta para mejorar las deficiencias identificadas.

En la segunda fase se hará una investigación relacionada al ahorro de energía eléctrica, en la cual se realizará un análisis de consumo y con base en esto una propuesta que permitirá disminuir dicho consumo y contribuir a una producción más limpia.

Por último en la fase de enseñanza, aprendizaje se creará un plan de capacitación de acuerdo con las necesidades de la empresa, con la finalidad de transmitir la información relacionada con las actividades que se desempeñan dentro de la misma. Mediante el contenido de estos, los empleados tienen la oportunidad de actualizar sus conocimientos; en otras palabras, aprender mediante técnicas y métodos nuevos que ayudarán a aumentar sus competencias y desempeñarse con éxito en su puesto de trabajo, permitiendo a la empresa alcanzar sus metas.

OBJETIVOS

General

Optimizar el proceso de empaque de productos troquelados y diseñar un sistema de control de inventarios de producto terminado, de la imprenta El Camino.

Específicos

1. Analizar los procesos de empaque y el sistema de inventario de producto terminado.
2. Determinar la eficiencia, cantidad de operarios y ritmo de la línea del proceso de empaque de productos troquelados.
3. Mejorar la eficiencia del proceso de empaque de productos troquelados.
4. Determinar el manejo de inventario de producto terminado.
5. Aplicar kárdex como método de control de inventario de producto terminado.
6. Diseñar un plan de ahorro de energía eléctrica aplicando Producción más Limpia.

7. Diseñar un plan de capacitación de acuerdo con las necesidades de la empresa.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en optimizar los procesos de empaque, crear un sistema de control de inventario de producto terminado, un plan de ahorro de energía eléctrica y de capacitación; para lograrlo se realizó el análisis de la situación actual de la empresa y los métodos a utilizar para cumplir con el plan y los objetivos.

La primera fase del plan tiene como finalidad optimizar los procesos de empaque de bolsas de regalo, memoria y cajitas de la memoria, para lo cual se realizó una serie de estudios y propuestas; asimismo, se creó un sistema de control de inventario de producto terminado con el cual se pretende determinar la rotación de los productos para llevar un mejor control y determinar el *stock* necesario para cubrir la demanda.

La segunda fase consiste en crear un plan de ahorro de energía eléctrica para contribuir a una producción más limpia y reducir el costo en el consumo de energía, se elaborará un análisis de la situación actual y con base en esto una propuesta que se ajuste a las necesidades de la empresa.

En la última fase se realizará un plan de capacitación de acuerdo con las necesidades de la empresa, con el objetivo de motivar a los empleados y proporcionarles conocimientos necesarios y actualizados para desempeñar las actividades adecuadamente.

1. GENERALIDADES DE LA IMPRENTA “EL CAMINO”

1.1. Descripción de la empresa

La imprenta El Camino es una empresa familiar que tiene 9 años de existir en el mercado y se caracteriza por la calidad e innovación en sus productos, los cuales han logrado la aceptación de los clientes.

El sistema de producción es intermitente, ya que se dedica a la elaboración de productos educativos, festivos, tales como: láminas, separadores, tarjetas, memoria, lotería, papel de regalo, bolsas de regalo, sobres, invitaciones, entre otros.. Además se trabaja por lotes y a contra pedido.

Es una empresa del sector terciario, es decir, que la capacidad humana es un elemento principal para desarrollar actividades físicas e intelectuales; posee aproximadamente 18 trabajadores, por lo que se considera como pequeña empresa y se enfoca en ofrecer productos a bajo costo sin afectar la calidad.

1.1.1. Antecedentes

Una de las características de la imprenta El Camino es que trabaja a contra pedido; sin embargo, se ha visto afectada la entrega de productos, derivado de atrasos en los procesos de empaque y falta de control de inventario de producto terminado, por lo que se desconoce el *stock* necesario para cubrir la demanda.

A esto se añade un aumento en el costo relacionado con el consumo de energía eléctrica y al pago de horas extras. Además, la competencia ha obligado a la empresa a disminuir los precios en los productos, afectando la calidad de estos.

Sin embargo, un factor importante dentro de la empresa es la unidad y solidaridad del equipo de trabajo, facilitando el logro de las metas que se propone la empresa, sobre todo los cambios que se planean hacer dentro de la misma.

1.1.2. Misión

“Entregar productos de calidad, innovando constantemente nuestros diseños de acuerdo con las necesidades del mercado para satisfacción de nuestros clientes, creando fidelidad y aceptación”.

1.1.3. Visión

“Abarcar todos los departamentos del territorio nacional, llevando calidad e innovación en nuestros productos, siendo nuestro broche de distinción ante la competencia y nuestros clientes”.

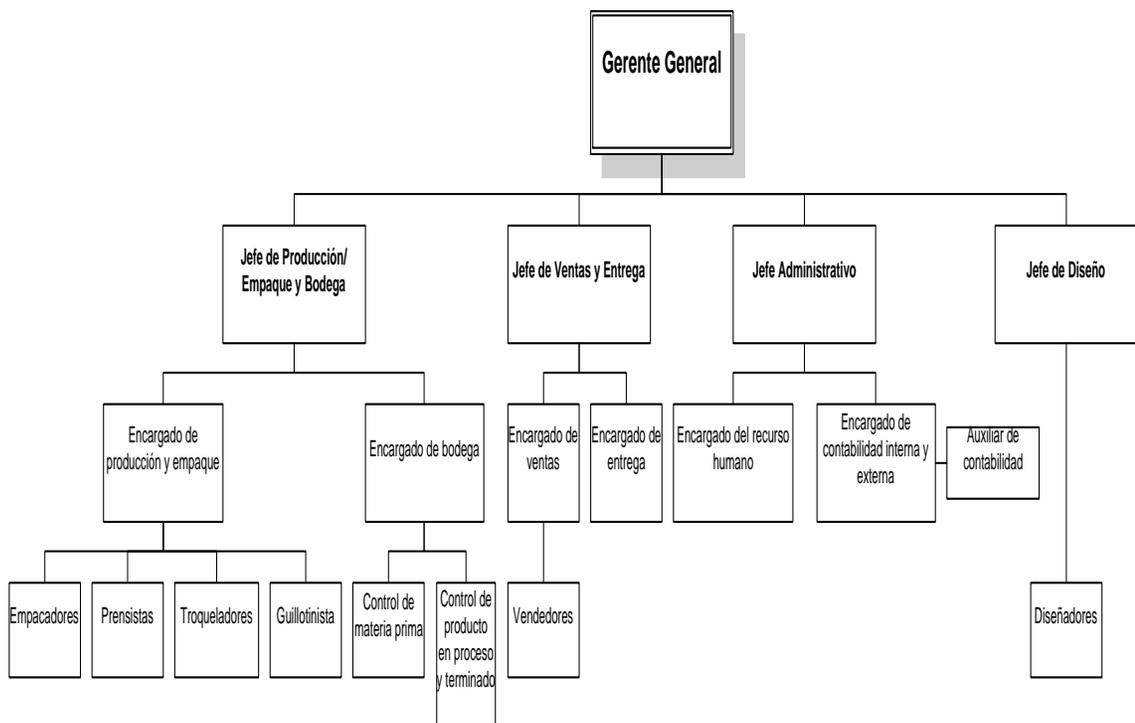
1.1.4. Ubicación

La imprenta El Camino está ubicada en la 8ª. calle 1-11 de la zona 1, ciudad de Guatemala, Guatemala.

1.2. Estructura organizacional

La estructura organizacional que se adapta a la empresa es la funcional, por ser adecuada para empresas pequeñas, en la misma existe una sola autoridad, en este caso la gerencia. A continuación se presenta el organigrama diseñado para establecer la jerarquía entre los puestos, según figura 1.

Figura 1. Organigrama de la imprenta El Camino



Fuente: elaboración propia.

1.3. Clasificación de los productos

Los productos que se elaboran en la imprenta se clasifican en troquelados y no troquelados.

1.3.1. Troquelados

En la tabla I se realiza una descripción de los productos troquelados que se encuentran disponibles en la Imprenta El Camino.

Tabla I. **Productos troquelados**

Billetes grandes	Memoria
Billetes pequeños	Folder tamaño carta
<i>Bompersticker</i>	Folder tamaño oficio
<i>Stickers</i> del mundial	Bolsas de regalo
<i>Stickers</i> grandes	Lotería grande
<i>Stickers</i> medianos	Lotería pequeña
<i>Stickers</i> pequeños	Sobres para hojas románticas

Fuente: Imprenta, El Camino.

1.3.2. No troquelados

En la tabla II se describen los productos no troquelados en la Imprenta El Camino.

Tabla II. **Productos no troquelados**

Diplomas	Postal grande día de la madre
Postal mediana	Envoltorio para chocolate grande
Separadores	Envoltorio para chocolate mediano
Hojas románticas	Tarjeta estándar
Láminas	Tarjeta grande
Láminas dobles	Tarjeta para cumpleaños
Papel construcción	Tarjetones
Postal media carta	Papel de regalo
Posters	Postal media carta día de la madre
Postal grande	Canchas de vóleibol

Fuente: Imprenta, El Camino.

2. OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE DE PRODUCTOS TROQUELADOS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO

2.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa

La empresa tiene siete áreas de trabajo: administrativa, diseño, producción, empaque, bodega, ventas y de entrega. En el área administrativa se observaron algunas deficiencias, principalmente en funciones como planificación, organización y dirección, las cuales se ven reflejadas en otras áreas.

El área de diseño es la encargada de crear o modificar, como su nombre lo indica, los diseños que se utilizarán para los distintos productos; el trabajo se realiza con el programa Photoshop; en esta área no se observarán deficiencias que puedan repercutir en otras áreas.

En las áreas de producción, empaque, bodega y de entrega es donde más afecta la falta de planificación, organización y dirección, principalmente en los procesos de empaque y en la falta de control del inventario de producto terminado, los cuales afectan el tiempo de entrega de los pedidos.

Derivado de las deficiencias anteriores es necesario crear un sistema de control de inventario de producto terminado y optimizar los procesos de empaque, así como analizar los cambios en la distribución de la maquinaria para que esto contribuya a la optimización de los procesos. Además, se debe

trabajar en un plan de ahorro de consumo de energía eléctrica, y realizar las respectivas capacitaciones para que el personal cumpla adecuadamente con las actividades.

2.1.1. Análisis FODA

Para obtener un diagnóstico confiable de la situación actual de la empresa se realizó el análisis FODA, con lo cual se establecieron los factores internos y externos, donde los internos son las fortalezas y debilidades, las que originan ventajas y desventajas competitivas, y los factores externos son los que tratan de identificar las oportunidades y amenazas que presenta el mercado. Ver figura 2.

Figura 2. Análisis FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Innovación en el diseño de los productos. • Alta capacidad de producción. • Disponibilidad de materia prima. • Constante medición del desempeño de los trabajadores. • Control en la calidad de los productos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Preferencia del mercado nacional e internacional por productos innovadores. • Constante demanda de productos educativos.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de definición de objetivos y estrategias. • Falta de un plan para integrar y coordinar las actividades. • Falta de organización para determinar las tareas a realizar, quién las hace y cómo se agrupan. • Falta de motivación a los empleados. • Falta de control en el inventario de producto terminado. • Atraso en los procesos de empaque. • Pago de horas extras. • Inadecuada distribución de maquinaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada de nuevos competidores al mercado. • Incumplimiento de los proveedores de materia prima. • Cambio en las necesidades y gustos de los consumidores. • Copia de diseños por parte de la competencia.

Fuente: elaboración propia.

2.1.1.1. Estrategias

Las estrategias determinan las acciones a considerar para aprovechar las oportunidades, eliminar las amenazas, tomando en cuenta las fortalezas y debilidades, que posee la empresa. Ver tabla III.

Tabla III. **Matriz FODA**

<p style="text-align: center;">FACTORES INTERNOS</p> <p style="text-align: center;">FACTORES EXTERNOS</p>	<p>Fortalezas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Innovación en el diseño de los productos. 2. Alta capacidad de producción. 3. Disponibilidad de materia prima. 4. Constante medición del desempeño de los trabajadores. 5. Control en la calidad de los productos. 	<p>Debilidades</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de definición de objetivos y estrategias. 2. Falta de un plan para integrar y coordinar las actividades. 3. Falta de organización para determinar las tareas a realizar, quién las hace y cómo se agrupan. 4. Falta de motivación a los empleados. 5. Falta de control en el inventario de producto terminado. 6. Atraso en los procesos de empaque. 7. Pago de horas extras. 8. Inadecuada distribución de maquinaria.
<p>Oportunidades</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Preferencia del mercado nacional e internacional por productos innovadores. 2. Constante demanda de productos educativos. 	<p>FO (Maxi-Maxi)</p> <p>Al innovar constantemente sus productos y tener una buena capacidad de producción, aumenta la posibilidad de ingresar a mercados internacionales.</p>	<p>DO (Mini-Maxi)</p> <p>Estandarizar el tiempo de los procesos de los productos de mayor demanda, para contribuir al aumento de la eficiencia, crear un sistema de producto terminado para mantener un <i>stock</i> adecuado y capacitar al personal, para que su desempeño sea el adecuado.</p>

Continuación de la tabla III.

Amenazas	FA (Maxi-Mini)	DA (Mini-Mini)
1. Entrada de nuevos competidores al mercado.	Conservar la calidad e innovación de los productos, lo cual será sello de garantía y distinción ante la competencia.	Realizar una mejora en el área de producción, para aumentar la calidad y disminuir tiempo empleado en cada proceso, evitando pérdida de clientes por ingreso de nuevos competidores al mercado.
2. Incumplimiento de los proveedores de materia prima.		
3. Cambio en las necesidades y gustos de los consumidores.	Ampliar la cartera de proveedores, para evitar atrasos en la producción y cumplir con la demanda.	
4. Copia de diseños por parte de la competencia.		

Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Definición del problema

Después de hacer un diagnóstico a nivel macro de la situación de toda la empresa e identificar varias deficiencias, se definió un problema a nivel micro, el cual afecta el área de empaque, producto terminado y entrega, específicamente de los productos de memoria, cajitas para memoria y bolsas de regalo.

El problema radica en la deficiencia de los procesos de empaque de los productos mencionados y de control del inventario de producto terminado, factores importantes, porque es una empresa que trabaja por pedidos, en donde el tiempo juega un papel indispensable para la satisfacción total de los clientes. Además, existe un aumento en los costos de energía eléctrica, provocados por la falta de planificación y dirección, reflejados en el uso de jornadas de trabajo extras; a esto se añade la falta de motivación a los

empleados a través de capacitaciones, siendo un factor importante para lograr un mejor desempeño en las actividades diarias.

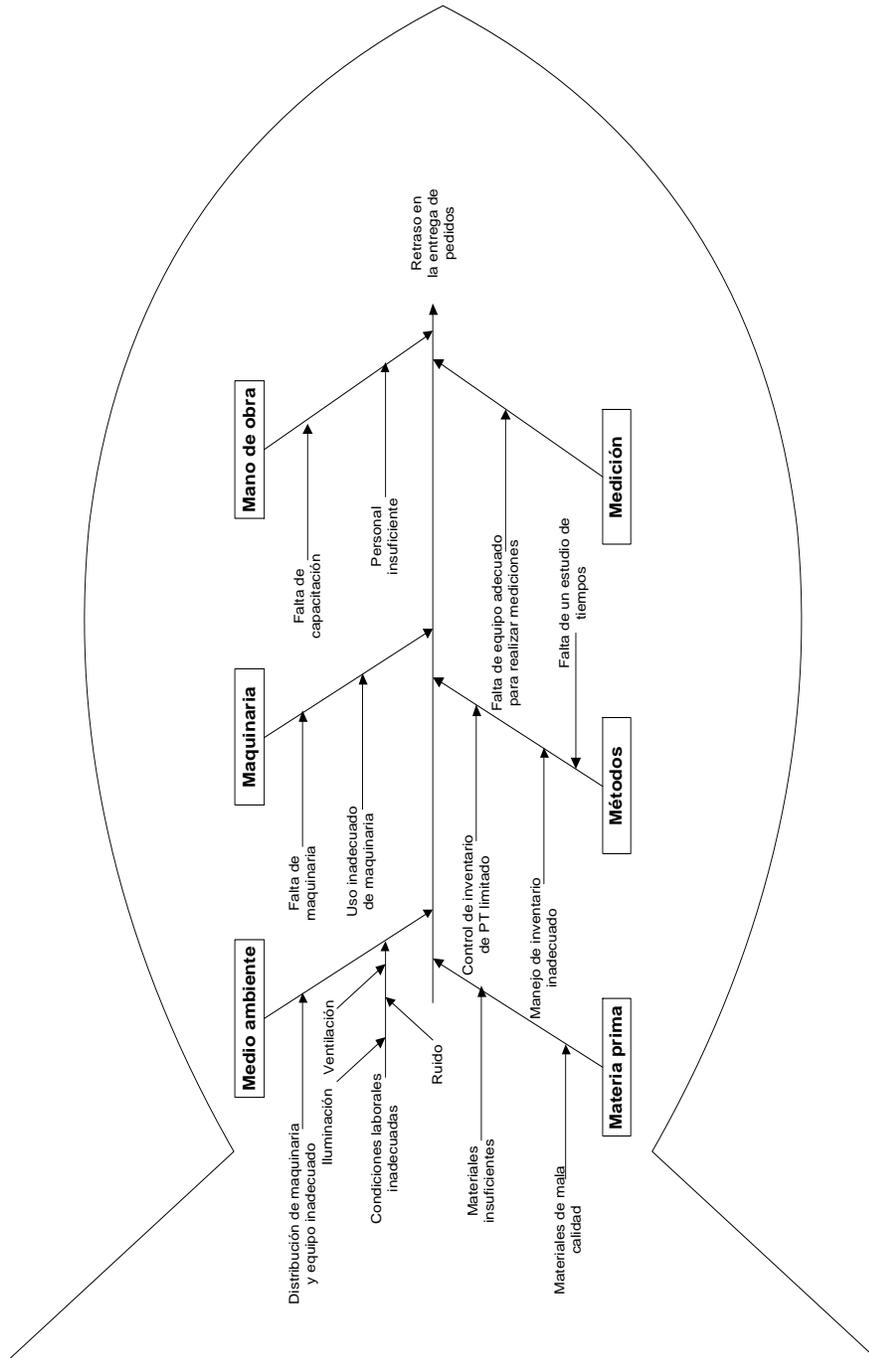
2.2. Procesos de empaque

Los procesos de empaque que se describen a continuación corresponden a ciertos productos troquelados, siendo estos; bolsas de regalo, cajitas para memoria y memoria.

2.2.1. Diagrama causa y efecto

Esta herramienta de diagnóstico se utilizó para identificar las deficiencias o causa raíz en el área de empaque y producto terminado. Ver figura 3.

Figura 3. Diagrama causa y efecto



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.2.2. Descripción del proceso de bolsas de regalo

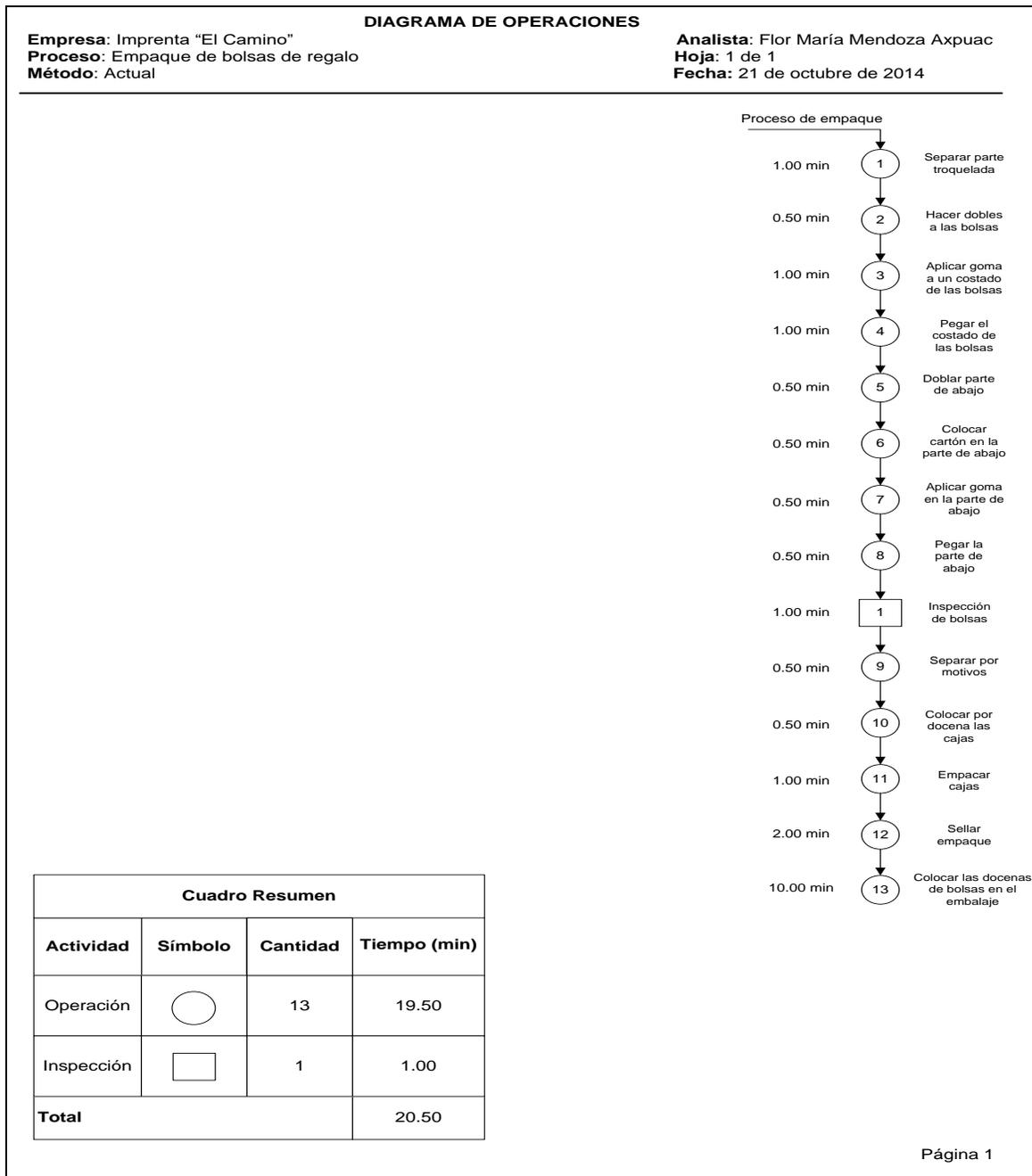
Las bolsas de regalo son diseñadas o modificadas en el programa Photoshop en el área de diseño, luego se envía el diseño al centro de impresión de placas; después las placas son transportadas al área de prensa, posteriormente se corta la materia prima al tamaño adecuado y se transporta al área de prensa donde se imprimen los diseños y luego se transportan al área de troquel, seguidamente al área de empaque y por último a la bodega de producto terminado.

Para determinar el tiempo de ambos diagramas se utilizó un cronómetro digital, utilizando la técnica vuelta a cero o lectura repetitiva, debido a que se obtienen valores exactos en operaciones cortas; el cálculo por operación requiere menos tiempo y los elementos fuera de orden se registran fácilmente.

2.2.2.1. Diagrama de operaciones

En la figura 4 se detalla de forma gráfica la secuencia de operaciones necesarias para realizar el proceso de empaque de bolsas de regalo, definiendo únicamente las operaciones e inspecciones del proceso.

Figura 4. Diagrama de operaciones del proceso de empaque de bolsas de regalo actual

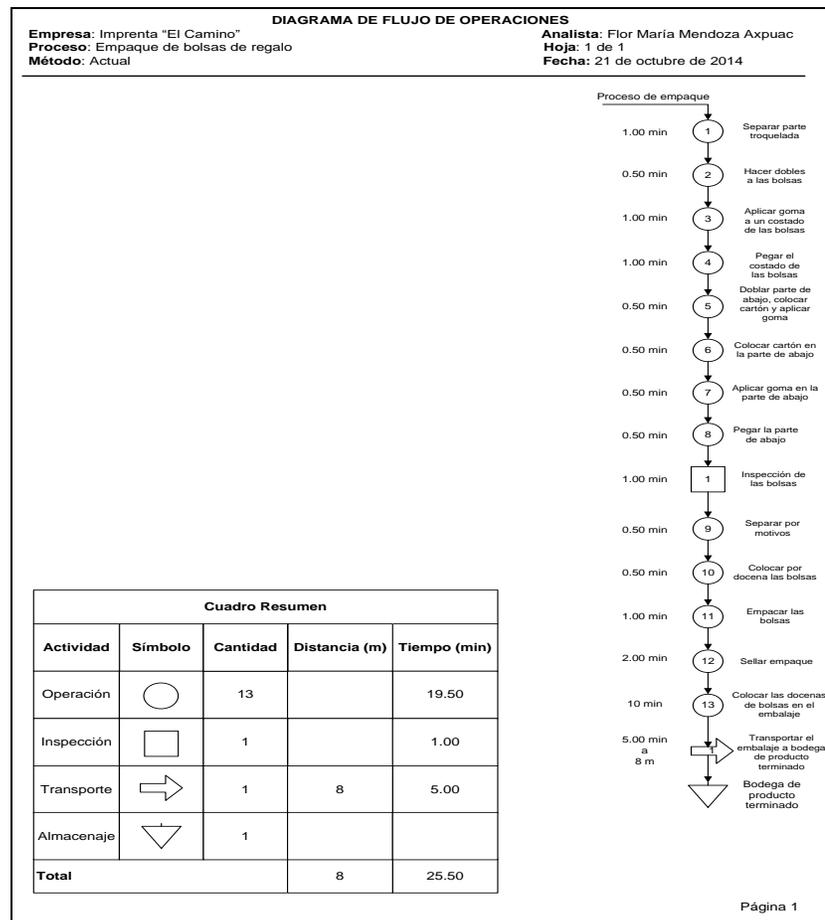


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.2.2.2. Diagrama de flujo de operaciones

A continuación se detalla de forma gráfica la secuencia de las operaciones necesarias para el proceso de empaque de bolsas de regalo, definiendo las operaciones, inspecciones, demoras, transporte y almacenamiento .

Figura 5. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de empaque de bolsas de regalo actual



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

A continuación se realizará el estudio de tiempos del proceso de empaque de bolsas para regalo; esta técnica establece un estándar de tiempo permisible para realizar la tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

2.2.2.3. Estudio de tiempos

Se realizará un estudio de tiempos para el proceso de empaque de las bolsas de regalo con la finalidad de determinar el tiempo estándar de las operaciones de dicho proceso. El método que se aplicará para determinar el número de observaciones es el de Westinghouse, y para determinar el tiempo observado se aplicará la técnica vuelta a cero.

2.2.2.3.1. División operativa de elementos

Consiste en la división del proceso de empaque de bolsas para regalo en varias operaciones o elementos que se describen en la tabla IV.

En la tabla V se derterminará el número de observaciones necesarias usando el método de Westinghouse, donde el primer paso es calcular el tiempo observado, usando la técnica vuelta a cero (tabla V).

Tabla IV. **División operativa de elementos del proceso de empaque de bolsas de regalo**

No.	Operación
1	Separar parte troquelada
2	Hacer doblez a las bolsas
3	Aplicar goma a un costado de las bolsas
4	Pegar el costado de las bolsas
5	Doblar parte de abajo
6	Colocar cartón en la parte de abajo
7	Aplicar goma en la parte de debajo
8	Pegar la parte de abajo
9	Inspección de las bolsas
10	Separar por diseños
11	Colocar por docena las bolsas
12	Empacar las bolsas
13	Sellar empaque
14	Colocar las docenas de bolsas en el embalaje
15	Transportar el embalaje a bodega de producto terminado

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Tiempo observado del proceso de empaque de bolsas de regalo**

No.	Operación	T.O. en min
1	Separar parte troquelada	0,78
2	Hacer doblez a las bolsas	0,42
3	Aplicar goma a un costado de las bolsas	1,04
4	Pegar el costado de las bolsas	0,53
5	Doblar parte de abajo	0,16
6	Colocar cartón en la parte de abajo	0,18
7	Aplicar goma en la parte de debajo	0,30
8	Pegar la parte de abajo	0,28
9	Inspección de las bolsas	0,90
10	Separar por diseños	0,40
11	Colocar por docena las bolsas	0,22
12	Empacar las bolsas	0,80
13	Sellar empaque	1,20
14	Colocar las docenas de bolsas en el embalaje	7,75
15	Transportar el embalaje a bodega de producto terminado	2,50
	TOTAL	17,46

Fuente: elaboración propia.

El número de observaciones necesarias para un tiempo de 17,46 min y 15 operaciones es de $\frac{17,46 \text{ min}}{15 \text{ operaciones}} = 1,164 = 0,02$ horas con una producción anual de 10 000 bolsas de regalo.

Por lo tanto, al buscar en la tabla de Westinghouse da un valor de 20 observaciones.

Tabla VI. **Tabla Westinghouse**

Cuando el tiempo por pieza o ciclos es:	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividad más de 10,000 por año	1,000 a 10,000	Menos de 1,000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas	140	80	60

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo. Medición del trabajo*. p. 15.

2.2.2.3.2. Registro de toma de tiempos

Consiste en el cálculo de las 20 observaciones, tiempo cronometrado, factor de calificación y suplementos, para poder determinar el tiempo estándar. Ver figura 6.

- Tiempo cronometrado: son las 20 observaciones que se realizaron durante el proceso, donde el método utilizado fue el de vuelta a cero.
- Factor de calificación: este factor se obtiene del sistema de calificación de Westinghouse; es una calificación subjetiva que se le da al operario según se observa cómo realiza cada operación; en este caso se dio al operario la siguiente calificación, determinada por los colores en la tabla VII.

Tabla VII. Sistema de calificación Westinghouse

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1		0,13	A1	
0,13	A2	Habilísimo	0,12	A2	Habilísimo
0,11	B1		0,1	B1	
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1		0,05	C1	
0,03	C2	Bueno	0,02	C2	Bueno
0	D	Promedio	0	D	Promedio
-0,05	E1		-0,04	E1	
-0,1	E2	Regular	-0,08	E2	Regular

Continuación de la tabla VII.

-0,15	F1		-0,12	F1	
-0,22	F2	Deficiente	-0,17	F2	Deficiente
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Perfecto
0,04	B	Excelente	0,03	B	Excelente
0,02	C	Bueno	0,01	C	Buena
0	D	Promedio	0	D	Promedio
-0,03	E	Regulares	-0,02	E	Regulares
-0,07	F	Malas	-0,04	F	Deficientes

Fuente: García Criollo, Roberto. *Estudio del trabajo. Medición del trabajo*. p. 20.

Seguidamente se procede a calcular el tiempo normal utilizando la siguiente fórmula:

$$TN = TCM * FC$$

Donde:

T.N. = tiempo normal

T.C.M. = tiempo cronometrado medio

F.C. = factor de calificación

- Suplementos: con base en las observaciones del personal se pudo determinar el porcentaje de los suplementos o tolerancias; estos se obtuvieron del sistema de suplementos por descanso como porcentaje de tiempos normales y se describen en la tabla VIII.

Tabla VIII. **Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de tiempos normales**

	Hombre	Mujer		Hombre	Mujer
1. Suplementos constantes			E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)		
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	0
2. Suplementos variables			14	0	0
A. Trabajo de pie	2	4	12	0	0
B. Postura anormal			10	3	3
Ligeramente incómoda	0	1	8	10	10
Incomoda (inclinado)	2	3	6	21	21
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	5	31	31
C. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			4	45	45
Peso levantado por kilogramo			3	64	64
2.5	0	1	2	100	100
5	1	2	F. Concentración intensa		
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	G. Ruido		
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	---	H. Tensión mental		
33.5	22	---	Proceso bastante complejo	1	1
D. Mala iluminación			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	I. Monotonía		
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo monótono	0	0
			Trabajo bastante monótono	1	1
			Trabajo muy monótono	4	4
			J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: García Criollo, Roberto. *Estudio del Trabajo. Medición del trabajo.* p. 25.

- Tiempo estándar: este tiempo se calculó con la finalidad de estandarizar el tiempo de las operaciones de determinado proceso; la fórmula que se utilizó es la siguiente:

$$TE = TN*(1+Suplementos \%)$$

Donde:

T.E. = tiempo estándar

T.N. = tiempo normal

Suplementos = son todos los tiempos muertos por descanso descritos en la tabla VIII.

Figura 6.

Registro de toma de tiempos del proceso de empaque de bolsas de regalo en minutos

Elementos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fecha:	8 / 10 / 2014															
Estudio núm.:	1															
Hoja núm.:	1															
de	1															
hojas	1															
Producto:	Bolsa de regalo															
1	0,78	0,42	1,04	0,53	0,16	0,18	0,3	0,28	0,9	0,4	0,22	0,8	1,2	7,75	2,5	2,5
2	1,32	0,58	1,55	0,23	0,16	0,16	0,23	0,28	0,85	0,3	0,22	0,63	1,17	8	2	2
3	1,04	0,37	2,5	0,4	0,18	0,18	0,22	0,27	0,9	0,53	0,28	0,3	1,4	7,05	2,1	2,1
4	0,78	0,42	1,4	0,2	0,16	0,18	0,3	0,23	1	0,4	0,22	0,63	1,15	7,5	2,5	2,5
5	1,32	0,42	1,04	0,53	0,16	0,18	0,3	0,28	0,95	0,4	0,22	0,8	1,2	7,75	2,5	2,5
6	1,32	0,5	1,5	0,23	0,16	0,18	0,22	0,27	0,9	0,4	0,28	0,63	1,2	8	2,5	2,5
7	1,04	0,3	2	0,53	0,18	0,2	0,22	0,27	0,9	0,5	0,28	0,33	1,17	7,05	2	2
8	1,1	0,37	1,4	0,53	0,18	0,2	0,22	0,23	1	0,6	0,3	0,33	1,4	7,5	2	2
9	1,1	0,42	1,04	0,53	0,16	0,18	0,3	0,28	0,9	0,4	0,22	0,8	1,2	7,75	2,5	2,5
10	1,05	0,58	1,55	0,23	0,16	0,16	0,23	0,28	0,85	0,3	0,22	0,63	1,17	8	2	2
11	0,78	0,37	2,5	0,4	0,18	0,16	0,22	0,27	0,9	0,53	0,28	0,3	1,4	7,05	2,1	2,1
12	0,8	0,42	1,4	0,2	0,16	0,18	0,3	0,23	1	0,4	0,22	0,63	1,15	7,5	2,5	2,5
13	0,81	0,42	1,04	0,53	0,16	0,18	0,3	0,28	0,95	0,4	0,22	0,8	1,2	7,75	2,5	2,5
14	0,9	0,5	1,5	0,23	0,16	0,18	0,22	0,27	0,9	0,4	0,28	0,63	1,2	8	2,5	2,5
15	1	0,3	2	0,53	0,18	0,2	0,22	0,27	0,9	0,5	0,28	0,33	1,17	7,05	2	2
16	1,05	0,37	1,4	0,53	0,18	0,2	0,22	0,23	1	0,6	0,3	0,33	1,4	7,05	2	2
17	1,1	0,42	1,04	0,53	0,16	0,18	0,3	0,28	0,9	0,4	0,22	0,8	1,2	7,75	2,5	2,5
18	1,4	0,58	1,55	0,23	0,16	0,16	0,23	0,28	0,85	0,3	0,22	0,63	1,17	8	2	2
19	1,4	0,42	1,04	0,53	0,16	0,18	0,3	0,28	0,95	0,4	0,22	0,8	1,2	7,75	2,5	2,5
20	1,5	0,5	1,5	0,23	0,16	0,18	0,22	0,27	0,9	0,4	0,28	0,63	1,2	8	2,5	2,5
Totales	21,59	8,68	29,99	7,88	3,32	3,58	5,07	5,33	18,4	8,56	4,98	11,76	24,55	152,7	38,2	38,2
Núm. de observaciones	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Promedio	1,08	0,434	1,5	0,394	0,166	0,179	0,254	0,267	0,92	0,428	0,249	0,588	1,228	7,635	1,91	1,91
Calificación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tiempo normal	1,08	0,43	1,5	0,39	0,17	0,18	0,25	0,27	0,92	0,43	0,25	0,59	1,23	7,64	1,91	1,91
Suplementos%	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,15
Tiempo estándar	1,2	0,48	1,67	0,43	0,19	0,2	0,28	0,3	1,01	0,48	0,28	0,65	1,37	8,48	2,12	2,12
Nombre del operador: Wilson Cael																
Hombre																
Mujer																
Emplea:	8:00 AM															
Termina:	17:00 PM															
Total TE	19,14															

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.4. Balance de líneas

Se utiliza para determinar la eficiencia y el ritmo de producción del proceso, tomando en cuenta el tiempo estándar (T_E) calculado en la figura 5; el tiempo estándar permitido (T_{EP}), es el valor de la operación que requiere más tiempo. Ver tabla IX.

Tabla IX. **Balance de líneas del proceso de empaque de bolsas de regalo actual**

Operación	$T_{E(min)}$	$T_{EP(min)}$ (Operación que requiere mayor tiempo)	Constante	$T_{eórico(min)}$ ($T_E * Conste$)	$T_{Real(min)}$	Operación más lenta (min) (T_E / T_{REAL})
Separar parte troquelada	1,20	8,48	0,375	0,45	0,50	2,40
Hacer dobles a las bolsas	0,48	8,48	0,375	0,18	0,20	2,40
Aplicar goma a un costado de las bolsas	1,67	8,48	0,375	0,63	0,63	2,65
Pegar el costado de las bolsas	0,43	8,48	0,375	0,16	0,16	2,69
Doblar parte de abajo	0,19	8,48	0,375	0,07	0,07	2,71
Colocar cartón en la parte de abajo	0,20	8,48	0,375	0,08	0,08	2,50
Aplicar goma en la parte de debajo	0,28	8,48	0,375	0,11	0,11	2,55
Pegar la parte de abajo	0,30	8,48	0,375	0,11	0,11	2,73
Inspección de bolsas	1,01	8,48	0,375	0,38	0,40	2,53
Separar por motivos	0,48	8,48	0,375	0,18	0,20	2,40
Colocar por docena las bolsas	0,28	8,48	0,375	0,11	0,11	2,55
Empacar las bolsas	0,65	8,48	0,375	0,24	0,24	2,71
Sellar empaque	1,37	8,48	0,375	0,51	0,51	2,69
Colocar las docenas de bolsas en el embalaje	8,48	8,48	0,375	3,18	3,18	2,67
Transportar el embalaje a bodega de producto terminado	2,12	8,48	0,375	0,80	0,80	2,65
TOTAL	19,14	127,20				

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.4.1. Eficiencia de la línea

La eficiencia de la línea es la capacidad que se tiene para cumplir adecuadamente con el proceso de bolsas de regalo; a continuación se detalla el procedimiento para el cálculo de la misma:

$$\text{Sumatoria del } T_E / \text{Sumatoria del } T_{EP} = \frac{19,14 \text{ min}}{127,20 \text{ min}} = 0,15 * 100 = 15 \%$$

Para el cálculo del tiempo teórico y real se procede a obtener la constante. Donde el tiempo efectivo diario es: 9 horas - 1 hora de almuerzo, quedando como resultado 8 horas al día, con una producción diaria de 27 bolsas y 0,15 que corresponde a la eficiencia de la línea, calculada anteriormente.

$$\text{Constante} = \frac{27 \text{ bolsas}}{(8 \text{ horas} * 60 \text{ min} * 0,15)} = 0,375$$

Finalmente para obtener la estación más lenta se procede a operar el tiempo estándar dividido entre el tiempo real.

2.2.2.4.2. Ritmo de producción

Es el ritmo de la línea en un tiempo determinado, en el caso de las bolsas de regalo, el ritmo de producción por cada 27 bolsas (producción diaria) se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Ritmo de producción} = \frac{(8 \text{ horas} * 60 \text{ min})}{2,73 \text{ min}} = 175,82 \text{ min}$$

Ritmo de producción diario por cada 27 bolsas: 3 horas.

2.2.3. Descripción del proceso de empaque de la memoria

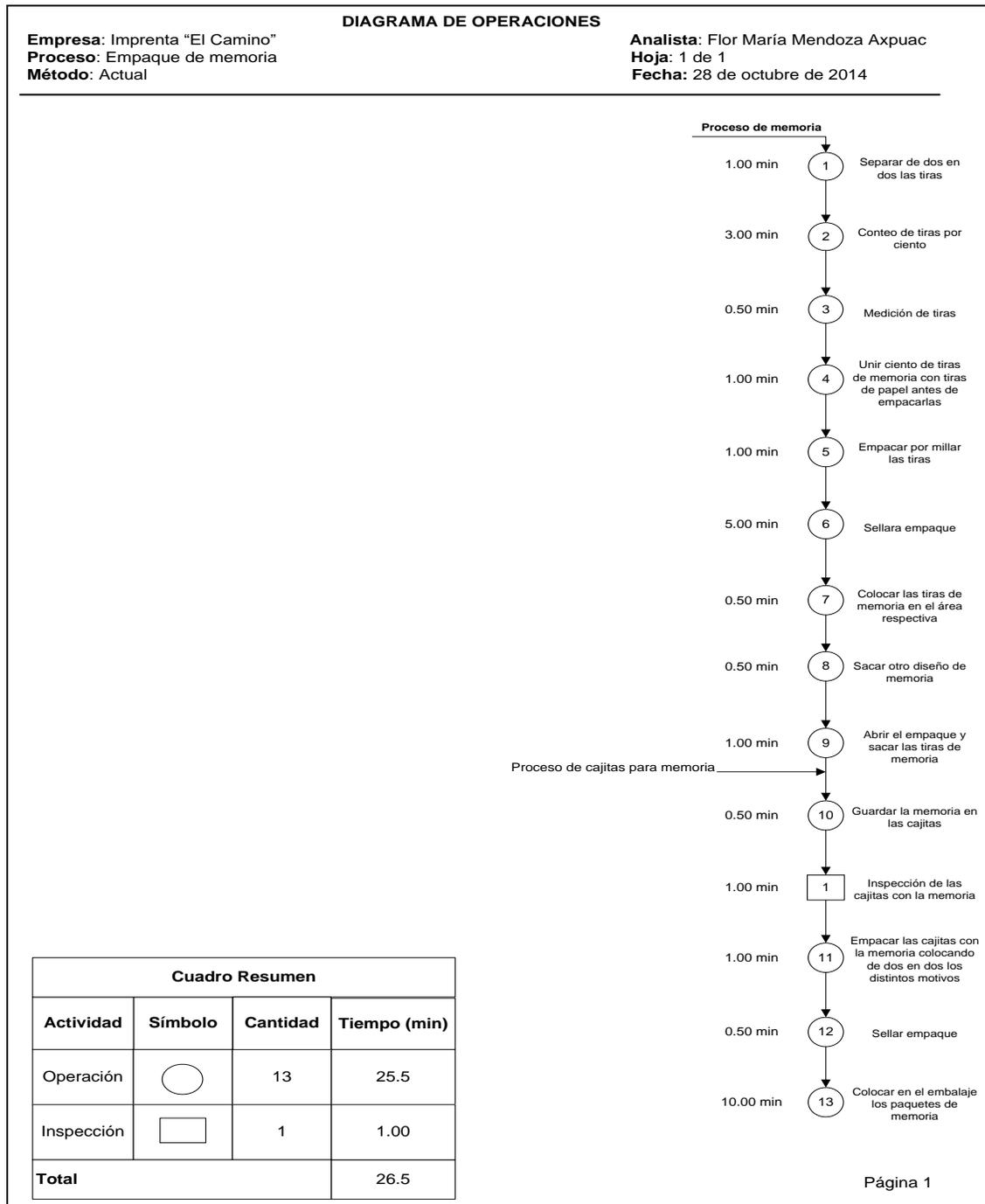
La memoria se diseña o modifica en el programa *photoshop* en el área de diseño, donde es enviada al centro de impresión de placas; estas son transportadas al área de prensa; posteriormente se corta la materia prima al tamaño adecuado y se transporta al área de prensa donde se imprimen los diseños y luego se transportan al área de troquel, después se envían los pliegos al área de guillotina para cortarlos con el tamaño adecuado.

Por último son transportados los pliegos al área de empaque donde se separan de dos en dos las tiras de la memoria; se cuentan de cien en cien, se unen con tiras de papel, se empacan y almacenan; después se usa el diseño según la cajita para memoria y se guarda dentro de esta; por último se inspeccionan las cajitas con la memoria, se empacan las cajitas con la memoria por docena y se embalan para ser transportadas a bodega de producto terminado.

2.2.3.1. Diagrama de operaciones

En este se detalla de forma gráfica la secuencia de pasos necesarios para realizar las actividades del proceso de empaque de la memoria, definiendo únicamente las operaciones e inspecciones del proceso. Ver figura 7.

Figura 7. Diagrama de operaciones del proceso de empaque de memoria actual

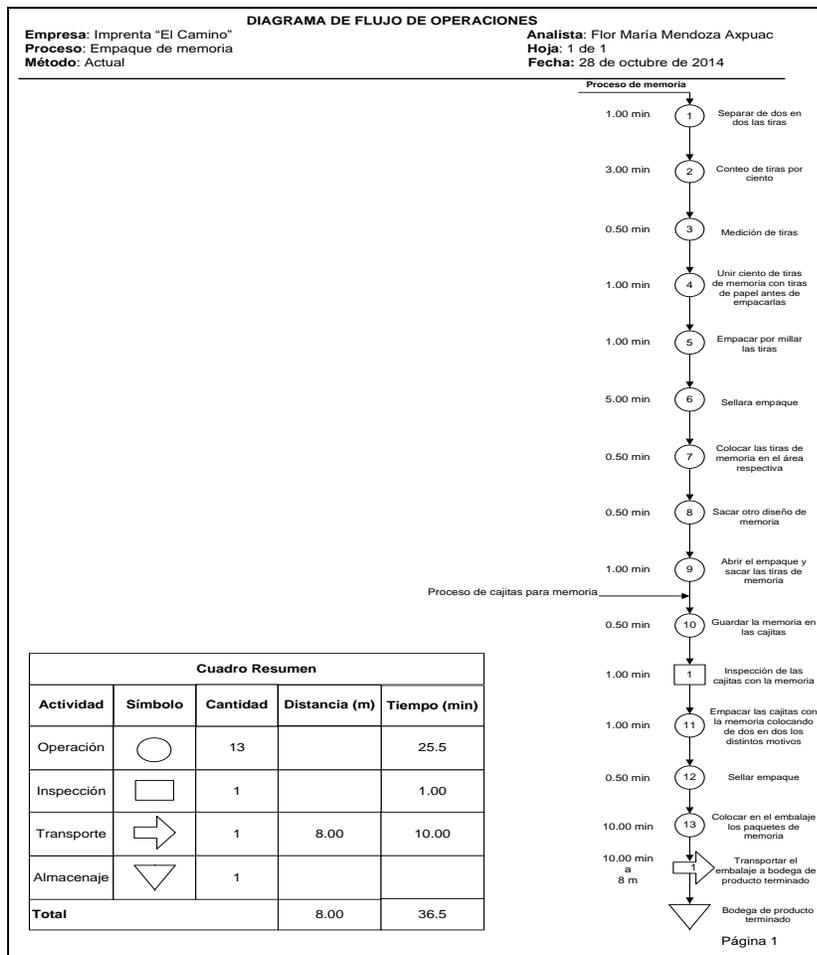


Fuente: elaboración propia.

2.2.3.2. Diagrama de flujo de operaciones

En la figura 8 se detalla de forma gráfica la secuencia de todos los pasos necesarios para realizar las actividades del proceso de empaque de la memoria, definiendo las operaciones, inspecciones, demoras, transporte y almacenamiento.

Figura 8. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de empaque de memoria actual



Fuente: elaboración propia.

A continuación se realizará el estudio de tiempos del proceso de empaque de memoria; esta técnica establece un estándar de tiempo permisible para realizar la tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

2.2.3.3. Estudio de tiempos

Se realizará un estudio de tiempos para el proceso de empaque de la memoria, para determinar el tiempo estándar de las operaciones. El método que se aplicará para determinar el número de observaciones es el de Westinghouse, y para determinar el tiempo observado se aplicará la técnica vuelta a cero.

2.2.3.3.1. División operativa de elementos

En la tabla X se describe la división del proceso de empaque de memoria en varias operaciones o elementos.

Tabla X. **División operativa de elementos del proceso de empaque de memoria**

No.	Operación
1	Separar de dos en dos las tiras
2	Conteo de tiras por ciento
3	Medición de tiras
4	Unir ciento de tiras de memoria con tiras de papel antes de empacarlas
5	Empacar por millar las tiras
6	Sellar empaque
7	Colocar las tiras de memoria en el área de tiras de memoria
8	Sacar otro diseño de memoria
9	Abrir el empaque y sacar las tiras de la memoria
10	Guardar la memoria en las cajitas
11	Inspección de las cajitas con la memoria
12	Empacar por docena las cajitas con la memoria colocando de dos en dos los distintos diseños

Continuación de la tabla X.

13	Sellar empaque
14	Colocar en el embalaje los paquetes de memoria
15	Transportar el embalaje a bodega de producto terminado.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XI se derterminará el número de observaciones necesarias usando el método de Westinghouse, donde el primero paso es calcular el tiempo observado, usando el método vuelta a cero.

Tabla XI. **Tiempo observado del proceso de empaque de memoria**

Núm.	Operación	T.O. en min
1	Separar de dos en dos las tiras	0,80
2	Conteo de tiras por ciento	2,21
3	Medición de tiras	0,31
4	Unir ciento de tiras de memoria con tiras de papel antes de empacarlas	0,53
5	Empacar por millar las tiras	1,06
6	Sellar empaque	3,09
7	Colocar las tiras de memoria en el área de tiras de memoria	0,25
8	Sacar otro diseño de memoria	0,35
9	Abrir el empaque y sacar las tiras de la memoria	0,80
10	Guardar la memoria en las cajitas	0,08
11	Inspección de las cajitas con la memoria	0,90
12	Empacar por docena las cajitas con la memoria, colocando de dos en dos los distintos diseños	0,53
13	Sellar empaque	0,20
14	Colocar en el embalaje los paquetes de memoria	6,50
15	Transportar el embalaje a bodega de producto terminado.	2,50
	TOTAL	20,11

Fuente: elaboración propia.

El número de observaciones necesarias para un tiempo de 20,11 min y 14 operaciones es de $\frac{20,11 \text{ min}}{15 \text{ operaciones}} = 1,340 = 0,02$ horas con una producción anual de más de 10 000 paquetes de memoria.

Por lo tanto al buscar en la tabla de Westinghouse da un valor de 40 observaciones que se describen en la tabla XII.

Tabla XII. **Tabla Westinghouse**

Cuando el tiempo por pieza o ciclos es:	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividad más de 10,000 por año	1,000 a 10,000	Menos de 1,000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas	140	80	60

Fuente: García Criollo, Roberto. *Estudio del trabajo. Medición del trabajo.* p. 25.

2.2.3.3.2. Registro de toma de tiempos

Consiste en el cálculo de las 40 observaciones, tiempo cronometrado, factor de calificación y suplementos, para determinar el tiempo estándar.

- Tiempo cronometrado: son las 40 observaciones que se realizaron durante el proceso, donde el método utilizado fue el de vuelta a cero.
- Factor de calificación: este factor se obtiene del sistema de valoración de Westinghouse, es una calificación subjetiva que se le da al operario según se observa como realiza cada operación, en este caso se dio al operario la siguiente calificación, determinada por los colores en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Sistema de calificación Westinghouse**

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1		0,13	A1	
0,13	A2	Habilísimo	0,12	A2	Habilísimo
0,11	B1		0,1	B1	
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1		0,05	C1	
0,03	C2	Bueno	0,02	C2	Bueno
0	D	Promedio	0	D	Promedio
-0,05	E1		-0,04	E1	
-0,1	E2	Regular	-0,08	E2	Regular
-0,15	F1		-0,12	F1	
-0,22	F2	Deficiente	-0,17	F2	Deficiente
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Perfecto
0,04	B	Excelente	0,03	B	Excelente
0,02	C	Bueno	0,01	C	Buena
0	D	Promedio	0	D	Promedio
-0,03	E	Regulares	-0,02	E	Regulares
-0,07	F	Malas	-0,04	F	Deficientes

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo. Medición del trabajo*. p. 25.

Seguidamente se procede a calcular el tiempo normal utilizando la siguiente fórmula:

$$TN = TCM * FC$$

Donde:

T.N. = tiempo normal

T.C.M. = tiempo cronometrado medio

F.V. = factor de calificación

- Suplementos: con base en las observaciones del personal se pudo determinarr el porcentaje de los suplementos o tolerancias, las cuales se obtuvieron del sistema de suplementos por descanso como porcentaje de tiempos normales.

Tabla XIV. **Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de tiempos normales**

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

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del Trabajo. Medición del trabajo.* p. 30.

2.2.3.3.3. Tiempo estándar

Este tiempo se calculó con la finalidad de estandarizar el tiempo de las operaciones de determinado proceso; la fórmula que se utilizó es la siguiente:

$$TE = TN \cdot (1 + \text{suplementos } \%)$$

Donde:

T.E. = tiempo estándar

T.N. = tiempo normal

Suplementos = son todos los tiempos muertos por descanso descritos en la tabla XIV.

2.2.3.4. Balance de líneas

Se utiliza para determinar la eficiencia y el ritmo de producción del proceso, tomando en cuenta el tiempo estándar (T_E) calculado en la figura 8 y el tiempo estándar permitido (T_{EP}) es el valor de la operación que requiere más tiempo.

Figura 9. Registro de toma de tiempos del proceso de empaque de memoria en minutos

Elementos	Elementos															Transportar el empaque a bodega de producto terminado
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Fecha: 14/10/14																
Estudio Núm.: 1																
Hoja Núm.: 1																
de 1																
Productos: Memoria																
1	0,8	2,21	0,31	0,53	1,06	3,09	0,25	0,35	0,8	0,08	0,9	0,53	0,2	6,5	2,5	
2	0,8	2,05	0,3	0,55	1,06	3,1	0,2	0,3	0,75	0,1	1,05	0,5	0,2	6,05	2,45	
3	0,99	2,15	0,33	0,48	1,02	2,9	0,25	0,39	0,8	0,05	0,99	0,57	0,22	6,47	2,36	
4	0,95	2,2	0,25	0,47	1,16	2,99	0,3	0,35	0,8	0,08	0,94	0,45	0,18	6,5	2,5	
5	0,85	2,25	0,28	0,5	1,05	3	0,24	0,34	0,8	0,1	0,95	0,49	0,2	6,36	2,5	
6	0,8	2,2	0,3	0,55	1,05	3,05	0,2	0,31	0,69	0,11	0,9	0,5	0,2	5,9	2,45	
7	1	2,21	0,31	0,52	1,01	3,1	0,3	0,3	0,72	0,13	0,9	0,52	0,23	5,9	2,2	
8	1,05	2,05	0,31	0,54	1,02	3,09	0,22	0,3	0,75	0,15	0,8	0,49	0,25	6	2,34	
9	0,96	2,1	0,3	0,6	1,04	2,55	0,21	0,4	0,81	0,08	0,89	0,5	0,22	6,05	2,05	
10	0,9	2,11	0,34	0,65	1,06	2,79	0,25	0,45	0,83	0,06	0,9	0,55	0,22	6,34	2,5	
11	0,88	2,15	0,33	0,6	1,06	2,98	0,25	0,38	0,76	0,04	0,9	0,56	0,2	6,05	2,5	
12	0,8	2,21	0,35	0,5	1,07	2,66	0,25	0,35	0,8	0,05	1,01	0,55	0,21	6,1	2,5	
13	0,8	2	0,28	0,55	1,04	2,99	0,3	0,35	0,8	0,08	1,05	0,55	0,2	6,1	2,45	
14	0,8	2,18	0,28	0,53	1,06	3,05	0,3	0,29	0,8	0,08	1	0,53	0,2	6	2,35	
15	0,95	2,2	0,34	0,53	1,06	3,04	0,32	0,31	0,84	0,08	0,95	0,56	0,25	6,45	2,5	
16	1	2,25	0,3	0,53	1,06	3,15	0,33	0,3	0,75	0,1	0,88	0,49	0,22	6,5	2,5	
17	0,8	2,22	0,33	0,56	1,06	3,11	0,25	0,3	0,75	0,1	0,87	0,5	0,22	6,65	2,45	
18	0,8	2,21	0,31	0,47	1,02	3,09	0,2	0,35	0,8	0,1	0,9	0,56	0,2	6,55	2,2	
19	0,99	2,06	0,32	0,49	1,16	3,09	0,25	0,39	0,8	0,07	0,9	0,52	0,2	6,6	2,34	
20	0,95	2	0,29	0,5	1,05	3	0,3	0,4	0,74	0,05	0,96	0,53	0,2	6,3	2,05	
21	0,85	2,21	0,26	0,53	1,05	3,09	0,24	0,35	0,8	0,08	0,9	0,53	0,2	6,05	2,5	
22	0,8	2,05	0,31	0,55	1,01	3,1	0,2	0,3	0,75	0,1	1,05	0,55	0,2	6,47	2,5	
23	1	2,15	0,3	0,48	1,02	2,9	0,3	0,39	0,8	0,05	0,99	0,53	0,22	6,5	2,5	
24	1,05	2,2	0,33	0,47	1,04	2,99	0,22	0,35	0,8	0,08	0,94	0,5	0,18	6,02	2,45	
25	0,96	2,25	0,25	0,5	1,06	3	0,21	0,34	0,8	0,1	0,95	0,57	0,2	5,9	2,2	
26	0,9	2,2	0,28	0,55	1,06	3,05	0,25	0,31	0,69	0,11	0,9	0,45	0,2	5,9	2,34	
27	0,88	2,21	0,3	0,52	1,07	3,1	0,25	0,3	0,72	0,13	0,9	0,49	0,23	6	2,05	
28	0,8	2,05	0,31	0,54	1,04	3,09	0,23	0,3	0,75	0,15	0,8	0,5	0,25	6,05	2,5	
29	0,8	2,1	0,31	0,6	1,06	2,55	0,3	0,4	0,81	0,08	0,89	0,52	0,22	6	2,5	
30	0,8	2,11	0,3	0,65	1,06	2,79	0,3	0,45	0,83	0,06	0,9	0,49	0,22	6,05	2,05	
31	0,95	2,15	0,34	0,6	1,2	2,98	0,32	0,38	0,76	0,04	0,9	0,5	0,2	6,1	2,5	
32	1	2,21	0,33	0,5	1,22	2,66	0,33	0,35	0,8	0,05	1,01	0,55	0,21	6,1	2,48	
33	0,8	2	0,35	0,55	1,15	2,99	0,35	0,35	0,8	0,08	1,05	0,56	0,2	6	2,6	
34	0,97	2,18	0,28	0,53	1,1	3,05	0,22	0,29	0,8	0,08	1	0,55	0,2	6,45	2,36	
35	0,86	2,2	0,28	0,53	1,05	3,04	0,25	0,31	0,84	0,08	0,95	0,55	0,25	6,5	2,5	
36	0,8	2,25	0,34	0,53	1,06	3,15	0,25	0,3	0,75	0,1	0,88	0,53	0,22	6,35	2,5	
37	0,8	2,22	0,3	0,56	1,06	3,11	0,3	0,3	0,75	0,1	0,87	0,56	0,22	6,3	2,55	
38	1	2,21	0,33	0,47	1,04	3,09	0,31	0,35	0,8	0,1	0,9	0,49	0,2	6,6	2,55	
39	0,98	2,05	0,31	0,49	1,01	3,09	0,24	0,39	0,8	0,07	0,9	0,5	0,2	6	2	
40	0,8	2	0,32	0,5	1	3	0,25	0,4	0,74	0,05	0,96	0,55	0,2	6,3	2,5	
Totales	35,67	86	12,29	21,3	42,53	119,6	10,51	13,82	31,18	3,38	37,28	20,92	8,44	249,21	95,81	
Núm. de observaciones	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
Promedio	0,892	2,15	0,307	0,5325	1,063	2,991	0,26275	0,3455	0,78	0,085	0,932	0,523	0,211	6,23025	2,39525	
Calificación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Tiempo normal	0,892	2,15	0,307	0,5325	1,063	2,991	0,26275	0,3455	0,78	0,085	0,932	0,523	0,211	6,23025	2,39525	
Tolerancias%	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,15	
Tiempo estándar	0,99	2,387	0,341	0,5911	1,18	3,32	0,291653	0,3835	0,865	0,094	1,025	0,581	0,234	6,91558	2,7545375	
Nombre del operador: Wilson Calel																
Termina:																
AM																
17:00 PM																
Total TE																
21,95																
Empleado:																
8:00 AM																
PM																
Mujer																
Hombre																

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Balance de líneas del proceso de empaque de memoria actual

Operación	$T_{E(min)}$	$T_{EP(min)}$ (Operación que requiere mayor tiempo)	Constante	$T_{Teórico(min)}$ ($T_E * Conste$)	$T_{Real (min)}$	Operación más lenta (min) (T_E / T_{REAL})
Separar de dos en dos las tiras	1,00	6,92	0,268	0,27	0,30	3,33
Conteo de tiras por ciento	2,39	6,92	0,268	0,64	0,64	3,73
Medición de tiras	0,34	6,92	0,268	0,09	0,10	3,40
Unir ciento de tiras de memoria con tiras de papel antes de empacarlas	0,59	6,92	0,268	0,16	0,16	3,69
Empacar por millar las tiras	1,18	6,92	0,268	0,32	0,32	3,69
Sellar empaque	3,32	6,92	0,268	0,89	0,90	3,69
Colocar las tiras de memoria en el área de tiras de memoria	0,29	6,92	0,268	0,08	0,08	3,63
Sacar otro diseño de memoria	0,38	6,92	0,268	0,10	0,10	3,80
Abrir el empaque y sacar las tiras de la memoria	0,87	6,92	0,268	0,23	0,23	3,78
Guardar la memoria en las cajistas	0,09	6,92	0,268	0,02	0,02	4,50
Inspección de las cajitas con la memoria	1,03	6,92	0,268	0,28	0,30	3,43
Empacar por docena las cajitas con la memoria colocando de dos en dos los distintos diseños	0,58	6,92	0,268	0,16	0,16	3,63
Sellar empaque	0,23	6,92	0,268	0,06	0,06	3,83
Colocar en el embalaje los paquetes de memoria	6,92	6,92	0,268	1,85	1,90	3,64
Transportar el embalaje a bodega de producto terminado,	2,75	6,92	0,268	0,74	0,74	3,72
TOTAL	21,96	103,80				

Fuente: elaboración propia.

2.2.3.4.1. Eficiencia de la línea

La eficiencia de la línea es la capacidad que se tiene para cumplir adecuadamente con el proceso de memoria; a continuación se detalla el procedimiento para el cálculo de la misma:

$$\text{Sumatoria del } T_E / \text{Sumatoria del } T_{EP} = \frac{21,96 \text{ min}}{103,80 \text{ min}} = 0,21 * 100 = 21 \%$$

Para el cálculo del tiempo teórico y real se procede a obtener la constante, donde el tiempo efectivo diario es: 9 horas - 1 hora de almuerzo quedando como resultado 8 horas al día, con una producción diaria de 27 paquetes y 0,21 que corresponde a la eficiencia de la línea, calculada anteriormente.

$$\text{Constante} = \frac{27 \text{ paquetes}}{(8 \text{ horas} * 60 \text{ min} * 0,21)} = 0,268$$

Finalmente, para obtener la estación más lenta se procede a operar el tiempo estándar dividido el tiempo real.

2.2.3.4.2. Ritmo de producción

Es el ritmo de la línea en un tiempo determinado; en el caso de la memoria el ritmo de producción por cada 27 paquetes de memoria (producción diaria) se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Ritmo de producción} = \frac{(8 \text{ horas} * 60 \text{ min})}{4,5 \text{ min}} = 106,667 \text{ min}$$

Ritmo de producción diario por cada 27 paquetes: 2 horas

2.2.4. Descripción del proceso de empaque de cajitas para memoria

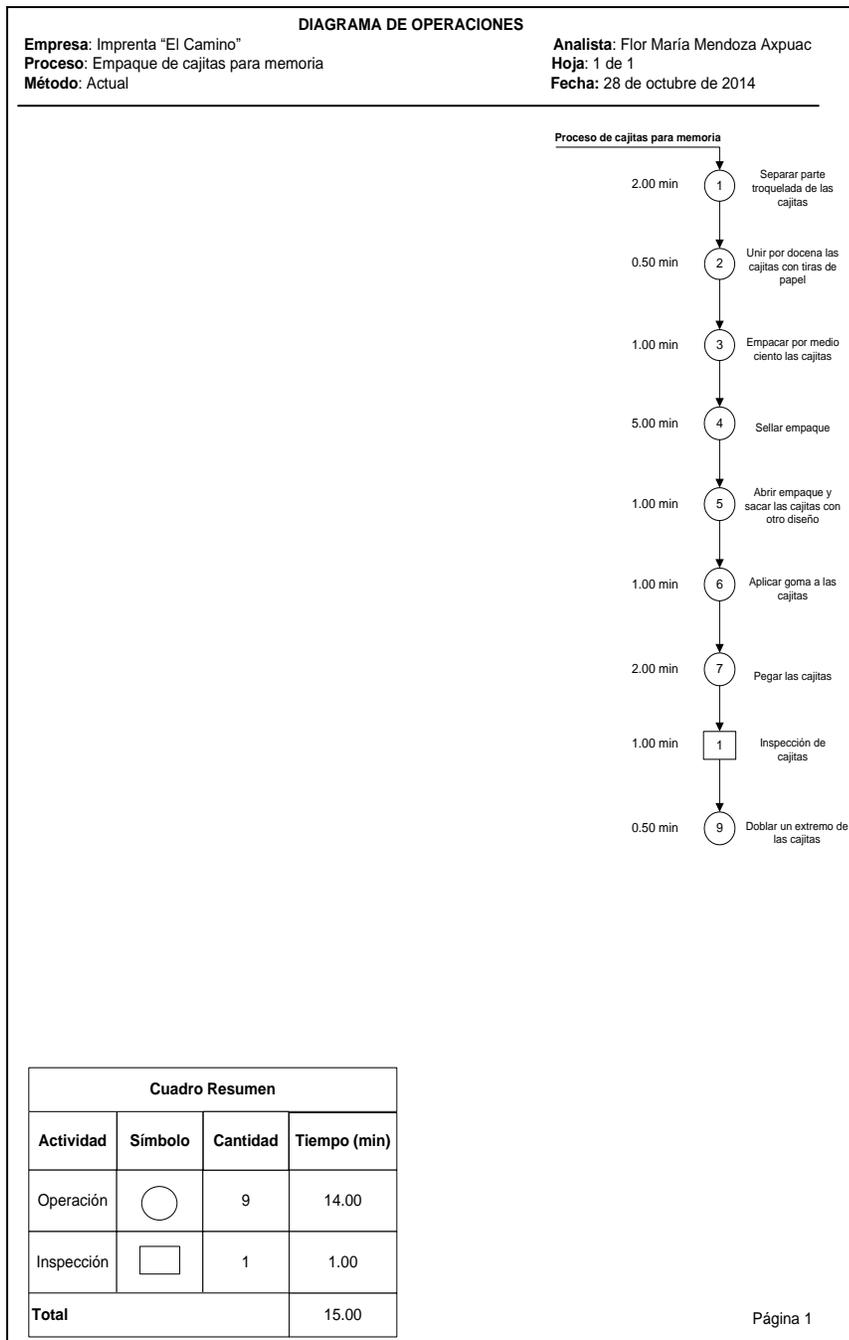
Las cajitas para memoria son diseñadas o modificadas en el programa fotoshop en el área de diseño, luego se envía el diseño al centro de impresión de placas; después son transportadas al área de prensa, se corta la materia prima al tamaño adecuado; luego se transporta al área de prensa donde se imprimen los diseños para ser transportados al área de troquel.

Por último son transportados los pliegos al área de empaque donde lo primero es separar la parte troquelada para dejar sueltas las cajitas, después se unen por docena con tiras de papel, se empacan y se sella el empaque, para ser almacenadas en bodega de producto semiterminado. Luego se transportan de bodega de producto semiterminado las cajitas de otro diseño al área de empaque, se aplica goma a un costado de las cajitas, se pegan para darles forma, se inspeccionan y por último se dobla un extremo de la caja para guardar la memoria y almacenarlas en bodega de producto terminado.

2.2.4.1. Diagrama de operaciones

En la figura 10 se detalla de forma gráfica la secuencia de pasos necesarios para realizar las actividades del proceso de empaque de cajitas para memoria, definiendo únicamente las operaciones e inspecciones del proceso.

Figura 10. Diagrama de operaciones del proceso de empaque de cajitas para memoria actual

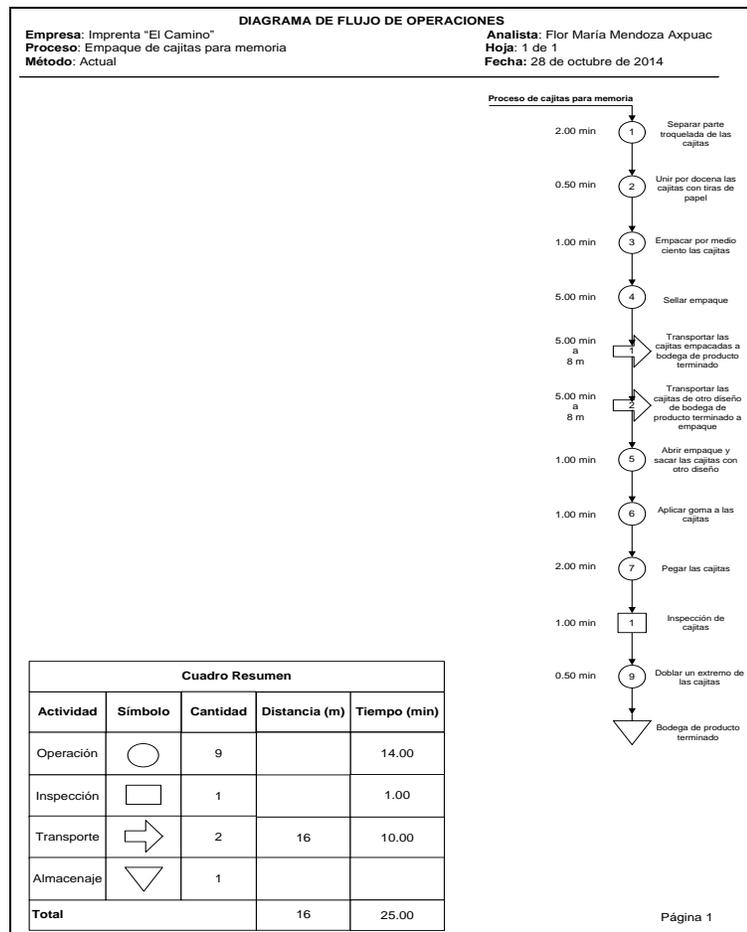


Fuente: elaboración propia.

2.2.4.2. Diagrama de flujo de operaciones

En la figura 11 se detalla de forma gráfica la secuencia de todos los pasos necesarios para realizar las actividades del proceso de empaque de cajitas para memoria, definiendo las operaciones, inspecciones, demoras, transporte y almacenamiento.

Figura 11. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de empaque de cajitas para memoria actual



Fuente: elaboración propia.

A continuación se realizará el estudio de tiempos del proceso de empaque de cajitas para memoria; esta técnica establece un estándar de tiempo permisible para realizar la tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

2.2.4.3. Estudio de tiempos

Se realizará un estudio de tiempos para el proceso de empaque de cajitas para memoria, con la finalidad de determinar el tiempo estándar de las operaciones de dicho proceso. El método que se aplicará para determinar el número de observaciones es el de Westinghouse, y para determinar el tiempo observado se aplicará la técnica vuelta a cero.

2.2.4.3.1. División operativa de elementos

Consiste en la división del proceso de empaque de cajitas para memoria en varias operaciones o elementos.

Tabla XVI. División operativa de elementos del proceso de empaque de cajitas para memoria

Núm.	Operación
1	Separar parte troquelada de las cajitas
2	Unir por docena las cajitas con tiras de papel
3	Empacar por medio ciento las cajitas
4	Sellar empaque
5	Transportar las cajitas empacadas a bodega de producto en proceso
6	Transportar las cajitas de otro diseño de bodega de producto en proceso a empaque
7	Abrir empaque y sacar las cajitas con otro diseño

Continuación de la tabla XVI.

8	Aplicar goma a las cajitas
9	Pegar las cajitas
10	Inspección de cajitas
11	Doblar un extremo de las cajitas

Fuente: elaboración propia.

A continuación se derterminará el número de observaciones necesarias usando el método de Westinghouse, donde el primer paso es calcular el tiempo observado, usando el método vuelta a cero.

Tabla XVII. **Tiempo observado del proceso de empaque de cajitas para memoria**

Núm.	Operación	T.O. en min
1	Separar parte troquelada de las cajitas	1,58
2	Unir por docena las cajitas con tiras de papel	0,26
3	Empacar por medio ciento las cajitas	1,06
4	Sellar empaque	3,10
5	Transportar las cajitas empacadas a bodega de producto en proceso	1,10
6	Transportar las cajitas de otro diseño de bodega de producto en proceso a empaque	1,10
7	Abrir empaque y sacar las cajitas con otro diseño	0,80
8	Aplicar goma a las cajitas	1,00
9	Pegar las cajitas	1,33
10	Inspección de cajitas	0,95
11	Doblar un extremo de las cajitas	0,07
	TOTAL	12,09

Fuente: elaboración propia.

El número de observaciones necesarias para un tiempo de 12,09 min y 10 operaciones es de $\frac{12,09 \text{ min}}{11 \text{ operaciones}} = 1,099 = 0,02$ horas con una producción anual de más de 10 000 paquetes de memoria.

Por lo tanto al buscar en la tabla de Westinghouse da un valor de 40 observaciones.

Tabla XVIII. **Tabla Westinghouse del proceso**

Cuando el tiempo por pieza o ciclos es:	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividad más de 10,000 por año	1,000 a 10,000	Menos de 1,000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas	140	80	60

Fuente: García Criollo, Roberto. *Estudio del trabajo. Medición del trabajo.* p. 35.

2.2.4.3.2. Registro de toma de tiempos

Consiste en el cálculo de las 40 observaciones, tiempo cronometrado, factor de calificación y suplementos, para poder determinar el tiempo estándar.

- Tiempo cronometrado: son las 40 observaciones que se realizaron durante el proceso, donde el método utilizado fue el de vuelta a cero.
- Factor de calificación: este factor se obtiene del sistema de valoración de Westinghouse, es una calificación subjetiva que se le da al operario; según se observa cómo realiza cada operación; en este caso se dio al operario la siguiente calificación, determinada por los colores en la tabla XIX.

Tabla XIX. **Sistema de calificación Westinghouse**

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1		0,13	A1	
0,13	A2	Habilísimo	0,12	A2	Habilísimo
0,11	B1		0,1	B1	
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1		0,05	C1	
0,03	C2	Bueno	0,02	C2	Bueno
0	D	Promedio	0	D	Promedio
-0,05	E1		-0,04	E1	
-0,1	E2	Regular	-0,08	E2	Regular
-0,15	F1		-0,12	F1	
-0,22	F2	Deficiente	-0,17	F2	Deficiente
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Perfecto
0,04	B	Excelente	0,03	B	Excelente
0,02	C	Bueno	0,01	C	Buena
0	D	Promedio	0	D	Promedio
-0,03	E	Regulares	-0,02	E	Regulares
-0,07	F	Malas	-0,04	F	Deficientes

Fuente: García Criollo, Roberto. *Estudio del trabajo. Medición del trabajo*. p. 35.

Seguidamente se procede a calcular el tiempo normal utilizando la siguiente fórmula:

$$TN = TCM * FC$$

Donde:

- T.N. = tiempo normal
- T.C.M. = tiempo cronometrado medio
- F.V. = factor de calificación

- Suplementos: con base en las observaciones del personal se pudo encontrar el porcentaje de los suplementos o tolerancias, las cuales se obtuvieron del sistema de suplementos por descanso como porcentaje de tiempos normales.

Tabla XX. Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de tiempos normales

	Hombre	Mujer		Hombre	Mujer
1. Suplementos constantes			E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)		
Suplementos por necesidades personales	5	7	Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de suplemento Kata (milicalorías/cm ² /segundo)		
Suplementos base por fatiga	4	4		16	0
2. Suplementos variables				14	0
A. Trabajo de pie	2	4		12	0
B. Postura anormal				10	3
Ligeramente incómoda	0	1		8	10
Incomoda (inclinado)	2	3		6	21
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7		5	31
C. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)				4	45
Peso levantado por kilogramo				3	64
2.5	0	1		2	100
5	1	2	F. Concentración intensa		
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	G. Ruido		
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	---	H. Tensión mental		
33.5	22	---	Proceso bastante complejo	1	1
D. Mala iluminación			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	I. Monotonía		
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo monótono	0	0
			Trabajo bastante monótono	1	1
			Trabajo muy monótono	4	4
			J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: García Criollo, Roberto. *Estudio del Trabajo. Medición del trabajo.* 35 p.

2.2.4.3.3. Tiempo estándar

Este se calculó con la finalidad de estandarizar el tiempo de las operaciones de determinado proceso; la fórmula que se utilizó es la siguiente:

$$TE = TN*(1+Suplementos \%)$$

Donde:

T.E. = tiempo estándar

T.N. = tiempo normal

Suplementos = tiempos muertos por descanso

2.2.4.4. Balance de líneas

Se utiliza para determinar la eficiencia y el ritmo de producción del proceso, tomando en cuenta el tiempo estándar (T_E) calculado en la figura 11 y el tiempo estándar permitido (T_{EP}) es el valor de la operación que requiere más tiempo.

Figura 12. Registro de toma de tiempos del proceso de empaque de cajitas para memoria en minutos

Fecha: 10 / 10 / 14		Elementos										
Estudio No.:	1											
Hoja No. de	1											
Producto:	Cajita para memoria											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	Separar parte troquelada de las cajitas	Ufr por docena las cajitas con tiras de papel	Empacar por medio ciento las cajitas	Sellar empaque	Transportar las cajitas empaquetadas a bodega de producto en proceso	Transportar las cajitas de otro diseño de bodega de producto en proceso a empaque	Abrir empaques y sacar las cajitas con otro diseño	Aplicar goma a las cajitas	Pegar cajitas	Inspección de cajitas	Dober un extremo de las cajitas	
1	1.58	0.26	1.06	3.1	1.1	1.1	0.8	1	1.33	0.95	0.07	
2	8.58	0.2	0.8	2.65	1.05	1.05	0.8	0.59	1.33	0.99	0.07	
3	7.15	0.23	0.95	3.05	1.1	1.1	0.91	1.1	1.23	1	0.03	
4	3.5	0.3	1	2.1	1	1	0.95	1.06	1.15	1.04	0.1	
5	2.35	0.33	1.15	3.05	1.04	1.04	0.78	0.98	1.2	0.8	0.08	
6	1.65	0.28	1.2	2.45	1	1	0.8	1	1.33	0.85	0.05	
7	8.3	0.35	0.6	2.6	1.1	1.1	0.8	1.1	1.23	0.9	0.03	
8	7.05	0.2	0.96	3	1.1	1.1	0.8	1.1	1.3	0.95	0.07	
9	3	0.24	0.76	2.15	1.11	1.11	1	0.5	1.2	0.95	0.07	
10	2.05	0.24	0.78	2	1.15	1.15	0.9	0.75	1.18	1	0.1	
11	1.58	0.25	1.05	1.98	0.96	0.96	0.86	0.8	1.23	0.99	0.07	
12	8.58	0.3	1.1	1.67	1.07	1.07	0.94	0.98	1.23	0.8	0.07	
13	7.15	0.26	1.05	3.1	1	1	0.78	1.03	1.3	0.85	0.07	
14	3.5	0.2	1.06	2.65	1.1	1.1	0.8	1	1.33	0.95	0.03	
15	2.35	0.23	1	3.05	1.1	1.1	0.8	1.3	1.33	0.95	0.1	
16	1.65	0.3	0.98	2.1	1.11	1.11	0.98	1.18	1.35	0.98	0.08	
17	8.3	0.33	0.79	3.05	1.15	1.15	0.98	0.6	1.15	1	0.05	
18	7.05	0.28	1	2.45	0.96	0.96	1	0.86	1.19	0.95	0.03	
19	3	0.35	1.06	2.6	1.1	1.1	0.8	1	1.2	0.99	0.07	
20	2.05	0.2	0.8	3	1.05	1.05	0.8	1.1	1.23	1	0.07	
21	7.15	0.24	0.95	2.15	1.1	1.1	0.91	1.1	1.33	1.04	0.1	
22	3.5	0.24	1	2	1.1	1.1	0.95	1.02	1.33	0.8	0.07	
23	2.95	0.25	1.15	1.98	1.04	1.04	0.78	1.02	1.23	0.85	0.07	
24	1.65	0.3	1.2	1.67	1	1	0.8	1	1.15	0.9	0.07	
25	8.3	0.28	0.6	2	1.1	1.1	0.8	0.59	1.2	0.95	0.03	
26	7.05	0.35	0.96	1.98	1.1	1.1	0.8	1.1	1.33	0.95	0.1	
27	3	0.2	0.76	1.67	1.11	1.11	1	1.06	1.23	1	0.08	
28	1.58	0.24	0.78	3.1	1.15	1.15	0.9	0.98	1.3	0.99	0.05	
29	8.58	0.24	1.05	2.65	0.96	0.96	0.86	1	1.2	0.8	0.03	
30	7.15	0.25	1.1	3.05	1.07	1.07	0.94	1.1	1.18	0.85	0.07	
31	3.5	0.3	1.05	2.1	1	1	0.78	1.11	1.23	0.95	0.07	
32	2.35	0.25	1.06	3.05	1.1	1.1	0.8	0.5	1.23	0.95	0.1	
33	1.65	0.3	1	2.45	1.11	1.11	0.8	0.75	1.3	0.98	0.07	
34	8.3	0.28	0.98	2.6	1.11	1.11	0.98	0.8	1.33	1	0.1	
35	7.05	0.35	0.79	3	1.15	1.15	0.98	0.98	1.33	0.95	0.04	
36	3	0.2	1	2.15	0.96	0.96	1	1.03	1.35	0.98	0.05	
37	2.05	0.24	1.05	2	1.1	1.1	0.8	1	1.15	0.96	0.07	
38	2.35	0.24	1.06	1.98	1.1	1.1	0.8	1.3	1.19	0.95	0.08	
39	1.65	0.25	1.05	1.67	1.11	1.11	0.98	1.18	1.2	1	0.1	
40	3	0.3	1.05	3.1	1.15	1.15	0.98	0.6	1.23	0.95	0.07	
Totales	175.63	10.63	38.79	98.15	42.86	42.86	34.92	38.26	50.04	37.69	2.73	
Nº. de observaciones	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
Próximo	4.3908	0.2658	0.9698	2.4538	1.0715	1.0715	0.873	0.9565	1.251	0.942	0.06825	
Calificación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Tiempo Normal	4.3908	0.2658	0.9698	2.4538	1.0715	1.0715	0.873	0.9565	1.251	0.942	0.06825	
Tolerancias%	1.11	1.11	1.11	1.11	1.15	1.15	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	
Tiempo Estándar	4.8737	0.295	1.0764	2.7237	1.232225	1.232225	0.96903	1.06172	1.3886	1.036	0.075758	
Nombre del operador:	Wilson Galei	Empleza:					Termina:					Total TE
Hombre	Mujer					PM	AM	17:00 PM				15.96
					8:00 AM	1.232225	0.96903	1.06172	1.3886	1.036	0.075758	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Balance de líneas del proceso de empaque de las cajitas para memoria actual**

Operación	T_E(min)	T_{EP}(min) (Operación que requiere mayor tiempo)	Constante	T_{Teórico}(min) (T _E *Conste)	T_{Real}(min)	Operación más lenta (min) (T _E / T _{REAL})
Separar parte troquelada de las cajitas	4,87	4,87	0,201	0,98	1,00	4,87
Unir por docena las cajitas antes de empacarlas	0,30	4,87	0,201	0,06	0,06	5,00
Empacar por medio ciento las cajitas	1,08	4,87	0,201	0,22	0,22	4,91
Sellar empaque	2,72	4,87	0,201	0,55	0,60	4,53
Transportar las cajitas empacadas a bodega de producto en proceso	1,23	4,87	0,201	0,25	0,30	4,10
Transportar las cajitas de otro diseño de bodega de producto en proceso a empaque	1,23	4,87	0,201	0,25	0,30	4,10
Abrir empaque y sacar las cajitas con otro diseño	0,97	4,87	0,201	0,19	0,20	4,85
Aplicar goma a las cajitas	1,06	4,87	0,201	0,21	0,21	5,05
Pegar las cajitas	1,39	4,87	0,201	0,28	0,30	4,63
Inspección de cajitas	1,07	4,87	0,201	0,22	0,22	4,86
Doblar un extremo de las cajitas	0,08	4,87	0,201	0,02	0,02	4,00
TOTAL	14,77	53,57				

Fuente: elaboración propia.

2.2.4.4.1. Eficiencia de la línea

La eficiencia de la línea es la capacidad que se tiene para cumplir adecuadamente el proceso de cajitas para memoria; a continuación se detalla el procedimiento para el cálculo de la misma.

$$\text{Sumatoria del } T_E / \text{Sumatoria del } T_{EP} = \frac{14,77\text{min}}{53,57\text{min}} = 0,28 * 100 = 28 \%$$

Para el cálculo del tiempo teórico y real se procede a obtener la constante, donde el tiempo efectivo diario es: 9 horas - 1 hora de almuerzo quedando como resultado 8 horas al día, con una producción diaria de 27 paquetes y 0,28 que corresponde a la eficiencia de la línea, calculada anteriormente.

$$\text{Constante} = \frac{27\text{paquetes}}{(8\text{horas} * 60\text{min} * 0,28)} = 0,201$$

Finalmente para obtener la estación más lenta se procede a operar el tiempo estándar dividido el tiempo real.

2.2.4.4.2. Ritmo de producción

Es el ritmo de la línea en un tiempo determinado en el caso de las cajitas para memoria el ritmo de producción por cada 27 paquetes de memoria (producción diaria); se calcula de la siguiente manera.

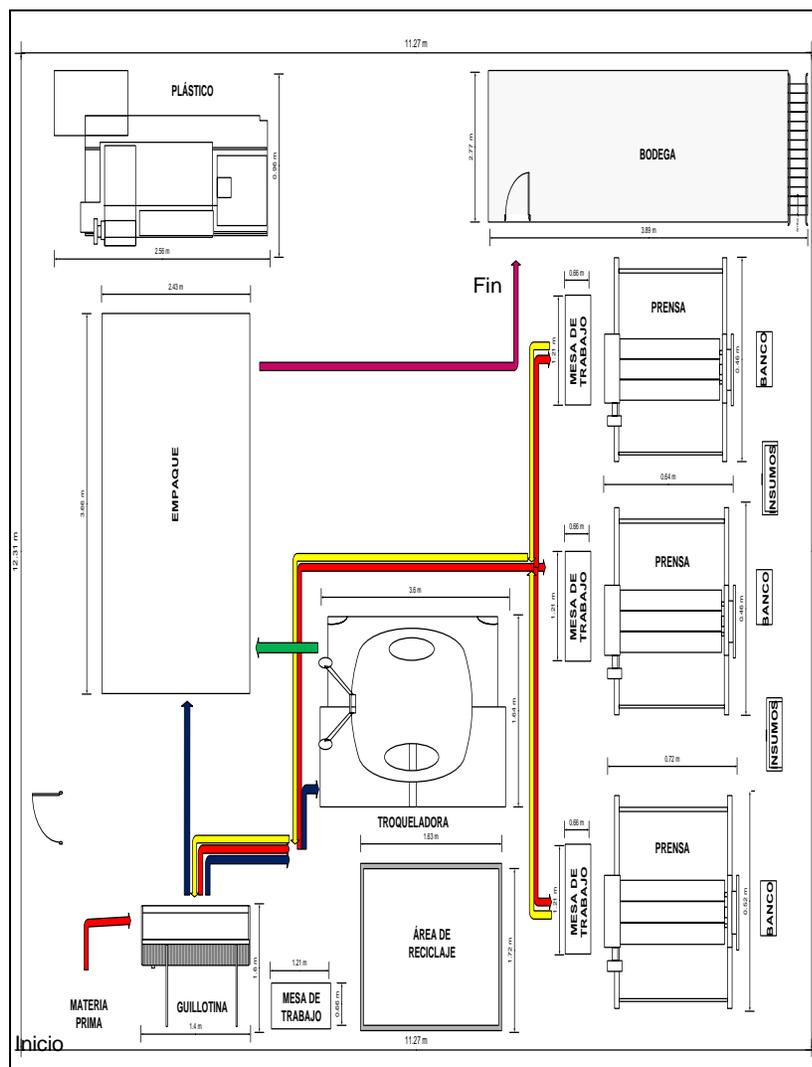
$$\text{Ritmo de producción} = \frac{(8\text{horas} * 60\text{min})}{5,05\text{min}} = 95,050 \text{ min}$$

Ritmo de producción diario por cada 27 paquetes: 2 horas

2.2.5. Distribución de la maquinaria

La distribución que se muestra en la figura 13 es la distribución actual de la maquinaria, donde el recorrido se realiza con base en el proceso de empaque de los productos de bolsas de regalo, memoria y cajitas para memoria.

Figura 13. Diagrama de la distribución de maquinaria actual



Fuente: elaboración propia.

2.2.6. Estudio de métodos

Es una técnica importante del estudio del trabajo que se basa en el registro y examen crítico y sistemático de la metodología existente y proyectada, utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación.

2.2.6.1. Tiempos productivos e improductivos

El tiempo productivo corresponde al ritmo de producción de los procesos de empaque de bolsas de regalo, memoria y cajitas para memoria. Mientras el tiempo improductivo corresponde a la diferencia entre la jornada laboral (9 horas) y el ritmo de producción de cada uno de los procesos de empaque en estudio, distribuidos de la siguiente manera en la tabla XXII.

Tabla XXII. **Tiempos productivos e improductivos diarios**

Proceso de empaque	Tiempo productivo (min)	Tiempo improductivo (min)
Bolsas de regalo	416	124
Memoria	284	256
Cajitas para memoria	226	314

Fuente: elaboración propia.

2.2.6.2. Recurso humano

Actualmente son 18 personas quienes integran el recurso humano, están distribuidos de la siguiente manera según consta en la tabla XXIII.

Tabla XXIII. **Distribución de operarios actual**

Contabilidad	Despacho	Diseño	Prensa	Encargada de producción
2	4	2	1	y la
Troquel	Guillotina	Empaque	Plásticos	Bodega
1	1	5	1	1

Fuente: elaboración propia.

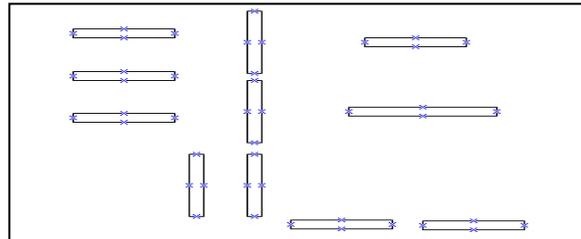
2.2.6.3. Condiciones laborales

En el análisis se observó que las condiciones de iluminación, ventilación y ruido son deficientes. Por lo que fue necesario realizar mediciones para conocer la situación de la empresa.

2.2.6.3.1. Iluminación

Para determinar la distribución de las lámparas no fue necesario realizar medición, debido a que se describe como se encuentran actualmente ubicadas en el área de producción, que es donde se ubica también la estación de empaque; dicha área no cuenta iluminación natural. A continuación se presenta la distribución de las luminarias.

Figura 14. **Distribución actual de luminarias**



Fuente: elaboración propia.

2.2.6.3.2. Ventilación

La ventilación adecuada es importante para renovar el aire y hacerlo circular, esto con la finalidad de no provocar incomodidad a los empleados, derivado de olores desagradables, altas temperaturas consecuencia de la época de verano o por la emanación de calor que puede generar la maquinaria.

Actualmente el área de producción y de empaque cuenta con un ducto de ventilación, sin embargo, no es suficiente para renovar el aire y hacerlo circular adecuadamente. Lo que ocasiona incomodidad en los empleados, disminuyendo el desempeño en sus actividades. En la figura 15 se presenta una fotografía del área de producción en la que se observa la falta de ventilación.

Figura 15. **Área de producción**



Fuente: Imprenta El Camino.

2.2.6.3.3. Ruido

El ruido es un sonido desagradable al oído, el cual afecta el desempeño en cualquier actividad. Durante el proceso de análisis se pudo observar la falta de un estudio de medición del ruido con la finalidad de determinar los decibeles a los que están expuestos los empleados. En las tablas XXIV y XXV se presenta el análisis del nivel de ruido, y los cálculos correspondientes, usando la escala para combinar decibeles y un decibelímetro.

Tabla XXIV. **Escala para combinar decibeles**

Diferencia entre dos niveles de decibeles por sumar (dB)	Cantidad por agregar al nivel mayor para obtener la suma de decibeles (dB)
0	3,0
1	2,6
2	2,1
3	1,8
4	1,4
5	1,2
6	1,0
7	0,8
8	0,6
9	0,5
10	0,4
11	0,3
12	0,2

Fuente: Seguridad e higiene industrial.

Tabla XXV. **Decibeles producidos por las máquinas**

Máquina	Cantidad	Decibeles
Prensa	3	81
Plásticos	1	79
Guillotina	1	75
Troqueladora	1	74

Fuente: elaboración propia.

Procedimiento:

- Combinación de las prensas = $3(81-81)$ dB = 0 dB según tabla = 0 = 3,0 Db.

- Sonido combinado = $(81 + 3) \text{ dB} = 84 \text{ dB}$.
 - Combinación de las prensas y plásticos = $(84-79) \text{ dB} = 5 \text{ dB}$.
 - Según tabla = 5 = 1,2 db.

- Sonido combinado = $(84 + 1,2) \text{ dB} = 85,2 \text{ dB}$.
 - Combinación de las prensas, plásticos y guillotina = $(85,2-75) \text{ dB} = 10,2 \text{ dB}$, según tabla = 10,2 aproximadamente 10 = 0,4 dB.

- Sonido combinado = $(85,2 + 0,4) \text{ dB} = 85,6 \text{ dB}$.
 - Combinación de las prensas, plásticos, guillotina y troqueladora = $(85,6-74) \text{ dB} = 11,6 \text{ dB}$, según tabla = 11,6 aproximadamente 12 = 0,2 dB.

- Sonido combinado = $(85,6 + 0,2) \text{ dB} = 85,8$ aproximadamente 86 dB.

El nivel de exposición al que permanecen los trabajadores es de 86 dB diario. Para un nivel de 86 dB el tiempo de exposición máximo es de 13,9 horas al día, según el límite de exposición permitido (LEP) de la OSHA.

Los efectos en la salud del trabajador expuesto al ruido son los siguientes:

- Un sonido de 70 dB produce efectos psicológicos negativos en tareas que requieren concentración y atención.
- Un sonido entre 80 dB y 90 dB produce reacciones de estrés, cansancio y alteraciones del sueño.

- Los ruidos entre 100 dB y 110 dB, denominado umbral tóxico, producen lesiones del oído medio.
- Los ruidos superiores a los 120 dB entran en el denominado umbral del dolor, producen sensación de dolor en el oído humano.

2.2.7. Optimización

La optimización consiste en mejorar variables de tiempo, espacio, condiciones laborales y de recursos materiales y humanos, con el fin de renovar los procesos de empaque de bolsas de regalo, memoria y cajitas para memoria, aumentando la eficiencia.

2.2.7.1. Proceso de empaque de bolsas de regalo

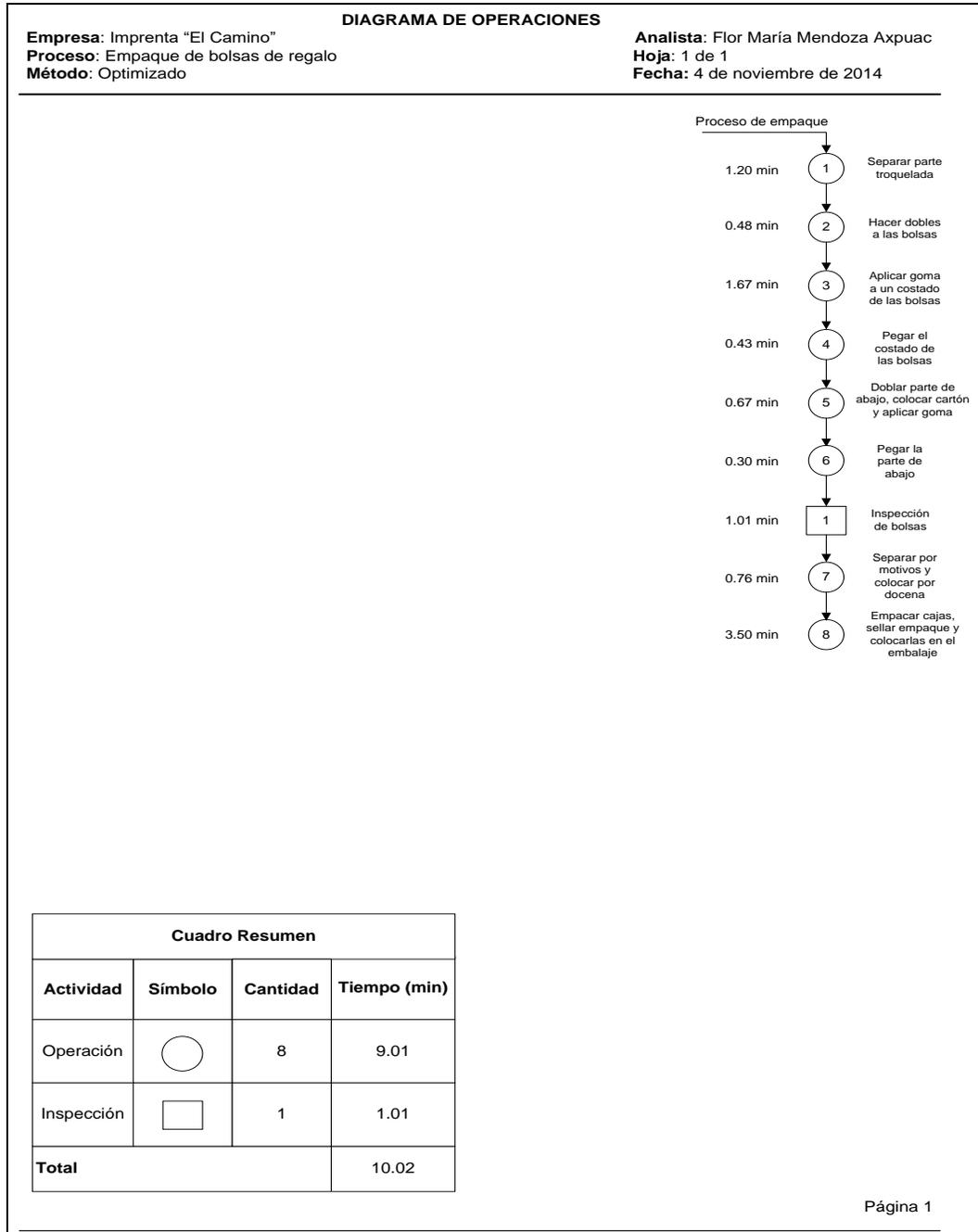
Después de realizar el estudio de tiempos correspondiente al proceso de empaque, el tiempo estándar que se determinó durante dicho estudio es el que se aplicará para realizar las mejoras en el diagrama de operaciones y de flujo de operaciones.

Tabla XXVI. **Proceso de empaque**

No.	Operaciones actuales	No.	Operaciones propuestas
1	Separar parte troquelada	1	Separar parte troquelada
2	Hacer dobles a las bolsas	2	Hacer dobles a las bolsas
3	Aplicar goma a un costado de las bolsas	3	Aplicar goma a un costado de las bolsas
4	Pegar el costado de las bolsas	4	Pegar el costado de las bolsas
5	Doblar parte de abajo	5	Doblar parte de abajo, colocar cartón y aplicar goma
6	Colocar cartón en la parte de abajo	6	Pegar la parte de abajo
7	Aplicar goma en la parte de debajo	7	Inspección de las bolsas
8	Pegar la parte de abajo	8	Separar por motivos y colocar por docena
9	Inspección de las bolsas	9	Empacar, sellar empaque y colocar en el embalaje
10	Separar por diseños	10	Transportar el embalaje a bodega de producto terminado
11	Colocar por docena las bolsas		
12	Empacar las bolsas		Operaciones combinadas
13	Sellar empaque		
14	Colocar las docenas de bolsas en el embalaje		
15	Transportar el embalaje a bodega de producto terminado		

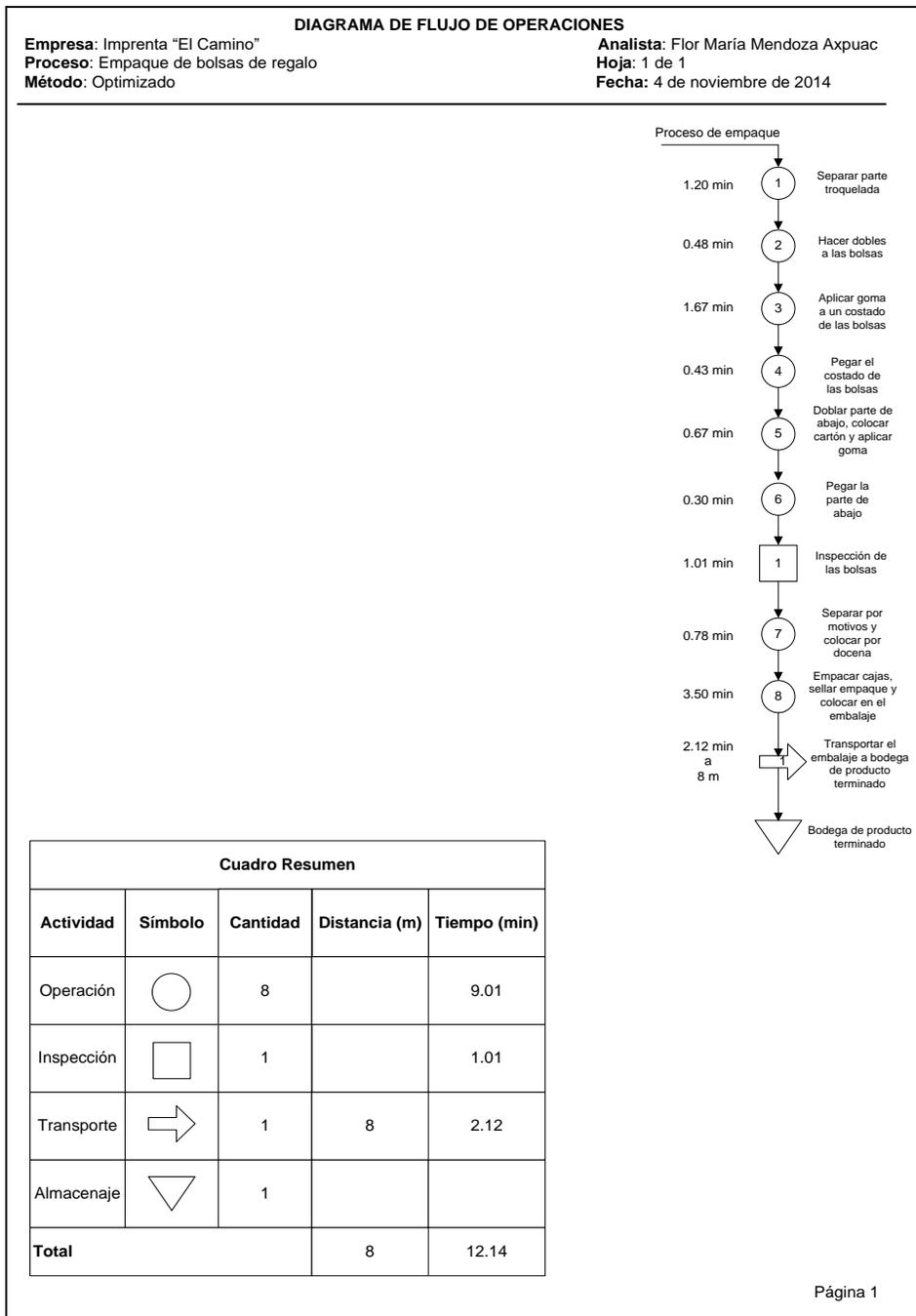
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Diagrama de operaciones del proceso de empaque de bolsas de regalo propuesto



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de empaque de bolsas de regalo propuesto



Fuente: elaboración propia.

2.2.7.1.1. Balance de líneas

Se utiliza para determinar la eficiencia del proceso de empaque de bolsas de regalo; tomando en cuenta el tiempo estándar (T_E) y el tiempo estándar permitido (T_{EP}) es el valor de la operación que requiere más tiempo del T_E .

Tabla XXVII. **Balance de líneas del proceso de empaque de bolsas de regalo propuesto**

Operación	$T_{E(\text{min})}$	$T_{EP(\text{min})}$
Separar parte troquelada	1,20	3,50
Hacer dobles a las bolsas	0,48	3,50
Aplicar goma a un costado de las bolsas	1,67	3,50
Pegar el costado de las bolsas	0,43	3,50
Doblar parte de abajo, colocar cartón y aplicar goma	0,67	3,50
Pegar la parte de abajo	0,30	3,50
Inspección de las bolsas	1,01	3,50
Separar por motivos y colocar por docena	0,78	3,50
Empacar, sellar empaque y colocar en el embalaje	3,50	3,50
Transportar el embalaje a bodega de producto terminado	2,12	3,50
Total	12,14	35,00

Fuente: elaboración propia.

- Eficiencia de la línea: la eficiencia de la línea es la capacidad que se tiene para cumplir adecuadamente el proceso, a continuación se detalla el procedimiento para el cálculo de la misma.

$$\text{Sumatoria del } T_E / \text{Sumatoria del } T_{EP} = \frac{12,14}{35} = 0,35 * 100 = 35 \%$$

2.2.7.2. Proceso de empaque de memoria y cajitas

Después de realizar el estudio de tiempos correspondiente al proceso de empaque, el tiempo estándar que se determinó durante dicho estudio, es el que se aplicará para realizar las mejoras en el diagrama de operaciones y de flujo de operaciones.

Tabla XXVIII. Proceso de empaque de memoria y cajitas

No.	Operaciones actuales de memoria	No.	Operaciones actuales de cajitas para memoria
1	Separar de dos en dos las tiras		Separar parte troquelada de las cajitas
2	Conteo de tiras por ciento		Unir por docena las cajitas con tiras de papel
3	Medición de tiras		Empacar por medio ciento las cajitas
4	Unir ciento de tiras de memoria con tiras de papel antes de empacarlas		Sellar empaque
5	Empacar por millar las tiras		Transportar las cajitas empacadas a bodega de producto en proceso
6	Sellar empaque		Transportar las cajitas de otro diseño de bodega de producto en proceso a empaque
7	Colocar las tiras de memoria en el área de tiras de memoria		Abrir empaque y sacar las cajitas con otro diseño
8	Sacar otro diseño de memoria		Aplicar goma a las cajitas
9	Abrir el empaque y sacar las tiras de la memoria		Pegar las cajitas
10	Guardar la memoria en las cajitas		Inspección de cajitas
11	Inspección de las cajitas con la memoria		Doblar un extremo de las cajitas

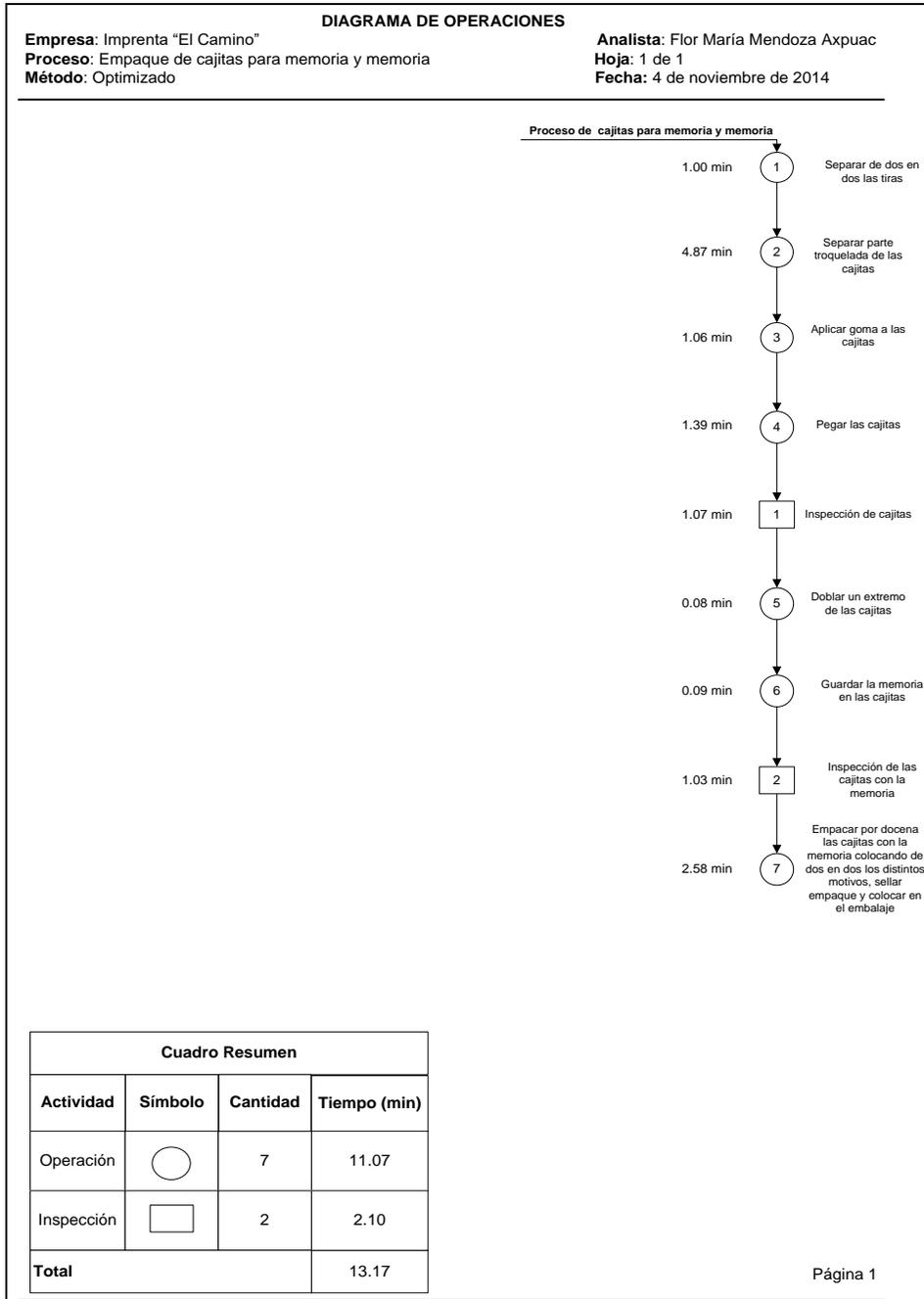
Continuación de la tabla XXVIII.

12	Empacar por docena las cajitas con la memoria colocando de dos en dos los distintos diseños		
13	Sellar empaque		
14	Colocar en el embalaje los paquetes de memoria		
15	Transportar el embalaje a bodega de producto terminado.		

No.	Operaciones propuestas	
1	Separar de dos en dos las tiras	Operaciones combinadas
2	Separar parte troquelada de las cajitas	
3	Aplicar goma a las cajitas	
4	Pegar las cajitas	
5	Inspección de cajitas	
6	Doblar un extremo de las cajitas	Operaciones eliminadas
7	Guardar la memoria en las cajitas	
8	Inspección de las cajitas con la memoria	
9	Empacar por docena las cajitas con la memoria colocando de dos en dos los distintos motivos; sellar empaque y colocar en el embalaje	
10	Transportar el embalaje a bodega de producto terminado.	

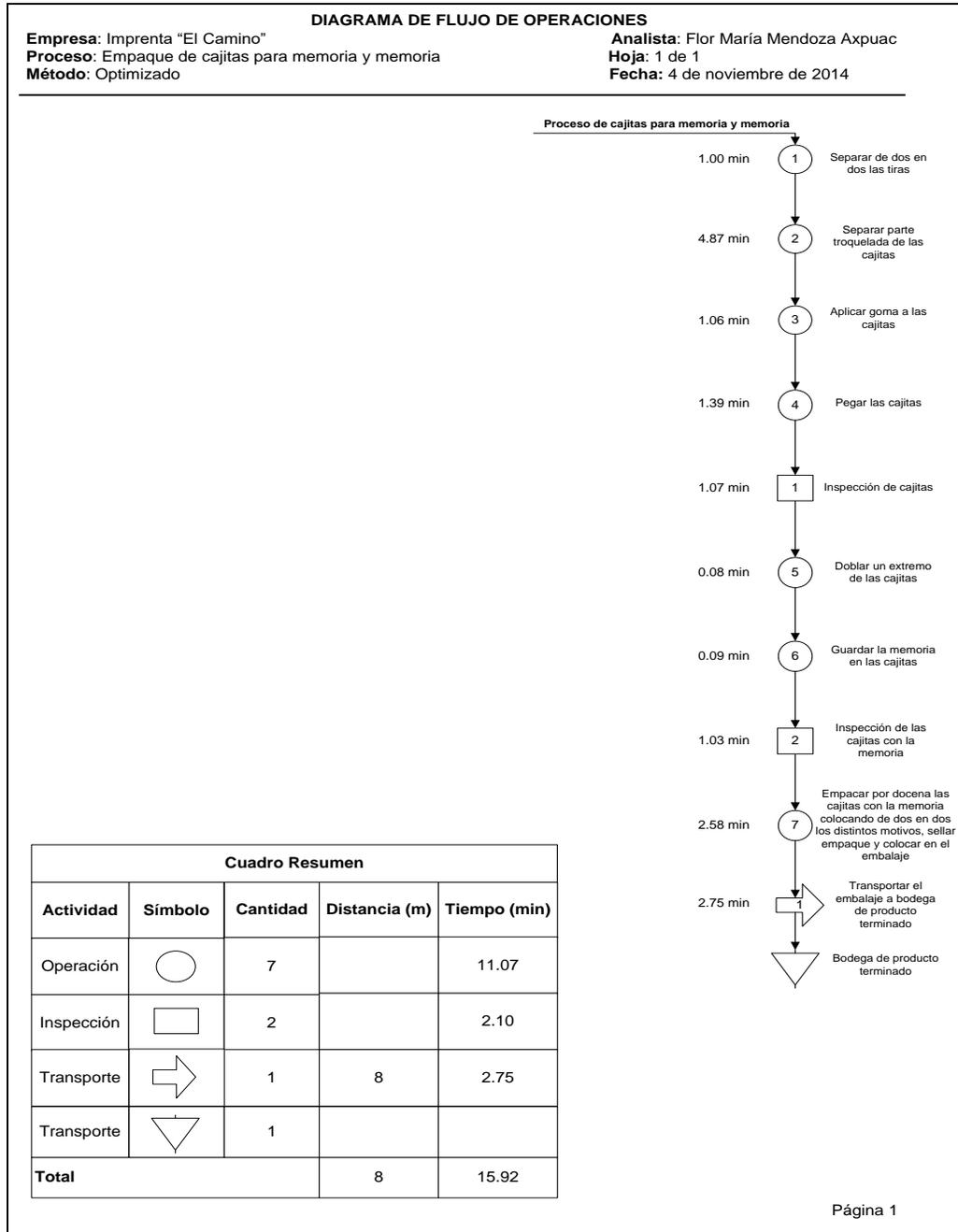
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Diagrama de operaciones del proceso de empaque de memoria y cajitas para memoria propuesto



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de empaque de memoria y cajitas para memoria propuesto



Fuente: elaboración propia.

2.2.7.2.1. Balance de líneas

Se utiliza para determinar la eficiencia del proceso de empaque de cajitas para memoria y memoria, tomando en cuenta el tiempo estándar (T_E) y el tiempo estándar permitido (T_{EP}) es el valor de la operación que requiere más tiempo.

Tabla XXIX. **Balance de líneas del proceso de empaque de cajitas para memoria y memoria propuesto**

Operación	$T_{E(\text{min})}$	$T_{EP(\text{min})}$
Separar de dos en dos las tiras	1,00	4,87
Separar parte troquelada de las cajitas	4,87	4,87
Aplicar goma a las cajitas	1,06	4,87
Pegar las cajitas	1,39	4,87
Inspección de cajitas	1,07	4,87
Doblar un extremo de las cajitas	0,08	4,87
Guardar la memoria en las cajitas	0,09	4,87
Inspección de las cajitas con la memoria	1,03	4,87
Empacar por docena las cajitas con la memoria colocando de dos en dos los distintos motivos, sellar empaque y colocar en el embalaje	2,58	4,87
Transportar el embalaje a bodega de producto terminado	2,75	4,87
Total	15,92	48,70

Fuente: elaboración propia.

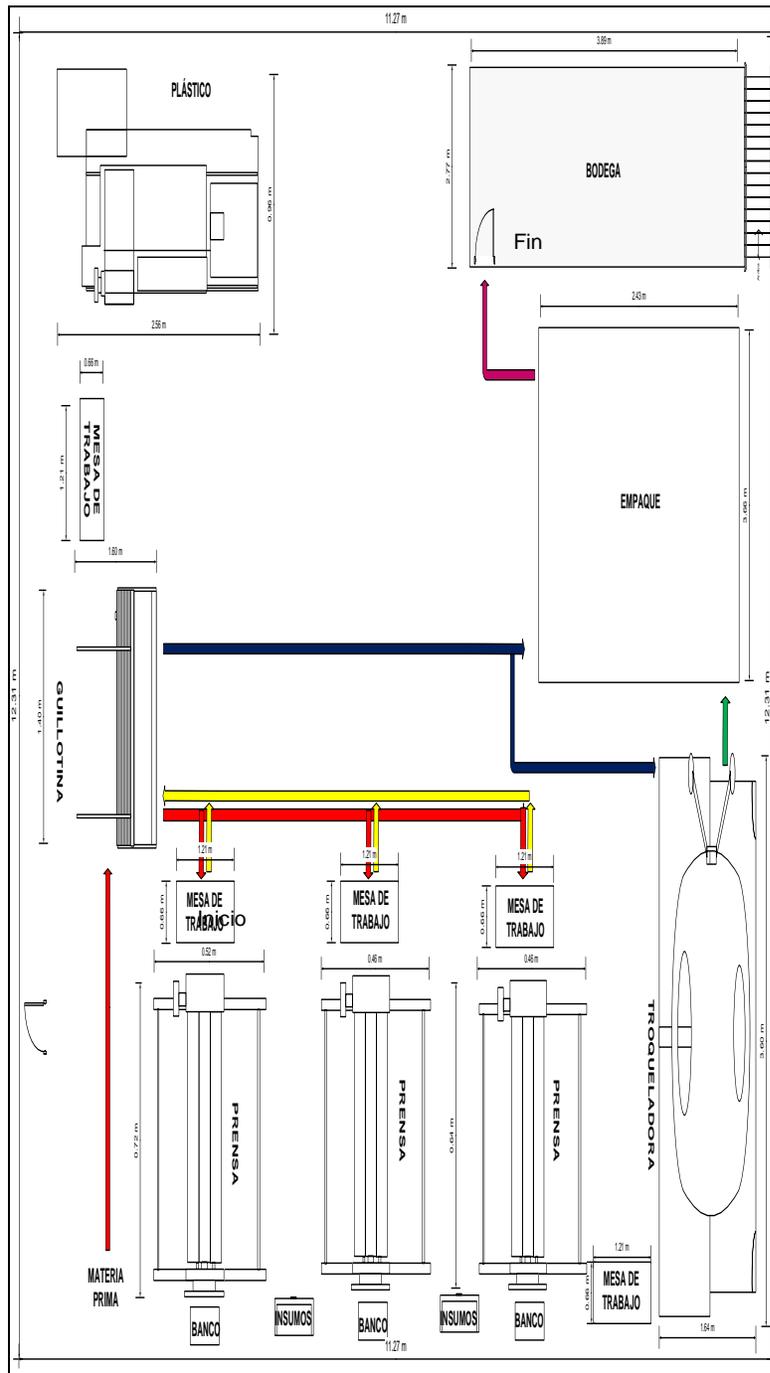
- Eficiencia de la línea: es la capacidad que se tiene para cumplir adecuadamente el proceso; a continuación se detalla el procedimiento para el cálculo de la misma.

$$\text{Sumatoria del } T_E / \text{Sumatoria del } T_{EP} = \frac{15,92}{48,70} = 0,33 * 100 = 33 \%$$

2.2.8. Distribución de la maquinaria

Para obtener la distribución propuesta se utilizó el método por proceso, porque los productos requieren la misma maquinaria y por el volumen que se produce esto se describe en la figura 20.

Figura 20. Diagrama de la distribución de maquinaria propuesto



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.2.9. Estudio de métodos

Es una técnica importante del estudio del trabajo, que se basa en el registro y examen crítico y sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación. A continuación se presentan las propuestas correspondientes para llevar a cabo las mejoras.

2.2.9.1. Tiempos productivos e improductivos

Estos tiempos corresponden al proceso de empaque de bolsas de regalo, memoria y cajitas para memoria, donde el tiempo productivo es en el que se realizan las actividades y el improductivo es cuando se cubren las necesidades personales, cuando se dan instrucciones y por movimientos de un área a otra.

Tabla XXX. **Tiempos productivos e improductivos propuestos**

Proceso de empaque	Tiempo productivo (min)	Tiempo improductivo (min)
Bolsas de regalo	400	80
Memoria	400	80
Cajitas para memoria	400	80

Fuente: elaboración propia.

2.2.9.2. Recurso humano

Aplicando el nuevo método se requiere aumentar 2 personas en el área de empaque; esto con la finalidad de eliminar las horas extras (costo de mano de obra actual, incluyendo horas extras Q19 870,00) y reducir el costo de mano de

obra (costo de mano de obra eliminando horas extras Q16 268,00), quedando la nueva distribución de la siguiente manera.

Tabla XXXI. **Distribución de operarios propuesta**

Contabilidad	Despacho	Diseño	Prensa	Encargada de producción y bodega
2	4	2	1	
Troquel	Guillotina	Empaque	Plásticos	
1	1	7	1	1

Fuente: elaboración propia.

2.2.9.3. Condiciones laborales

A continuación se presentan las mejoras hechas en las condiciones laborales referentes a iluminación, ventilación y ruido, con lo que se pretende mejorar también el desempeño de los empleados.

2.2.9.3.1. Iluminación

Para mejorar esta condición y hacerla más eficiente fue necesario realizar un estudio de luminarias para diseñar la nueva distribución, así como un estudio de techos para determinar cuántas láminas transparentes se necesitan y contribuir al ahorro de energía eléctrica.

En la tabla XXXII y XXXIII se presenta el estudio de luminarias, utilizando el método de cavidad zona.

Tabla XXXII. **Descripción de datos para el estudio de luminarias**

Actividad	Trabajo medio
Techo	Gris
Paredes	Color pálido
Piso	Marrón claro
Altura piso-mesa	0,96 m
Altura mesa-lámpara	1,37 m
Altura lámpara-cielo	1,48 m
Ancho	11,27 m
Alto	3,80 m
Largo	12,31 m
Difusor	Tipo C
FM	Regular
Edad	18-30 años
Exactitud	Importante

Fuente: elaboración propia.

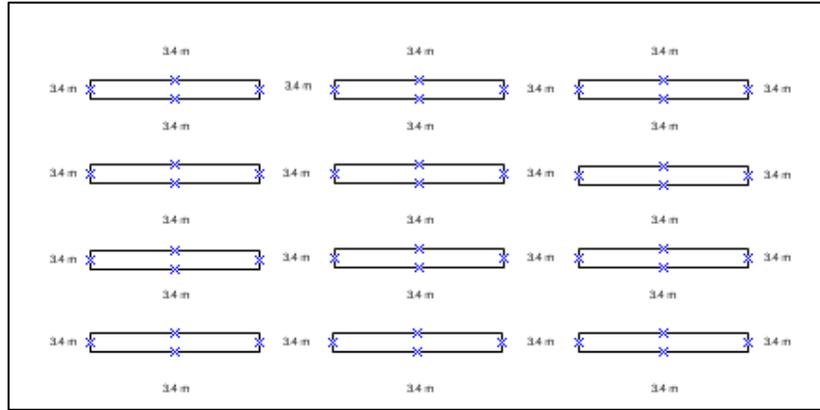
Tabla XXXIII. Procedimiento del estudio de luminarias

<p>Coefficiente de reflexión:</p> <p>$P_c =$ gris 40 %</p> <p>$P_p =$ color claro 65 %</p> <p>$P_f =$ marrón claro <u>50 %</u></p> <p>Promedio 51,6 %</p> <p>Categoría: Taller según tablas E</p> <p>Factores de peso: $-1 + 0 + 0 = -1$</p> <p>Valor medio: según tablas 750 lux</p> <p>Tipo de alumbrado: Tipo C</p> <p>Relaciones de cavidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cavidad ambiente <p>$R_{ca} = (5 * 1,37 * (12,31 + 11,27)) / (12,31 * 11,27)$ $= 1,1643$</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cavidad cielo <p>$R_{cc} = 1,2577$</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cavidad piso <p>$R_{cp} = 0,8158$</p> <p>Reflexión efectiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cavidad cielo <p>$P_{cc} = 45$</p> <ul style="list-style-type: none"> • Factor de corrección <p>$K = 0,91507$</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cavidad piso <p>$P_{cp} = 46,842$</p> <p>$K^* = 0,9151 * 1,0484 = 0,9594$</p>	<p>Flujo luminoso total:</p> <p>$\Phi_t = E * A / K * FM$</p> <p>$\Phi_t = (750 * 138,7337) / (0,9594 * 0,65) =$ 166854,18 lúmenes</p> <p>Espaciamiento máximo entre luminarias:</p> <p>$EM = 1,37 * 2,5 = 3,4$ m</p> <p>Cantidad de luminarias necesarias:</p> <p>No. de luminarias ancho: $11,27 / 3,4$ aproximadamente 3</p> <p>No. de luminarias largo: $12,31 / 3,4$ aproximadamente 4</p> <p>Total de luminarias: $3 * 4 = 12$</p> <p>Flujo luminoso por luminaria:</p> <p>$\Phi_L = \Phi_t / \text{Núm. de luminarias}$</p> <p>$\Phi_L = 166854,18 / 12 = 13904,5$ lúmenes/luminarias</p> <p>Elección de luminarias:</p> <p>Vida útil: 12 000 horas 75 watts</p> <p>Lúmenes iniciales: 6 300 vida útil: 84</p> <p>Número de lámparas por luminaria:</p> <p>No. lámparas/luminaria = $\Phi_L / \text{lúmenes de la lámpara}$</p> <p>No. lámparas/luminaria = $13904,5 / 6\ 300 = 2,2$ aproximadamente 2 lámparas por luminaria.</p>
---	---

Fuente: elaboración propia.

Después de realizar el estudio de iluminación se determinó la distribución de luminarias, la cual se presenta en la figura 21.

Figura 21. **Distribución de luminarias propuesta**



Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXIV se presenta el estudio de techo para determinar la cantidad de láminas transparentes y metálicas a utilizar.

Tabla XXXIV. **Procedimiento del estudio de techo**

<p>Ancho: 11,27 m</p> <p>Largo: 12,31 m</p> <p>Altura: 3,8 m</p> <p>Coseno 15° = 6,16 m/x = 6,38 m</p> <p>Coseno 15° = 2'/y = 2,07'</p> <p>$z = (6,38m * 3,81') + 2,07' + 4' = 30,38'$</p> <p>$A_1 = (11,27m * 3,81') * 30,38' = 1304,48'^2$</p>	<p>$A_2 = 2 * 1\ 304,48' = 2\ 608,96'^2$</p> <p>$h = 10' - 4''/12' = 9,67'$</p> <p>$b = (32'' + 4'')/12' = 3'$</p> <p>$A = 29,01'^2$</p> <p>Núm. de láminas = $2\ 608,96'^2 / 29,01'^2$</p> <p>Núm. de láminas = 89,93 aprox. 90</p> <p>Factor de multiplicación = $9,67/30,38 = 0,32$</p>
---	---

Fuente: elaboración propia

Después de realizar el estudio de techos se determinó la cantidad de láminas transparentes y metálicas que se debe colocar para que la iluminación mejore y contribuir así con el ahorro de energía eléctrica.

Tabla XXXV. **Cantidad de láminas transparentes y metálicas**

Láminas transparentes	Láminas metálicas
29	61

Fuente: elaboración propia.

2.2.9.3.2. Ventilación

Para mejorar esta condición se tienen que colocar dos extractores eólicos industriales de 12” en el techo debido a que no se puede colocar ventanas. Las ventajas que brindan estos extractores son:

- Renovación del aire
- Reducen la humedad del interior
- No consumen energía eléctrica
- No producen ruidos
- No requieren mantenimiento
- Son adaptables a cualquier techo

Figura 22. **Extractor eólico industrial**



Fuente: Imprenta El Camino.

2.2.9.3.3. Ruido

Según el análisis se determinó que es recomendable usar protección auditiva como los tapones reutilizables que están fabricados de material flexible, de forma cónica para adaptarse al oído sin tener que moldearlos, tienen un cordón para impedir su pérdida, son reutilizables, cómodos, higiénicos y económicos. Otro equipo recomendado son las orejeras, que consisten en carcasas rellenas de un material absorbente y con almohadillas blandas que hacen de sello alrededor del pabellón auditivo para minimizar el ruido. Son de fácil uso y de alto nivel de protección.

Figura 23. **Equipo de protección auditiva**

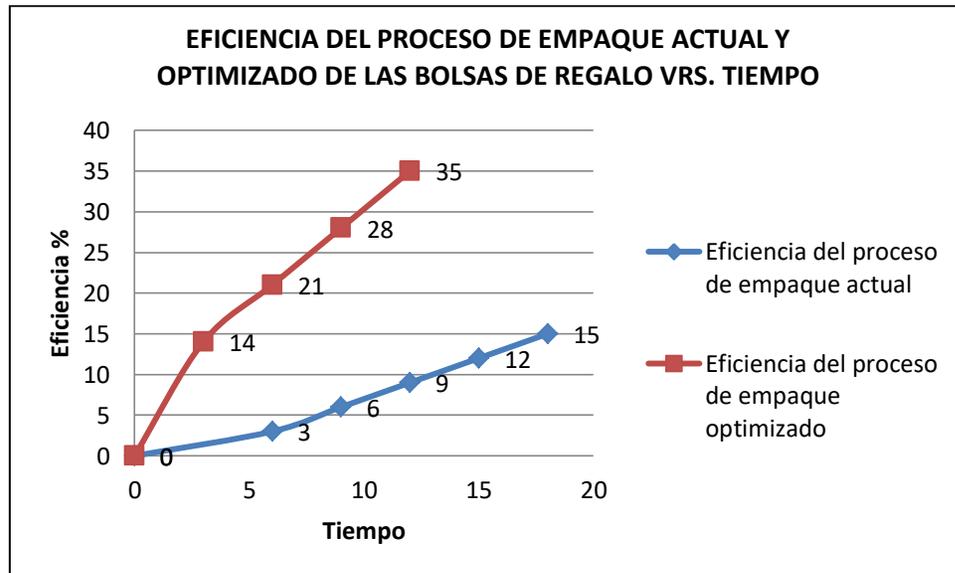


Fuente: Imprenta El Camino.

2.2.10. **Evaluación final**

Se presentan las figuras 24 y 25 y la interpretación de estas, donde se muestran los resultados de la optimización del proceso de empaque de bolsas de regalo, memoria y cajitas para memoria, tomando en cuenta la eficiencia del ambos procesos, actual y propuesto.

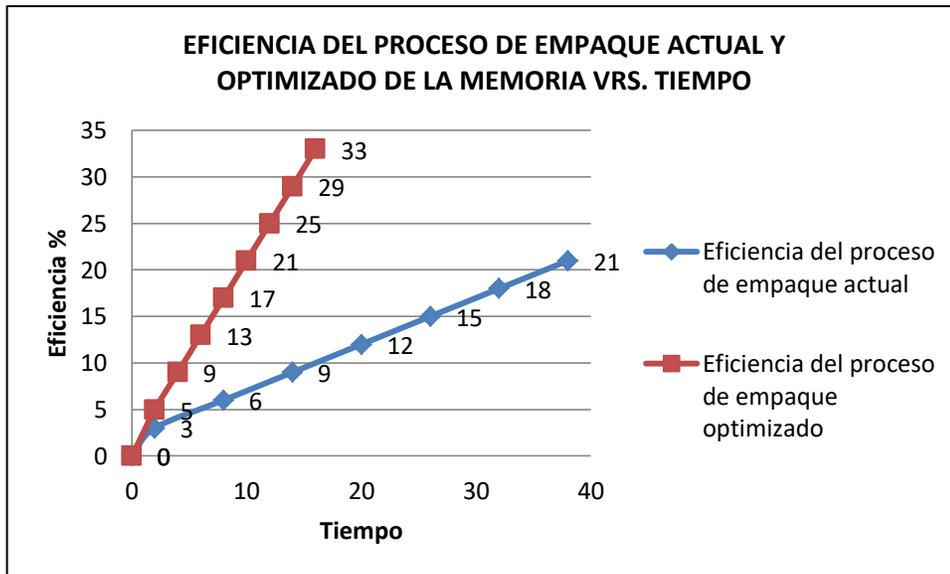
Figura 24. **Eficiencia del proceso de empaque actual y propuesto de bolsas de regalo**



Fuente: Imprenta El Camino.

- Interpretación: la relación entre la eficiencia y el tiempo es inversamente proporcional, es decir, cuanto menor sea el tiempo la eficiencia será mayor. Por lo que se puede observar que la eficiencia del proceso de empaque optimizado aumentó 20 % respecto a la del proceso de empaque actual (15 %), logrando disminuir el tiempo del proceso actual.
-

Figura 25. **Eficiencia del proceso de empaque actual y propuesto de memoria y cajitas para memoria**



Fuente: elaboración propia.

- Interpretación: la relación de la eficiencia y el tiempo es inversamente proporcional, es decir, cuanto menor sea el tiempo la eficiencia será mayor. Por lo que se puede observar que la eficiencia del proceso de empaque optimizado aumentó 12 % respecto a la eficiencia del proceso de empaque actual (21 %), logrando una disminución del tiempo del proceso actual.

2.2.11. Sistema de control de inventario de producto terminado

El sistema de control de inventario se empleará para mantener alta la productividad en las operaciones que corresponden al inventario de producto terminado y se aplicará a productos no troquelados como láminas, papel de regalo y hojas románticas, así como a productos troquelados como los *stickers*.

El modelo sugerido es el de la cantidad económica de pedido (EOQ por sus siglas en inglés) sin faltante, es un modelo de uso común de un sistema de revisión de inventario continuo. Entre las ventajas del modelo se encuentran: minimiza el almacenamiento y los costos de mantenimiento, proporciona números específicos respecto de la cantidad de inventario para mantener, cuándo volver a ordenar y cuántos elementos se deben ordenar.

Para hacer que funcione este modelo es necesario conocer la demanda de cada producto; esta debe ser lo más constante e independiente de otro tipo de actividades, asimismo, no deben existir descuentos por volumen en los pedidos. El tiempo de reposición de inventario es 0, es decir, que no se pueden agotar las existencias del inventario y la frecuencia del tiempo de reposición del inventario es constante y no varía en el tiempo, es decir, siempre se repone cada tiempo establecido.

A continuación se presenta el procedimiento para determinar lo correspondiente al manejo de inventario de los productos no troquelados y troquelados.

2.2.11.1. Productos no troquelados

Para determinar el manejo de inventario de los productos no troquelados, como láminas, láminas dobles, papel de regalo y hojas románticas, se calcularon los siguientes datos:

- Rotación de inventario: número de veces que, en promedio, una mercancía almacenada se reemplaza durante un período específico.

$$\text{Rotación de inventarios} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Existencias}}$$

Tabla XXXVI.

Rotación de Inventarios de productos no troquelados

Productos no troquelados												
Año: 2013	Láminas		Láminas dobles		Papel de regalo		Hojas románticas					
	Salidas	Existencias	Salidas	Existencias	Salidas	Existencias	Salidas	Existencias	Salidas	Existencias	Salidas	Existencias
Enero	127 845	1 043 285	895	4 105	65	480	146	3 374				
Febrero	139 938	903 347	845	3 260	80	400	539	2 835				
Marzo	83 743	819 604	525	2 735	58	343	606	2 229				
Abril	133 165	686 439	881	1 854	45	298	429	1 800				
Mayo	130 091	556 348	650	1 204	29	269	266	1 524				
Junio	112 245	444 103	311	893	71	198	216	1 318				
Julio	174 497	465 606	677	216	58	140	90	3 948				
Agosto	108 277	561 329	998	3 218	44	96	173	3 775				
Septiembre	37 610	523 719	235	2 983	42	285	29	3 746				
Octubre	3 385	520 334	60	2 923	111	174	54	3 692				
Noviembre	845	519 489	0	2 923	127	47	171	3 521				
Diciembre	3 705	962 792	45	2 878	25	422	24	3 497				
Total	1 055 346	8 006 395	6 122	2 9192	755	3 152	2743	35 259				
Rotación	0,13		0,21		0,24		0,08					

Fuente: Imprenta El Camino.

Para mejor control se utilizó el inventario determinístico EOQ sin faltante. Donde la demanda por año, los costos unitarios, orden y almacenamiento, así como la producción anual se describen en la tabla XXXVII.

Tabla XXXVII. **Modelo del tamaño del lote de productos no troquelados**

Productos no troquelados				
	Láminas	Láminas dobles	Papel de regalo	Hojas románticas
Demanda anual (D): corresponde a las salidas anuales de cada producto.	1 055 346	6 122	755	2 743
Costo unitario (C ₁): corresponde al costo de venta de cada uno de los productos.	Q 0,35	Q 0,70	Q 0,80	Q 0,32
Costo de ordenar (C ₂): incluye los costos de mano de obra, combustible, contabilidad e impuestos.	Q 0,05	Q 4,20	Q 32,75	Q 8,75
Costo de almacenamiento (C ₃): incluye los costos de alquiler, mano de obra, útiles (cajas, bolsas, <i>type</i> y cinta adhesiva) usados para almacenar el producto y energía eléctrica.	Q 0,002	Q 0,35	Q 3,40	Q 0,30
Producción anual (P): corresponde a la sumatoria de las salidas y existencias.	9 061 741	35 314	3 907	38 002

Fuente: elaboración propia.

Para determinar la cantidad óptima, el tiempo entre cada pedido, el nivel de reorden, el inventario máximo y el costo total se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Cantidad óptima (Q*)}: \sqrt{\frac{2C_2D}{C_3(1-\frac{D}{P})}}$$

$$T: \frac{Q^*}{D}$$

$$\text{Nivel de reorden (N)}: \frac{D}{Q^*}$$

$$\text{Inventario máximo (IM)}: \frac{Q^*}{P}(P - D)$$

$$\text{Costo total (CT)}: D \cdot C_1 + C_2 \cdot \frac{D}{Q^*} + C_3 \left(\frac{Q^*}{P}\right) (P-D) \left(\frac{1}{2}\right)$$

Después de realizar los cálculos correspondientes, en la tabla XXXVIII se detalla el manejo de inventario de productos no troquelados.

Tabla XXXVIII. Manejo de inventario de productos no troquelados

Productos no yoquelados				
	Láminas	Láminas dobles	Papel de regalo	Hojas románticas
Rotación de inventario	13 %	21 %	24 %	8 %
Cantidad óptima	24 418	422	134	415
Tiempo entre cada pedido	8 días	24 días	64 días	55 días
Nivel de reorden	43 pedidos/año	15 pedidos/año	6 pedidos/año	7 pedidos/año
Inventario máximo	21 574	349	108	385
Costo total	Q 369 394,88	Q 4 407,18	Q 794,66	Q 993,20

Fuente: elaboración propia.

2.2.11.2. Productos troquelados

Para determinar el manejo de inventario de los productos troquelados, como los *stickers* pequeños, medianos y grandes, se calcularon los datos descritos en la tabla XXXIX.

Tabla XXXIX. Rotación de inventarios de productos troquelados

Productos troquelados						
Año: 2013	Stickers pequeños		Stickers medianos		Stickers g randes	
Mes	Salidas	Existencias	Salidas	Existencias	Salidas	Existencias
Enero	0	0	106 278	129 210	0	0
Febrero	0	0	61 385	67 825	0	0
Marzo	0	0	23 082	44 743	0	0
Abril	0	0	106	44 637	0	0
Mayo	0	0	0	44 637	0	0
Junio	0	0	0	44 637	0	0
Julio	0	0	34	44 603	0	0
Agosto	0	0	0	196 603	0	0
Septiembre	0	32 000	2 056	224 547	0	13 000
Octubre	395	31 605	75 156	159 391	2 544	10 456
Noviembre	1 168	30 437	33 287	126 104	3 786	6 670
Diciembre	485	29 952	7 711	252 044	2 279	10 203
Total	2 048	123 994	309 095	1 378 981	8 609	40 329
Rotación	0,02		0,22		0,21	

Fuente: Imprenta El Camino.

Para el respectivo control se utilizó el inventario determinístico EOQ sin faltante. Donde la demanda por año, los costos unitarios, de ordenar y de almacenamiento, así como la producción anual se describen en la tabla XL.

Tabla XL. **Modelo del tamaño del lote de productos troquelados**

Productos troquelados			
	Stickers pequeños	Stickers medianos	Stickers grandes
Demanda anual (D): corresponde a las salidas anuales de cada producto.	2 048	309 095	8 609
Costo unitario (C₁): corresponde al costo de venta de cada uno de los productos.	Q 0,25	Q 0,80	Q 2.,00
Costo de ordenar (C₂): incluye los costos de mano de obra, combustible, contabilidad e impuestos.	Q 12,00	Q 0,10	Q 2,85
Costo de almacenamiento (C₃): incluye los costos de alquiler, mano de obra, útiles (cajas, bolsas, <i>type</i> y cinta adhesiva) usados para almacenar el producto y energía eléctrica.	Q 0,10	Q 0,001	Q 0,25
Producción anual (P): corresponde a la sumatoria de las salidas y existencias.	126 042	1 688 076	48 938

Fuente: elaboración propia.

Para determinar la cantidad óptima, el tiempo entre cada pedido, el nivel de reorden, el inventario máximo y el costo total se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Cantidad óptima (Q)*: } \sqrt{\frac{2C_2D}{C_3(1-\frac{D}{P})}}$$

$$T: \frac{Q^*}{D}$$

$$\text{Nivel de reorden (N): } \frac{D}{Q^*}$$

$$\text{Inventario máximo (IM): } \frac{Q^*}{P}(P - D)$$

$$\text{Costo total (CT): } D \cdot C_1 + C_2 \cdot \frac{D}{Q^*} + C_3 \left(\frac{Q^*}{P}\right)(P-D)\left(\frac{1}{2}\right)$$

Después de realizar los cálculos correspondientes se detalla el manejo de inventario de productos troquelados en las tablas siguientes:

Tabla XLI. **Manejo de inventario de productos troquelados**

Productos Troquelados			
Anual	Stickers pequeños	Stickers medianos	Stickers grandes
Rotación de inventario	2 %	22 %	21 %
Cantidad Óptima	707	8 699	409
Tiempo entre cada pedido	130 días	10 días	17 días
Nivel de Reorden	3 pedidos/año	36 pedidos/año	21 pedidos/año
Inventario máximo	694	7 171	339
Costo total	Q 581,49	Q 247 283,14	Q 17 320,34

Fuente: elaboración propia.

2.2.12. Costo estimado de la propuesta

En la tabla XLII se describe el costo estimado de la propuesta de optimización.

Tabla XLII. Costo estimado de la propuesta de optimización

TIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Humano	Empacadores	2	Q2 324,00	Q4 648,00
	Electricista	1	Q1 000,00	Q1 000,00
	Persona encargada de manejar el montacargas	1	Q1 000,00	Q1 000,00
	Instalador de extractores	1	Q226,00	Q226,00
			Subtotal	Q6 874,00
Material/físico	Luminarias fluorescentes de 75 w	6	Q7,00	Q42,00
	Lámina de policarbonato	21	Q160,00	Q3 360,00
	Montacargas para cambio de distribución de máquinas	1	Q13 000,00	Q13 000,00
	Extractor eólico industrial 12"	2	Q763,00	Q1 525,00
	Equipo de protección auditiva reutilizable	7	Q6,00	Q42,00
	Equipo de protección auditiva tipo copa	6	Q45,00	Q270,00
			Subtotal	Q18 239,00
Financiero	Recurso humano			Q6 874,00
	Recurso material			Q18 239,00
TOTAL ESTIMACIÓN DE RECURSOS				Q25 113,00

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

3.1. Consumo actual de energía eléctrica

Actualmente, la empresa utiliza un voltaje monofásico de 110 voltios, lo que resulta insuficiente en el área de producción por la cantidad de máquinas y por la potencia que necesitan para operar; por esta razón se apoyan con 4 motores eléctricos de 240 voltios, lo que permiten el funcionamiento de las máquinas, sin embargo, implica un aumento en el consumo de energía eléctrica.

Tabla XLIII **Consumo de energía eléctrica de la empresa**

Artefactos eléctricos	Potencia eléctrica		Cantidad de artefactos	Consumo en KW
	Watts	KW		
Fluorescentes	40	0,04	30	1,2
Fluorescentes	75	0,075	4	0,3
Foco fluorescente	105	0,105	4	0,42
Foco incandescente	60	0,06	2	0,12
Foco fluorescente	25	0,025	8	0,2
Foco fluorescente	15	0,015	1	0,015
Foco fluorescente	10	0,01	3	0,03
Microondas	700	0,7	1	0,7
Microondas	800	0,8	1	0,8

Continuación de la tabla XLIII.

Adaptador USB	110	1,1	1	1,1
Radio	6	0,006	1	0,006
Cafetera	975	9,75	1	9,75
Radio	15	0,015	1	0,015
Refrigeradora	100	0,1	1	0,1
Motor	746	7,46	1	7,46
Batería	250	2,5	1	2,5
Trituradora de papel	165	1,65	1	1,65
Deshumecedor	65	0,065	1	0,065
Televisor 26"	75	0,75	1	0,75
Impresora	440	4,4	2	8,8
Escáner	143	0,143	2	0,286
Computadoras	803	0,803	5	4,015
Lavadora	800	0,8	1	0,8
Televisor de 30"	90	0,09	1	0,09
Cámaras de seguridad	110	0,11	8	0,88
Intercomunicador	110	0,11	1	0,11
Máquina de plásticos	2700	2,7	1	2,7
Prensas	4103	4,103	3	12,309
Troqueladora	12320	12,32	1	12,32
Guillotina	2238	2,238	1	2,238
Molino	7460	7,46	1	7,46
Motor	2684	2,684	1	2,684
Motores	2000	2	2	4
TOTAL				85,873

Fuente: elaboración propia.

3.1.1. Cantidad consumida de energía eléctrica en KWH de la estación de prensa, troquel y guillotina

A continuación se detalla el costo que representa el uso de las máquinas por KWH de la estación de prensa, troquel y guillotina.

3.1.1.1. Estación de prensa

Es donde se imprimen los diseños de los diferentes productos; para dicho trabajo se cuenta con tres prensas, por lo que el costo de energía eléctrica es el siguiente:

Tabla XLIV. **Costo de energía eléctrica estación de prensa**

Cantidad de horas	Potencia en KW	Costo en quetzales por kW/h	Costo en quetzales por consumo
72	12,309	1,697928	1,504.79

Fuente: elaboración propia.

3.1.1.2. Estación de troquel

En esta estación se troquelan los productos como lotería, bolsas de regalo, memoria, cajitas para memoria, entre otros; para ello se cuenta con una troqueladora. El costo de energía eléctrica el siguiente:

Tabla XLV. **Costo de energía eléctrica estación de troquel**

Cantidad de horas	Potencia en KW	Costo en quetzales por kW/h	Costo en quetzales por consumo
64	12,32	1,697928	1 338,78

Fuente: elaboración propia.

3.1.1.3. Estación de guillotina

En esta estación se realiza el respectivo corte para productos como láminas, papel de regalo, lotería, entre otros, contando para ello con una guillotina. El costo de energía eléctrica es el siguiente:

Tabla XLVI. **Costo de energía eléctrica estación de guillotina**

Cantidad de horas	Potencia en KW	Costo en quetzales por kw/h	Costo en quetzales por consumo
40	2,238	1,697928	152

Fuente: elaboración propia.

Después de la descripción del consumo de energía eléctrica se realizará un comparativo de lo que se consume actualmente y lo anterior, con el objetivo de efectuar el diagnóstico que determine las posibles causas del aumento en el consumo.

Tabla XLVII. **Comparativo del consumo actual y anterior de energía eléctrica**

Causas relacionadas al aumento en el consumo	Consumo actual (KW)	Consumo anterior (KW)
Luminaria inadecuada	1,785	0,75
Ampliación de la empresa	11,035	8,035
Maquinaria	37,027	22,764
Total	49,857	31,549

Fuente: elaboración propia.

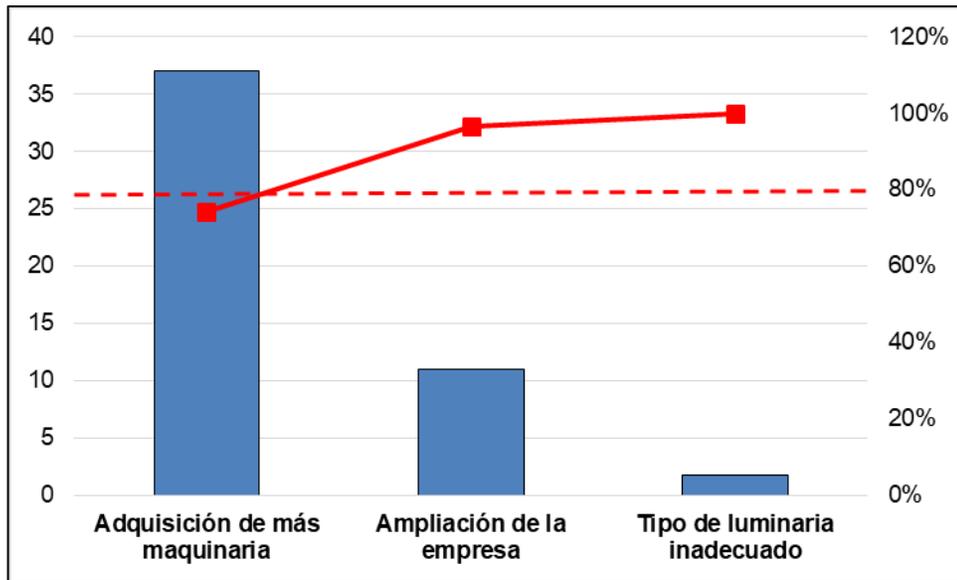
La herramienta que se utilizará para realizar el diagnóstico es el diagrama de Pareto, el cual permitirá identificar la causa principal del aumento en el consumo de energía eléctrica.

Tabla XLVIII. **Causas del exceso en el consumo de energía eléctrica**

Causas	Cantidad actual (KW)	Frecuencia Acumulada
Adquisición de más maquinaria	37,037	74,286 %
Ampliación de la empresa	11,035	96,420 %
Tipo de luminaria inadecuado	1,785	100,00 %
Total	49,857	

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Diagrama de Pareto



Fuente: elaboración propia.

3.2. Plan de ahorro de energía eléctrica

- Alcance: el plan de ahorro de energía eléctrica es de aplicación para toda la empresa.
- Propósito.
- Realizar una investigación que contribuya al ahorro energético.
- Objetivos.
- General.

Investigar la alternativa más conveniente para el ahorro energético de la empresa y contribuir a una producción más limpia.

- Específicos
 - Determinar el consumo de energía eléctrica durante los últimos 3 años y analizar la variabilidad.
 - Determinar la alternativa más conveniente para el ahorro energético.
 - Investigar el costo de la alternativa más conveniente.
 - Metodología: la metodología a utilizar es la investigación.
- Acciones: las acciones a realizar son tres, y se realizan en base a los objetivos específicos.
 - Analizar el consumo de energía eléctrica a través de las facturas de los últimos 3 años.
 - Identificar la mejor alternativa de ahorro energético para la empresa.
 - Determinar el costo estimado de la alternativa de ahorro energético más adecuada para la empresa.
- Recursos
 - Recurso humano:
 - Epesista
- Recursos materiales:
 - Computadora
 - Internet

Tabla XLIX. Ejecución de acciones

Acción 1: Consumo de energía eléctrica de los últimos tres años y análisis de la variabilidad		
Año	Consumo de energía eléctrica anual	Análisis
1	10 065 kW	Se observa un aumento en el consumo de energía eléctrica; esto puede ser consecuencia de la compra de maquinaria (se realizó en años anteriores a la investigación) y de la ampliación de la empresa que se realizó sin considerar las necesidades eléctricas de los nuevos equipos.
2	12 853 kW	
3	14 694 kW	
Acción 2: Alternativa más conveniente para el ahorro energético		
Alternativa	Resultado	Recomendación
Realizar un diagnóstico de consumo de energía eléctrica de las instalaciones y maquinaria, con equipo de medición adecuado y contratar a un capacitador sobre el uso de la maquinaria adquirida.	1. Obtención del consumo real de energía eléctrica e identificación de pérdidas de calor, si estas existieran, para estar caídas de tensión. Además, con	La alternativa planteada es necesaria para que la empresa logre el ahorro de energía eléctrica deseado.

Continuación de la tabla XLIX.

	<p>el capacitador se dotaría al personal el conocimiento necesario para el uso correcto de la maquinaria adquirida, evitando pérdidas de calor.</p> <p>2. Con base en el diagnóstico de consumo identificar a mediano o largo plazo si es necesario instalar equipos especiales para contribuir en el ahorro de energía eléctrica</p>	<p>Es necesario continuar apoyándose con los dos motores eléctricos.</p>
<p>Acción 3: Investigación del costo de la alternativa planteada en la acción 2.</p>		
<p>En relación con la alternativa planteada, se realizó la investigación correspondiente (empresa de energía eléctrica, ENERGUATE e INDE) para estimar el costo del diagnóstico de consumo de energía eléctrica con instrumentos de medición adecuado. Asimismo, se estimó el costo de la capacitación del uso de la maquinaria adquirida; este servicio es proporcionado por los que proveen dicha maquinaria. Teniendo un costo total de Q12 000,00</p>		

Fuente: elaboración propia.

3.3. Costo estimado del plan de ahorro de energía eléctrica

En la tabla L se describe el costo estimado del plan de ahorro de energía eléctrica.

Tabla L. **Costo estimado para iniciar con la evaluación para definir el plan de ahorro de energía eléctrica**

Costo estimado del diagnóstico del consumo de energía eléctrica.	Costo estimado de la capacitación del uso de la maquinaria adquirida.	Total
Q 9 000,00	Q 3 500,00	Q 12 500,00

Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1. Factores a evaluar para la realización del diagnóstico

El siguiente diagnóstico pretende definir el plan de capacitación de la empresa en estudio, con el objetivo de mejorar los siguientes aspectos:

- **Actitud:** son los marcos de referencia, generalmente emocionales, a través de los cuales se juzga la realidad y se condiciona la conducta, predisposiciones para actuar, criterios de juicio.
- **Habilidades:** es la facilidad para realizar una tarea con cierta eficiencia, empleando el mínimo de recursos y de tiempo.
- **Conducta:** es la forma de actuar y de relacionarse con los demás; aquí no se evalúan las causas de las conductas. Se busca modificar conductas ante situaciones concretas.
- **Conocimiento:** transmitir técnicas adecuadas para el cumplimiento de su trabajo.

Para conocer en qué aspectos tienen que mejorar los empleados se realizó una encuesta, la cual se detalla a continuación.

4.2. Diagnóstico de necesidades de capacitación

La encuesta se realizó con la finalidad de obtener la información necesaria para determinar las causas que provoca la falta de capacitación en los empleados.

Figura 27. Formato de la encuesta del plan de capacitación

Área de trabajo: _____					
Fecha: _____					
1)	¿En qué otras áreas trabaja?				
	Empaque	Prensa	Troquel	Guillotina	Bodega
	Plásticos	Despacho	Contabilidad	Diseño	
2)	¿En qué área le gusta o le gustaría trabajar?				
	Empaque	Prensa	Troquel	Guillotina	Bodega
	Plásticos	Despacho	Contabilidad	Diseño	
3)	¿Considera que necesita reforzar alguna habilidad?				
	Si		No		
4)	¿Qué habilidad necesita reforzar?				

5)	¿Considera que necesita aprender alguna técnica para realizar mejor su trabajo?				
	Si		No		
6)	¿Qué le gustaría aprender para realizar mejor su trabajo?				

7)	¿Le interesaría capacitarse en la habilidad que necesita reforzar y en lo que quiere aprender?				
	Si		No		
8)	¿Qué otro tema(s) considera necesario conocer para realizar mejor su trabajo?				

Fuente: elaboración propia.

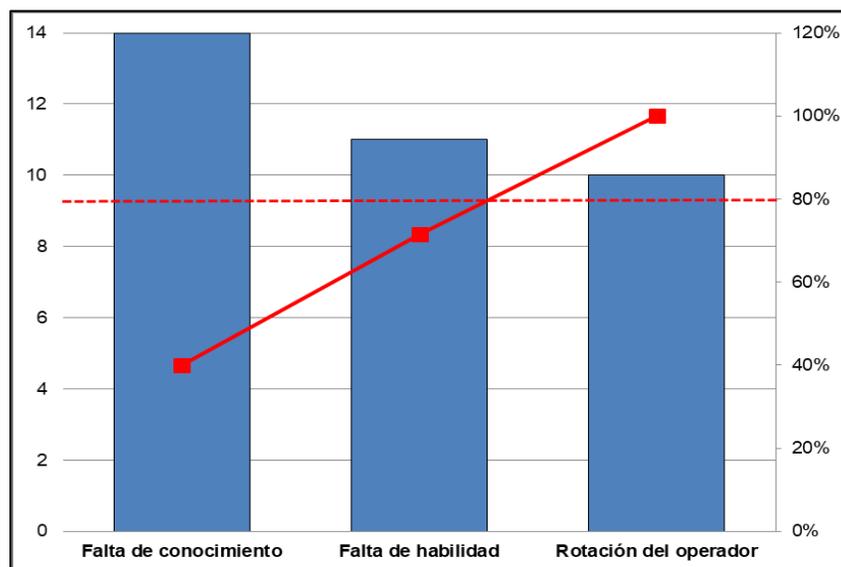
Mediante la información obtenida en la encuesta se pudo determinar las causas que provoca la falta de capacitación en los empleados, y con la ayuda de un diagrama de Pareto se obtuvieron las principales.

Tabla LI. **Causas del diagnóstico de capacitación**

Descripción de las causas	Observaciones	Observaciones Acumuladas
Desconocimiento	14	40,00 %
Ineficiencia	11	71,43 %
Falta de especialización	10	100,00 %
Total	35	

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Diagrama de Pareto**



Fuente: elaboración propia.

Asimismo, se realizó una entrevista donde se formularon cuatro preguntas, a las cuales les dio respuesta el gerente de la empresa; él definió el nivel de profundidad de la capacitación, los temas de las capacitaciones y a quiénes se capacitará.

Figura 29. **Entrevista**

ENTREVISTA
<ul style="list-style-type: none">• ¿Quiénes necesitan capacitación?<ol style="list-style-type: none">1. Encargada de producción y bodega2. Operarios • ¿En qué necesitan capacitación?<ol style="list-style-type: none">1. Uso de equipo de protección auditiva2. Manejo y control de inventario de producto terminado. • ¿Con qué nivel de profundidad?<p style="text-align: center;">Básico</p> • ¿En qué orden deben ser capacitados?<ol style="list-style-type: none">1. Operarios2. Encargada de producción y bodega

Fuente: elaboración propia.

4.3. Plan de capacitación

- Alcance: el presente plan de capacitación es de aplicación para los operarios y la encargada de producción.
- Propósito: elevar el nivel de rendimiento de los trabajadores y con ello, el incremento de la productividad y rendimiento de la empresa.
- Objetivos
 - Generales
 - Preparar al personal para la ejecución eficiente de sus responsabilidades.
 - Brindar oportunidades de desarrollo personal en los cargos actuales.
 - Modificar actitudes para contribuir a crear un clima de trabajo satisfactorio incrementando la motivación del trabajador.
 - Específicos
 - Proveer conocimientos y desarrollar habilidades que cubran la totalidad de requerimientos.
 - Actualizar y ampliar los conocimientos requeridos en las áreas a capacitar.
 - Contribuir a elevar y mantener un buen nivel de eficiencia individual y rendimiento colectivo.

- Metodología
 - La metodología a usar es la de exposición.

Tabla LII. **Temas y personal a capacitar**

Núm.	Temas de exposición	Personal a capacitar
1	Uso adecuado del equipo de protección personal	Todo el personal
2	Manejo de inventario de producto terminado	Personal encargado del inventario

Fuente: elaboración propia.

- Tipo, modalidad y nivel de capacitación: el tipo es de desarrollo del trabajo, con modalidad complementaria, en un nivel básico.
- Acciones
 - Se impartirá el uso adecuado del equipo de protección auditiva.
 - Se impartirá el tema de manejo y control de inventario de producto terminado y se evaluará la correcta aplicación del kárdex como sistema de control de inventario.
- Recursos
 - Recurso humano
 - Epesista
- Recursos materiales
 - Salón para los talleres y exposiciones
 - Computadora
 - Resmas de papel
 - Bolígrafos
 - Impresora/tinta
 - Sillas

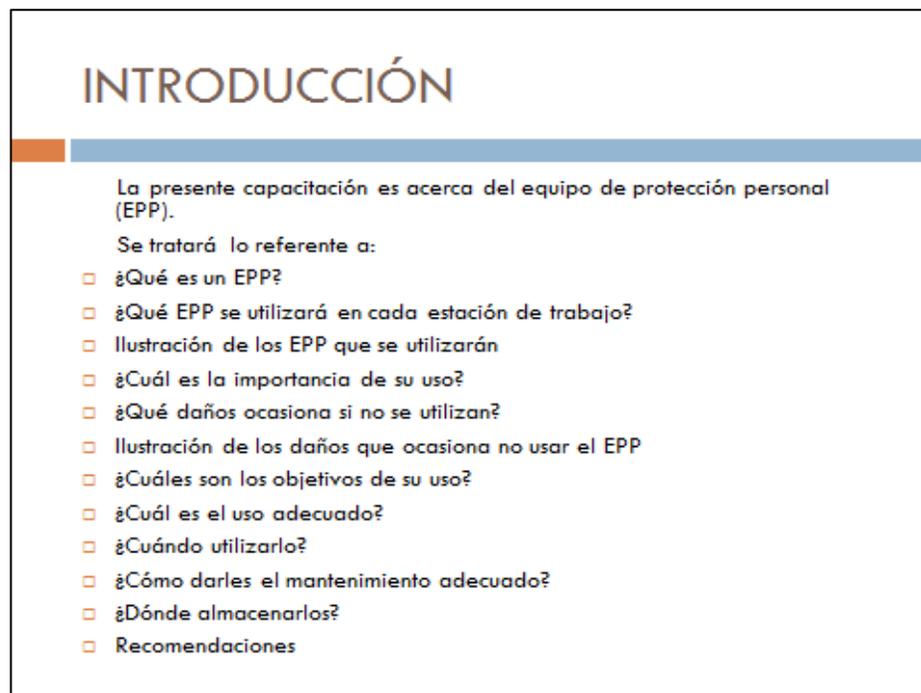
- Bibliografía relacionada con las capacitaciones
- Cronograma

Figura 30. **Cronograma del plan de capacitación**

	i	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
1		Uso de equipo de protección auditiva	1 día	jue 24/07/14						
2		Manejo y control de inventario de producto terminado	1 día	jue 18/12/14						

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Diapositivas de la capacitación del equipo de protección personal**



Continuación de la figura 31.

¿QUÉ ES UN EPP?

- EPP significa **Equipo de Protección Personal**.
- Es todo equipo, aparato o dispositivo especialmente proyectado y fabricado para proteger el cuerpo humano, en todo o en parte de riesgos específicos de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales.

¿QUÉ EPP SE UTILIZARÁ EN CADA ESTACIÓN DE TRABAJO?

EPP a utilizar en área de producción o taller:

- **Estación de prensas y troquel:**
 1. Lentes de policarbonato claro
 2. Protectores auditivos reutilizables (nivel de atenuación 26 db)
 3. Respiradores o mascarillas
- **Estación de guillotina y empaque:**
 1. Protectores auditivos reutilizables (nivel de atenuación 26 db)
- **Estación de plásticos:**
 1. Protectores auditivos reutilizables (nivel de atenuación 26 db)
 2. Guantes
- **Estación de molino:**
 1. Protectores auditivos tipo copa (nivel de atenuación 31 db)
 2. Protectores visuales

Continuación de la figura 31.

ILUSTRACIÓN DE LOS EPP

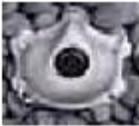
- Lentes de policarbonato claro y guantes



- Protectores auditivos reutilizables y tipo copa



- Respiradores o mascarilla



¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DEL USO DEL EPP?

- **Lentes de policarbonato claro:** es importante utilizarlos para evitar salpicaduras en los ojos de agentes químico, tales como: gasolina, *thinner*, tinta, suavizante, limpiador de placas y mantilla, solución de fuente, grasa o goma arabia, los cuales pueden provocar pérdida parcial o total de la visión.
- **Equipo de protección auditiva (EPA):** es importante utilizarlo para prevenir los efectos dañinos en el órgano auditivo, reduciendo los niveles de presión sonora que llegan al oído.
- **Respiradores o mascarillas:** Es importante utilizarlo para prevenir daños ocasionados en piel, aparato respiratorio, hígado, cerebro, sangre y riñones.
- **Guantes:** debe utilizarse para prevenir quemaduras de primer, segundo o tercer grado en manos y antebrazo.

Continuación de la figura 31.

¿QUÉ DAÑOS OCASIONA SI NO SE UTILIZA EL EPP?

- La característica más importante de los solventes, disolventes o diluyentes es su gran capacidad para evaporarse o volatilizarse rápidamente.
- Los daños que pueden provocar son:
 1. Piel: dermatitis de contacto
 2. Hígado: cáncer hepático, daño hepático
 3. Sangre: anemia aplásica, leucemia, daño en el sistema nervioso central, polineuritis periférica.
 4. Aparato respiratorio: laringitis irritativa, daño pulmonar por inhalación.
 5. Cerebro: deterioro de las funciones intelectuales de carácter irreversible.
 6. Riñones: Insuficiencia renal

¿QUÉ DAÑOS OCASIONA SI NO SE UTILIZA EL EPP?

- Los daños que puede ocasionar el no utilizar guantes al maniobrar una máquina que maneja temperaturas altas son: quemaduras de primer, segundo y tercer grado.



Continuación de la figura 31.

¿QUÉ DAÑOS OCASIONA SI NO SE UTILIZA EL EPP?

- Los daños que ocasiona el no utilizar el Equipo de Protección Auditiva (EPA) al estar en lugares donde el ruido sobrepasa los 90 db durante 8 horas o más de exposición son: pérdida de la audición parcial o total.



¿CUÁLES SON LOS OBJETIVOS DE USAR EPP?

- Proteger al personal de los daños mencionados anteriormente.
- Establecer una normativa para su uso.
- Establecer una cultura de protección.
- Minimizar el impacto negativo de los agentes de riesgo presentes en el ambiente laboral.

Continuación de la figura 31.

¿CUÁL ES EL USO ADECUADO DEL EPA?

	
<p>1. Con las manos limpias estire una mano sobre la cabeza y tire la parte superior de la oreja hacia arriba.</p>	<p>2. Introduzca el dedo índice en el aplicador con dedal y sujete la parte inferior con el dedo pulgar. Mueva enérgicamente mientras empuja el tapón en el canal auditivo hasta que quede cómodamente colocado y bien sellado. Precaución: retire el tapón con un movimiento giratorio lento para romper el sello. Si el tapón se retira rápidamente se puede dañar el tímpano.</p>

¿CUÁL ES EL USO ADECUADO DEL EPA?

2. Normas de utilización de los tapones

	<ol style="list-style-type: none">1. No toque los tapones con las manos sucias.2. Utilice los tapones todo el tiempo que esté trabajando.3. Quitese los sólo si es absolutamente necesario.4. No se recomienda lavar los tapones conformables.5. Los tapones de goma se deben lavar con agua y jabón suave.6. Reemplace los tapones sucios.		
			

Continuación de la figura 31.

¿CUÁL ES EL USO ADECUADO DEL EPA?



Al colocar la orejera hay que asegurar que los pabellones auditivos queden íntegramente encerrados en el interior de las copas. Verificar que el ajuste del arnés sea cómodo y que la sensación de presión ejercida por las almohadillas sea la misma en ambos oídos.

Se debe lograr un buen sello, obteniendo un contacto continuo entre las almohadillas y la cabeza, de manera que no se produzcan filtraciones de aire (fugas), que puedan reducir la protección auditiva.

¿CUÁL ES EL USO ADECUADO DE LAS GAFAS?



1. Ajustar los anteojos para que queden justos y razonablemente cómodos.
2. Asegurar las partes sueltas.
3. Reemplazar los lentes rayados, con agujeros o decolorados.
4. Limpiar los anteojos, según sea necesario.

Continuación de la figura 31.

¿CUÁL ES EL USO ADECUADO DE LOS GUANTES?



1. Lavarse a fondo las manos antes y después de usar los guantes.
2. Secarse bien las manos para no usarlos húmedos, ya que puede ocasionar mal olor u hongos en las manos.
3. Proteger cualquier herida con un apósito impermeable antes de ponerse los guantes.
4. No usar relojes, pulseras, anillos u otros objetos mientras se usen los guantes.
5. Cambiar los guantes si se encuentran en mal estado.

¿CUÁL ES EL USO ADECUADO DE LOS RESPIRADORES O MASCARILLAS?



1. Ajustar la medida de las bandas laterales
2. No usar la mascarilla para condiciones distintas a las ya estipuladas.
3. Nunca se debe modificar o alterar la máscara ni los filtros, ni utilizarla después que se haya agotado su vida útil.
4. No usarla con barba, vello facial o cualquier otra condición que impida un contacto directo entre los bordes de la máscara y la cara.
5. Colocarse la máscara en la cara, de manera que quede cómodamente sobre el puente de la nariz y el arnés sobre la parte superior de la cabeza. Si fuese necesario, retirar la máscara y volver a ajustarse el arnés a otra longitud.
6. Realizarse una prueba de ajuste de presión positiva de la siguiente manera:
 - Colocar la palma de la mano sobre la válvula de exhalación y exhale con suavidad. La máscara está bien ajustada si se hincha ligeramente y no se observan fugas de aire entre los bordes de la máscara y la cara.
 - Si se detecta una fuga de aire, volver a colocársela y reajuste la tensión de las bandas de sujeción y del arnés. Repetir la prueba de ajuste. Si no consigue un ajuste adecuado, informe al responsable inmediato para cambiar el equipo.

Continuación de la figura 31.

¿CUÁNDO USAR EL EPP?

Estación de prensas y troquel:

- Se deben usar las gafas y el respirador cada vez que se utilice agentes químicos, como: *thinner*, gasolina, limpiador de placas y mantilla, tinta, goma arabia, suavizante, solución de fuente y grasa.
- Se deben usar protectores auditivos reutilizables mientras las máquinas estén funcionando.

¿CUÁNDO USAR EL EPP?

Estación de guillotina y empaque:

- Se deben usar protectores auditivos reutilizables mientras las máquinas estén funcionando.

Estación de plásticos:

- Usar gafas cuando sea necesario, protectores auditivos reutilizables y guantes mientras las máquinas estén funcionando.

Estación de molino:

- Utilizar usar protectores auditivos tipo copa y protectores visuales mientras se utilice el molino.

Continuación de la figura 31.

¿CÓMO DARLE MANTENIMIENTO ADECUADO AL EPA?



1. Se debe lavar por lo menos 2 veces por semana para remover el cerumen acumulado u otras sustancias.
2. Al final de la jornada laboral lavarlos con agua tibia y jabón neutro, restregándolos con un cepillo dental, y usar una toalla específicamente para secarlos y guardarlos en su empaque.
3. Por ningún motivo usar solventes ácidos o alcohol
4. El uso de estos protectores es personal, jamás debe ser usado por otra persona.
5. Si presentan defectos en las orillas o se percuden por el uso es necesario cambiarlos.

¿CÓMO DARLE MANTENIMIENTO ADECUADO AL EPA?



1. Las copas y el arnés se deben limpiar con un paño húmedo.
2. Las almohadillas se deben verificar periódicamente en cuanto a la alteración del sello, la mantención del contacto entre la almohadilla y la cabeza y a la aparición de grietas o fisuras.
3. El arnés se debe ajustar o reemplazar cuando se requiera mantener una adecuada tensión .
4. El uso de estos protectores es personal, jamás debe ser utilizado por otra persona.
5. Si presentan daños en las copas, almohadillas o arnés es necesario cambiarlos.

Continuación de la figura 31.

¿CÓMO DARLE MANTENIMIENTO ADECUADO A LAS GAFAS?



1. Se deben lavar por lo menos 2 veces por semana con agua tibia jabonosa y restregándolos con la mano para evitar que se rayen; se deben enjuagar bien hasta que no quede jabón para evitar que se empañen.
2. Secarlos con un paño adecuado para evitar ralladuras.
3. No usar anteojos rayados o empañados que nublen la visión, de ser así es necesario cambiarlos.
4. Los anteojos son personales, jamás los debe usar otra persona.

¿CÓMO DARLE MANTENIMIENTO ADECUADO A LOS GUANTES?



1. Limpiar la parte de cuero con un trapo húmedo.
2. Deben conservarse limpios y secos del lado que está en contacto con la piel.
3. No usarlos para condiciones distintas a las establecidas.
4. Cambiarlos cuando presenten desgaste y ya no cumplan con su objetivo o cuando presenten alguna rasgadura.

Continuación de la figura 31.

¿CÓMO DARLE MANTENIMIENTO ADECUADO A LOS RESPIRADORES O MASCARILLAS?



1. Cambiar la mascarilla y/o filtros si:
 - La máscara y/o filtros aparecen dañados
 - La respiración se hace difícil
 - Siente mareos o malestar
 - Nota el olor de los contaminantes o si se produce irritación
2. Limpiar la zona de ajuste de la mascarilla al final de cada turno con un trapo humedecido con agua jabonosa templada y dejar secar a temperatura ambiente.
Para limpiar la máscara no debe sumergirse en agua.

¿DÓNDE ALMACENAR EL EPP?

				
Se deberán almacenar en un estuche apropiado después que hayan sido lavados y secados.	Se deben colgar por el arnés en un ambiente bien ventilado.	Es conveniente guardarlos en un estuche para evitar que se rayen.	Se deben guardar en un contenedor libre de humedad.	La máscara y los filtros deben guardarse en un contenedor fuera de la zona contaminada.

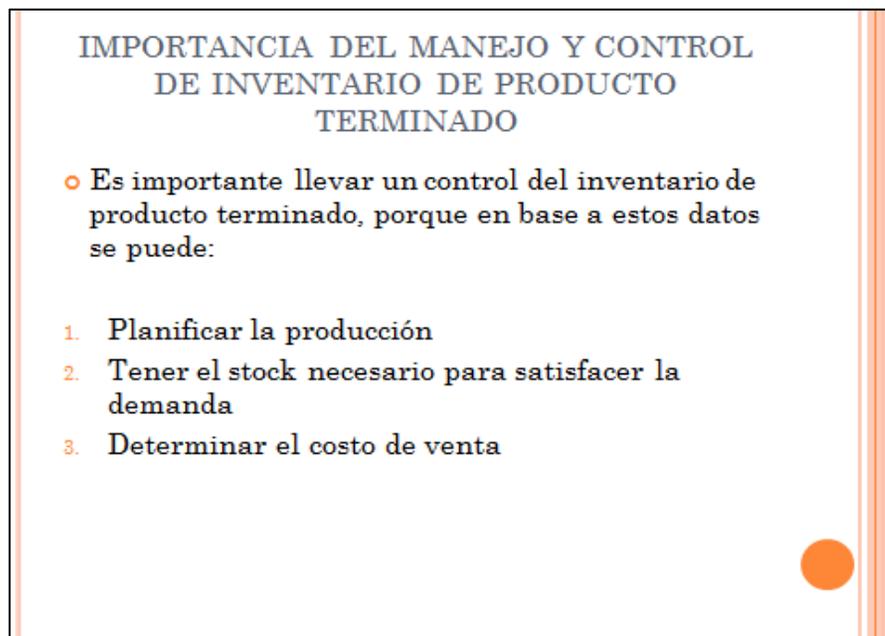
Continuación de la figura 31.

RECOMENDACIONES

- Cambiar el Equipo de Protección Personal por lo menos una vez al año.
- Revisar constantemente la fecha de caducidad del Equipo de Protección Personal.
- Seguir las recomendaciones de limpieza y almacenaje del Equipo de Protección Personal para que no se deteriore o pueda causar alguna enfermedad por falta de higiene.

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Diapositivas de la capacitación del manejo de producto terminado**



Continuación de la figura 32.

MÉTODO PARA LLEVAR EL CONTROL DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO

- El control de inventario se llevará a cabo a través de la tarjeta KÁRDEX.

KÁRDEX											
Encargado: _____											
Producto: _____			Existencia máxima: _____								
Método: _____			Existencia mínima: _____								
Fecha			Entradas			Salidas			Saldo		
Día	Mes	Año	Cantidad	Costo Unitario	Total	Cantidad	Costo Unitario	Total	Cantidad	Costo Unitario	Total

CÁLCULO DEL STOCK

- A continuación se presenta una serie de fórmulas que determinan el stock necesario.

- Rotación de inventarios:** Número de veces que, en promedio, una mercancía almacenada se reemplaza durante un período específico.

$$\text{Rotación de inventarios} = \frac{\text{ventas}}{\text{Existencias}}$$
- Punto de reorden:** Nivel de inventario de un artículo que señala la necesidad de realizar una orden de reabastecimiento.

$$\text{Punto de reorden} = (C\bar{d}\bar{p} * T_{pe}) + S_{mín}$$

Donde:
 C $\bar{d}\bar{p}$: Ventas diarias promedio
 T \bar{p} : Tiempo promedio de entrega
 S \bar{m} : Stock mínimo
- Stock mínimo:** Es la cantidad mínima de un artículo que se desea tener almacenado en espera de su venta o comercialización.

$$\text{Stock mínimo} = C\bar{d}\bar{p} * \text{Política de inventarios}$$

Donde:
Política de inventarios: Tiempo mayor de entrega - Tiempo promedio de entrega.

- Stock de seguridad:** Nivel extra de stock que se mantiene en almacén para hacer frente a eventuales roturas de stock.

$$\text{Stock de seguridad} = C\bar{d}\bar{p} * S_{mín}$$
- Stock máximo:** Se refiere a la mayor cantidad de existencias que se pueden mantener en el almacén.

$$\text{Stock máximo} = S_{mín} + T_{pe}$$

Fuente: elaboración propia.

4.4. Evaluación de la capacitación

Mediante un cuestionario se realizó la evaluación de las capacitaciones que se impartieron, cuyo objetivo fue evaluar a los empleados y si se logró se debe enviar la información adecuadamente.

Figura 33. **Cuestionario**

<p>Capacitación 1</p> <p>Uso de equipo de protección auditiva</p> <p>Personal capacitado: operarios</p> <p>1. ¿Después de cuánto tiempo se cambia el equipo de protección auditiva?</p> <p>6 meses 1 año o cuando esté deteriorado 2 años</p> <p>2. ¿Con qué frecuencia se debe limpiar el equipo de protección auditiva?</p> <p>Todos los días Cada semana Cada mes</p> <p>Capacitación 2</p> <p>Manejo y control del inventario de producto terminado</p> <p>Personal capacitado: Encargada de producción y de bodega</p> <p>1. ¿Cuándo se calcula lo referente al manejo de inventario?</p> <p>Trimestral Semestral Anual Según las necesidades de la empresa</p> <p>1. ¿Qué método se utilizará en la tarjeta kárdex?</p> <p>PEPS UEPS Promedio</p>

Fuente: elaboración propia.

4.5. Costo estimado del plan de capacitación

En la tabla LIII se describe el costo estimado del plan de capacitación.

Tabla LIII. Costo estimado del plan de capacitación

TIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Humano	Epesista	1	Q0,00	Q0,00
Subtotal				Q0,00
Material/físico	Bibliografía relacionada con las capacitaciones		Q0,00	Q0,00
	Resma de papel	1	Q21,00	Q21,00
	Impresión	25	Q0,00	Q0,00
	Tinta (cartuchos)	2	Q120,00	Q240,00
	Bolígrafos	25	Q1,00	Q25,00
	Salón para capacitación	1	Q0,00	Q0,00
	Sillas	25	Q0,00	Q0,00
	Computadora	1	Q0,00	Q0,00
Subtotal				Q286,00
Financiero	Recurso humano			Q0,00
	Recurso material			Q146,00
TOTAL ESTIMACIÓN DE RECURSOS				Q286,00

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Después de realizar el análisis de los procesos de empaque de los productos troquelados, se determinó la necesidad de mejorar la eficiencia de los procesos, a través de una optimización, permitiendo la estandarización del tiempo de las operaciones de cada producto, a través de un estudio de tiempos.
2. La eficiencia, la cantidad de operarios y ritmo de la línea del proceso de empaque de productos troquelados se determinó a través de un estudio de tiempos y posteriormente de un balance de líneas, lo cual fue la base para realizar la propuesta de optimización.
3. La propuesta de optimización de los procesos de empaque de productos troquelados logró un aumento de la eficiencia de los procesos de empaque de bolsas de regalo en un 20 % y de los procesos de cajita para memoria y memoria en un 12 %.
4. Para el sistema de inventario de producto terminado de los productos, como láminas, láminas dobles, papel de regalo, hojas románticas, *stickers* pequeños, medianos y grandes, se utilizó el método determinístico EOQ, el cual contribuirá al manejo adecuado del producto en bodega y a la reducción de costos.

5. Para llevar el control de los productos de forma clara, ordenada y eliminar los problemas de faltantes o sobrantes, se propuso el método kárdex, el cual consiste en llevar un registro manual a través del método PEPS, que es funcional para este tipo de empresas que trabajan a contra pedido.
6. Se logró realizar el plan de ahorro de energía eléctrica, el cual consistió en el planteamiento de una alternativa que contribuirá al ahorro energético, siendo esta: realizar con equipo de medición adecuado un diagnóstico del consumo real de energía eléctrica en las instalaciones y la maquinaria, así como contratar a un experto para capacitar al personal en el uso de la maquinaria adquirida.
7. El plan de capacitación se diseñó con la finalidad de determinar las necesidades primordiales de la empresa, el cual benefició a los empleados con temas como el manejo de inventario y manejo de equipo de protección personal.

RECOMENDACIONES

1. Realizar nuevo estudio de tiempos a los procesos de los productos incluidos en el informe cuando se agreguen nuevas operaciones. Asimismo, es conveniente aplicar este estudio al resto de productos para aumentar la eficiencia de todos los procesos.
2. Cuando se adquiere nueva maquinaria es recomendable realizar una nueva distribución de la misma para contribuir con el aumento de la eficiencia en relación con el espacio y el flujo de los procesos.
3. Es recomendable realizar un estudio de métodos cuando se agreguen variables (tiempo productivos e improductivos de nuevos productos, recurso humano y condiciones laborales) que intervienen en dicho estudio.
4. Es conveniente cambiar el modelo del sistema de control de inventario cuando la demanda y el sistema de producción cambien, ya que la propuesta del modelo EOQ sin faltante, requiere de ciertos requisitos para su funcionamiento; entre los más importantes están: demanda constante y espacio suficiente para tener almacenada cierta cantidad de *stock*.
5. Aplicar las tarjetas kárdex para llevar el manejo del inventario adecuado, eliminando los sobrantes o faltantes para obtener datos exactos de las existencias.
6. Considerar la alternativa de la fase de investigación para que la empresa logre el ahorro de energía eléctrica deseado, y continuar utilizando los

motores eléctricos para la maquinaria adquirida, con la finalidad de evitar caídas de tensión.

7. Se recomienda a la gerencia, realizar capacitaciones esporádicas a los trabajadores para actualizar sus conocimientos, y así puedan desempeñar su trabajo de manera adecuada, lo cual beneficiará a la empresa con trabajo de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia chilena de eficiencia energética. *La eficiencia energética*. <http://old.acee.cl/>. Consulta: septiembre de 2011.
2. CHIAVENATO. Idalberto. *Administración de recursos humanos*. 5a ed. McGraw-Hill. Santa Fé de Bogotá. 2001. 577.
3. FINCH STONER. James Arthur. FREEMAN, Edward GILBERT, Daniel; MASCARÓ SACRITÁN, Pilar. *Administración*. 6a. ed. Pearson Prentice. Hall, México. 432 p.
4. GARCÍA CRIOLLO. Roberto. *Estudio del Trabajo*. 2a ed. McGraw-Hill Interamericana. 2000. 250 p.
5. Ministerio de la Presidencia, *Real. Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico*. España. 2001. 17 p.
6. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. Alfaomega Grupo Editor. 215 p.
7. PÉREZ GABARDA, Luis. «*NTP 400: Corriente eléctrica: efectos al atravesar el organismo humano*». *INSHT, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales*, España. <https://saludlaboraly>

discapacidad.org/wp-content/uploads/2019/04/NTP-400.pdf

Consulta: el 21 de enero de 2008.

APÉNDICES

Apéndice 1. Formato de estudio de tiempos

FORMATO DEL ESTUDIO DE TIEMPOS EN MINUTOS																
Fecha:	Elementos															
Estudio No.:																
Hoja No.																
Número de hojas																
Producto:																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1																
2																
3																
4																
5																
6																
Totales																
No. de observaciones																
Promedio																
Calificación																
Tiempo normal																
Tolerancias %																
Tiempo estándar																

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Formato de la tarjeta kárdex**

KÁRDEX												
Encargado: _____												
Producto: _____						Existencia máxima: _____						
Método: _____						Existencia mínima: _____						
Fecha			Descripción	Entradas			Salidas			Saldo		
Día	Mes	Año		Cantidad	Costo unitario	Total	Cantidad	Costo unitario	Total	Cantidad	Costo unitario	Total

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Formato del consumo de insumos de la estación de prensa

CONSUMO DE INSUMOS ESTACIÓN DE PRENSA																													
Analista: _____					Fecha de entrega de las resmas: _____																								
Usuario: _____					Cantidad de resmas entregada: _____																								
Producto: _____					Cantidad de pliegos entregada: _____																								
Tipo de papel: _____		Dimensiones: _____			Fecha de entrega de la producción: _____																								
Día	Fecha	Hora Inicio-fin	Cantidad de pliegos defectuosos	Litro			Tinta 1 kg					Galón		Unidad			Kg	Metro	Libra										
				Goma arabia	Solución de fuente	Limpiador de rodillos	Limpiador de placas	Rosado	Fucsia	Verde limón	Verde arveja	Lila	Anaranjado	Amarillo canario	Turquesa	Rojo cálido	Azul réflex	Gasolina	Thinner	Aceite	Mantilla	España	Wipe	Crema para manos	Masking tape	Pasta reductora	Polvo anti retinte	Reductor de agua	Muletón
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
Total																													

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Formato del consumo de insumos de la estación de troquelado**

CONSUMO DE INSUMOS ESTACIÓN DE TROQUELADO							
Analista:				Fecha de entrega de las resmas:			
Usuario:				Cantidad de resmas entregadas:			
Producto:				Cantidad de pliegos entregados:			
Tipo de papel:				Fecha de entrega de las resmas:			
				Dimensiones			
				Unidad			1/48 de galón
Día	Fecha	Hora Inicio-fin	Cantidad de pliegos defectuosos	Wipe	Cito	Masking tape	Pegamento de contacto
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
Total							

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Formato del consumo de insumos de la estación de guillotina**

CONSUMO DE INSUMOS ESTACIÓN DE GUILLOTINA							
Analista: _____				Fecha de entrega de las resmas: _____			
Usuario: _____				Cantidad de resmas entregadas: _____			
Producto: _____				Cantidad de pliegos entregados: _____			
Tipo de papel: _____		Dimensiones: _____		Fecha de entrega de las hojas: _____			
				Unidad			
Día	Fecha	Hora Inicio-fin	Cantidad de pliegos defectuosos	Wipe	Visol	Regleta	Afilas cuchilla
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
Total							

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Formato del estudio de tiempos

FORMATO DEL ESTUDIO DE TIEMPOS EN MINUTOS

Elementos																Total TE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Fecha:																
Estudio No.:																
Hoja No.:																
de																
hojas																
Producto:																
1																
2																
3																
4																
5																
6																
Totales																
Núm. de observaciones																
Promedio																
Calificación																
Tiempo normal																
Tolerancias%																
Tiempo estándar																
Nombre del operador:																
Hombre																
Mujer																
Empleza:																
AM																
PM																
Termina:																
AM																
PM																

Fuente: Roberto García Criollo. Estudio del trabajo. Medición del trabajo

