



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAMBIOS RÁPIDOS PARA EL PROCESO DE CARGA Y  
DESCARGA DEL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO OPERACIONAL EN UNA EMPRESA  
COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA DE CONCENTRADOS Y SUPLEMENTOS  
ALIMENTICIOS PARA ANIMALES**

**Jorge Arturo Ruíz Calderón**

Asesorado por Inga. Mindy Carolina Ortíz de León

Guatemala, octubre de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAMBIOS RÁPIDOS PARA EL PROCESO DE CARGA Y  
DESCARGA DEL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO OPERACIONAL EN UNA EMPRESA  
COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA DE CONCENTRADOS Y SUPLEMENTOS  
ALIMENTICIOS PARA ANIMALES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JORGE ARTURO RUÍZ CALDERÓN**

ASESORADO POR LA INGA. MINDY CAROLINA ORTIZ DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Jerez Juárez
EXAMINADORA	Inga. Sherly Gabriela Herrera Escobar
EXAMINADOR	Ing. Selvin Estuardo Joachin Juárez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAMBIOS RÁPIDOS PARA EL PROCESO DE CARGA Y  
DESCARGA DEL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO OPERACIONAL EN UNA EMPRESA  
COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA DE CONCENTRADOS Y SUPLEMENTOS  
ALIMENTICIOS PARA ANIMALES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 25 de agosto del 2020.



**Jorge Arturo Ruíz Calderón**

Guatemala abril de 2023

Ingeniero  
César Ernesto Urquizu Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería, Usac

Ing. Urquizu Rodas.

Esperando que tenga éxitos en sus actividades labores, por este medio hago de su conocimiento que **APRUEBO** el trabajo finalizado de graduación del estudiante de Ingeniería Industrial, **Jorge Arturo Ruiz Calderón** quien se identifica con carné **2013-13805 y CUI 2968330610101**.

Por lo tanto, dejo a su consideración que el estudiante continúe con los trámites. Con el tema: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAMBIOS RÁPIDOS PARA EL PROCESO DE CARGA Y DESCARGA DEL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO OPERACIONAL DE UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA DE CONCENTRADOS Y SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS PARA ANIMALES.**



**Mindy Carolina Ortiz de León**  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No. 16,327

Inga. Mindy Carolina Ortiz de León  
Colegiado No. 16327  
ASESORA



ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.060.023

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAMBIOS RÁPIDOS PARA EL PROCESO DE CARGA Y DEPARTAMENTO DE DESARROLLO OPERACIONAL EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA DE CONCENTRADOS Y SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS PARA ANIMALES**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Arturo Ruiz Calderón**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Renaldo Girón Alvarado  
Ingeniero Industrial  
Colegiado No. 5977

Ing. Renaldo Girón Alvarado  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2023.

/mgp



ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LNG.DIRECTOR.219.EMI.2023

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 Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAMBIOS RÁPIDOS PARA EL PROCESO DE CARGA Y DESCARGA DEL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO OPERACIONAL EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA DE CONCENTRADOS Y SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS PARA ANIMALES**, presentado por: **Jorge Arturo Ruíz Calderón**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por  
Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Motivo: Ingeniero Industrial  
Ubicación: Facultad de  
Ingeniería, Escuela de  
Ingeniería Mecánica  
Industrial, USAC  
Colegiado 4,272  
Periodo: julio a diciembre año  
2023

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

Guatemala, octubre de 2023.

LNG.DECANATO.OI.723.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAMBIOS RÁPIDOS PARA EL PROCESO DE CARGA Y DESCARGA DEL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO OPERACIONAL EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA DE CONCENTRADOS Y SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS PARA ANIMALES**, presentado por: **Jorge Arturo Ruíz Calderón**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. José Francisco Gómez Rivera ★

Decano a.i.

Guatemala, octubre de 2023

JFGR/gaoc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser siempre el centro de toda mi vida y por guiarme, cuidarme y bendecirme.
- Mis padres** Edwin Ruiz y Telma Calderón, por siempre creer en mí y el apoyo que me han brindado a lo largo de este trayecto.
- Mis hermanos** Hugo, Rolando y Melisa Ruíz, por estar siempre apoyándome y alentándome a seguir adelante, sin importar lo complicado de cada prueba y por su amor incondicional.
- Mis amigos** Por ser una bendición en mi vida, por su apoyo y cariño incondicional. Por ser parte de tantas buenas y malas anécdotas de mi vida. Por ser incondicionales.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de formarme como profesional, estoy orgulloso de pertenecer a esta alma mater

**Facultad de Ingeniería**

Por brindarme los conocimientos y habilidades necesarias para desempeñarme como profesional.

**Mi esposa**

Mindy Ortiz, por ser mi apoyo incondicional, estar en todo momento y ser una gran bendición en mi vida.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. GENERALIDADES DEL PROCESO DE LAS LÍNEA DE EMPAQUE .....	1
1.1. La empresa de suplementos alimenticios para animales .....	1
1.1.1. Descripción de operaciones.....	1
1.2. Productos .....	1
1.2.1. Concentrados .....	2
1.2.2. Suplementos alimenticios .....	3
1.2.3. Cuidado de animales .....	5
1.3. Departamento de Empaque.....	6
1.3.1. Organización del Departamento de Empaque .....	6
1.3.2. Procedimientos para la operación de empaque.....	8
1.3.3. Diagrama de operaciones actual de la línea de empaque.....	10
1.3.4. Diagrama de recorrido actual de la línea de empaque.....	12
1.3.5. Causa y efecto del desperdicio de material de empaque.....	13
1.4. Análisis de la operación de empaque.....	13
1.4.1. Desperdicio de material de empaque .....	14

1.4.2.	Causado por herramientas .....	14
1.4.3.	Causado por proceso .....	16
1.4.4.	Causado por personal .....	17
1.4.5.	Diagrama de Pareto .....	18
1.4.6.	Causas asignables del desperdicio de material de empaques .....	19
1.5.	Secuencia y proceso de manufactura .....	20
1.5.1.	Preparación y herramientas .....	21
1.5.2.	Distribución del área de trabajo .....	21
1.6.	Estudio de tiempos .....	21
1.6.1.	Elementos para el estudio de tiempos .....	22
1.6.2.	Estudio de tiempo cronometrado .....	22
1.6.3.	Tiempo observado del proceso de empaque .....	24
1.6.4.	Tiempo normal del proceso de empaque .....	24
1.7.	Descripción de la técnica cambios rápidos - SMED .....	24
1.7.1.	Observar .....	25
1.7.2.	Identificar y separar .....	26
1.7.3.	Convertir .....	26
1.7.4.	Refinar .....	27
1.7.5.	Estandarizar .....	27
1.8.	Etapas para realizar los cambios rápidos en las líneas de producción .....	27
1.8.1.	Formación de grupos de mejora .....	28
1.8.2.	Reglas de la mejora de los cambios rápidos .....	29
1.8.3.	Cronograma de actividades .....	29
1.8.4.	Identificar los cambios negativos y positivos .....	29
1.8.5.	Análisis de las operaciones del cambio .....	29

2.	SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE OPERACIÓN.....	31
2.1.	Análisis de la operación de empaque.....	31
2.1.1.	Propósito de la operación .....	32
2.1.2.	Diseño .....	32
2.1.3.	Tolerancia y especificaciones.....	33
2.1.4.	Material .....	33
2.2.	Secuencia y proceso de carga y descarga.....	34
2.2.1.	Preparación y herramientas.....	35
2.2.2.	Distribución del área de trabajo .....	36
2.2.3.	Diseño del trabajo .....	37
2.3.	Estudio de tiempos.....	37
2.3.1.	Elementos para el estudio de tiempos.....	37
2.3.2.	Estudio de tiempo cronometrado .....	41
2.3.3.	Tiempo observado .....	42
2.3.4.	Tiempo normal.....	43
2.3.5.	Tiempo estándar.....	44
2.4.	Diagrama del proceso.....	44
2.4.1.	Diagrama de operaciones actual .....	45
2.4.2.	Diagrama de recorrido .....	46
2.5.	Eficiencia actual de la línea de empaque .....	48
2.5.1.	Formato de indicadores de los procesos de empaque.....	49
2.5.2.	Fórmulas de eficiencia de la planta .....	50
2.5.3.	Promedio de indicadores .....	52
2.6.	Tipos de empaque utilizados .....	52
2.6.1.	Empaque de cartón .....	52
2.6.2.	Empaques plásticos.....	57
2.6.3.	Bolsas plásticas.....	61
2.6.4.	Manejo de material de empaque .....	63

2.7.	Control de desperdicio de material de empaque .....	63
2.7.1.	Empaque reutilizable .....	64
2.7.2.	Empaque plástico reciclados.....	64
2.7.3.	Bolsas plásticas recicladas.....	65
3.	PROPUESTA PARA LA UTILIZACIÓN DE CAMBIOS RÁPIDOS PARA EL PROCESO DE CARGA Y DESCARGA .....	67
3.1.	Puntos importantes en la línea de empaque .....	67
3.1.1.	Factores que restringe la productividad .....	67
3.1.2.	Operaciones innecesarias .....	67
3.1.3.	Costo de mano de obra .....	68
3.2.	Método propuesto .....	69
3.2.1.	Observar.....	69
3.2.2.	Identificar.....	70
3.2.3.	Convertir.....	71
3.2.4.	Refinar.....	71
3.2.5.	Estandarizar .....	72
3.2.6.	Indicadores del método propuesto para el manejo de empaque .....	72
3.3.	Condiciones ergonómicas del área de empaque .....	73
3.3.1.	Legislación Guatemalteca .....	74
3.3.2.	Acuerdos gubernativos.....	74
3.3.3.	Normas nacionales.....	74
3.3.4.	Normas internacionales.....	75
3.3.5.	Diseño de estación de trabajo .....	75
3.3.6.	Medidas médicas preventivas .....	76
3.3.7.	Exámenes médicos preventivos.....	76
3.3.8.	Manejo del estrés térmico .....	77

3.3.9.	Condiciones de ambiente y temperatura del área de empaque.....	77
3.4.	Método para identificar causas asignables a la demora de empaque .....	78
3.4.1.	Observar las secuencias del trabajo bimanual .....	78
3.4.2.	Registro de los datos de las acciones de empaque.....	79
3.4.3.	Indicadores de eficiencia .....	79
3.5.	Estudio de tiempos para la mejora del proceso de empaque ...	80
3.5.1.	Estudio de tiempo cronometrado .....	80
3.5.2.	Tiempo observado del proceso de empaque.....	82
3.5.3.	Tiempo normal del proceso de empaque .....	82
3.6.	Análisis del resultado obtenidos de las tomas de tiempo .....	83
3.6.1.	Capacidad del proceso para la línea de empaque...	83
3.6.2.	Ahorro y mejoras de tiempo.....	83
3.7.	Control estadístico del proceso de empaque.....	84
3.7.1.	Gráficos por atributos .....	84
3.7.2.	Capacidad del proceso .....	85
3.8.	Administración de mantenimiento.....	87
3.8.1.	Manejo de materiales y equipo.....	87
3.8.2.	Mantenimiento preventivo.....	88
3.8.3.	Rutinas de mantenimiento .....	88
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE CAMBIOS RÁPIDOS PARA EL PROCESO DE CARGA Y DESCARGA .....	89
4.1.	Aplicación del modelo.....	89
4.2.	Paso 1 preparación .....	89
4.2.1.	Planeación estratégica del modelo .....	89
4.2.2.	Definición del plan .....	90

4.2.3.	Programa de actividades.....	90
4.2.4.	Agenda de planes de acción .....	92
4.3.	Paso 2 análisis .....	93
4.3.1.	Diagrama por qué – porque .....	93
4.3.2.	Antecedentes .....	94
4.3.3.	Diagrama de tiempos .....	94
4.3.4.	Plano de la línea de producción .....	95
4.4.	Paso 3 acción .....	95
4.4.1.	Análisis de actividades .....	95
4.4.2.	Identificación de mejoras.....	96
4.4.3.	Priorización de mejoras .....	96
4.4.4.	Control de Kaizens .....	97
4.5.	Paso 4 resultados .....	97
4.5.1.	Presentación de mejoras.....	98
4.6.	Paso 5 control .....	98
4.6.1.	Seguimiento .....	98
4.6.2.	Estandarización.....	98
4.7.	Procesos de mantenimiento .....	99
4.7.1.	Orden, limpieza y seguridad.....	99
4.7.2.	Desarrollo de personal .....	99
4.7.3.	Clima en el área .....	100
4.8.	Administración de costos .....	100
4.8.1.	Costo de operaciones .....	100
4.8.2.	Costo de almacenamiento.....	101
4.8.3.	Costo de mantenimiento .....	101
4.9.	Manejo de desechos en el área de operaciones.....	102
4.9.1.	Reciclaje de material de empaque .....	102
4.9.2.	Caracterización de los residuos .....	102
4.9.3.	Tratamiento de residuos.....	102



4.10.	Administración de mantenimiento.....	102
4.10.1.	Mantenimiento preventivo.....	103
4.10.2.	Rutinas de mantenimiento.....	103
4.11.	Administración de indicadores .....	104
4.11.1.	Indicadores del proceso de producción .....	104
4.11.2.	Indicadores de desperdicio.....	105
5.	SEGUIMIENTO DE LA PROPUESTA DE CAMBIOS RÁPIDOS PARA EL PROCESO DE CARGA Y DESCARGA.....	107
5.1.	Condiciones ergonómicas .....	107
5.1.1.	Análisis y verificación .....	107
5.1.2.	Normativa .....	107
5.2.	Condiciones del área de empaque.....	107
5.2.1.	Limpieza de áreas de trabajo.....	107
5.2.2.	Desinfección de áreas de trabajo .....	108
5.2.3.	Orden y secuencia de material de empaque .....	108
5.3.	Uso de reciclados .....	109
5.3.1.	Reutilización .....	109
5.3.2.	Venta a empresas recicladoras .....	110
5.3.3.	Disposición final.....	110
5.4.	Manejo de residuos sólidos .....	111
5.4.1.	Caracterización.....	111
5.4.2.	Clasificación .....	112
5.4.3.	Disposición final .....	114
5.4.4.	Reciclaje .....	115
5.4.5.	Compostaje .....	115
5.5.	Medición y verificación .....	117
5.5.1.	Riesgo y molestias de tipo térmico .....	117
5.5.2.	Ruido .....	117

5.5.3.	Iluminación del puesto de trabajo.....	117
5.5.4.	Diseño del puesto de trabajo.....	118
5.6.	Resultados obtenidos.....	119
5.6.1.	Alcance.....	119
5.6.2.	Beneficio.....	119
5.6.3.	Indicadores de producción .....	119
5.7.	Auditorias .....	121
5.7.1.	Auditorías internas .....	121
5.7.2.	Auditorías externas .....	124
5.7.3.	Estadísticas .....	124
5.7.4.	Análisis beneficio costo .....	125
CONCLUSIONES.....		127
RECOMENDACIONES .....		129
REFERENCIAS .....		131
APÉNDICES.....		133

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Concentrado para perro .....	2
<b>Figura 2.</b>	Concentrado para gato .....	3
<b>Figura 3.</b>	Suplementos para perros.....	3
<b>Figura 4.</b>	Suplementos para gato.....	4
<b>Figura 5.</b>	Elementos de cuidado de mascotas .....	5
<b>Figura 6.</b>	Organización del departamento de empaque .....	7
<b>Figura 7.</b>	Diagrama de operaciones.....	11
<b>Figura 8.</b>	Diagrama de recorrido .....	12
<b>Figura 9.</b>	Diagrama de Ishikawa .....	13
<b>Figura 10.</b>	Caja de cartón en mal estado .....	14
<b>Figura 11.</b>	Caja mal sellada .....	15
<b>Figura 12.</b>	Caja incorrectamente embalada .....	16
<b>Figura 13.</b>	Evaluación de las condiciones de las cajas de cartón corrugado .....	17
<b>Figura 14.</b>	Descuido del proceso de despacho.....	18
<b>Figura 15.</b>	Ubicación de zonas de carga y descarga .....	31
<b>Figura 16.</b>	Pallet Shuttle.....	33
<b>Figura 17.</b>	Distribución de área de trabajo .....	36
<b>Figura 18.</b>	Diagrama de operaciones para empaque de productos .....	46
<b>Figura 19.</b>	Diagrama de recorrido del proceso de empaque.....	47
<b>Figura 20.</b>	Tiempo de operación .....	48
<b>Figura 21.</b>	Desempeño de la línea de empaque .....	50
<b>Figura 22.</b>	Cajas de cartón de canal simple.....	53

<b>Figura 23.</b>	Cajas automontables.....	54
<b>Figura 24.</b>	Cajas de cartoncillo .....	55
<b>Figura 25.</b>	Cajas de cartón corrugado .....	56
<b>Figura 26.</b>	Tipos de cajas de cartón .....	56
<b>Figura 27.</b>	PET .....	57
<b>Figura 28.</b>	HDPE .....	58
<b>Figura 29.</b>	PVC polivinilo .....	59
<b>Figura 30.</b>	LPDE.....	59
<b>Figura 31.</b>	PP polipropileno .....	60
<b>Figura 32.</b>	Bolsas de polietileno abiertas.....	62
<b>Figura 33.</b>	Bolsa de polietileno con autocierre.....	63
<b>Figura 34.</b>	Empaque reutilizable .....	64
<b>Figura 35.</b>	Empaque plástico reciclados.....	65
<b>Figura 36.</b>	Bolsas plásticas recicladas.....	66
<b>Figura 37.</b>	Cierre de empaque.....	68
<b>Figura 38.</b>	Observar estación de trabajo .....	70
<b>Figura 39.</b>	Proceso de cierre de caja.....	72
<b>Figura 40.</b>	Estación de empaque.....	76
<b>Figura 41.</b>	Control de hisopado .....	77
<b>Figura 42.</b>	Área de carga y descarga .....	78
<b>Figura 43.</b>	Gráfico C, datos iniciales al estudio.....	85
<b>Figura 44.</b>	Gráfico C, después de la mejora .....	87
<b>Figura 45.</b>	Diagrama de por qué – por qué en la línea de empaque .....	94
<b>Figura 46.</b>	Diagrama de tiempos .....	95
<b>Figura 47.</b>	Distribución del área de empaque .....	109
<b>Figura 48.</b>	Manejo de desechos .....	111
<b>Figura 49.</b>	Distribución de bodega .....	114
<b>Figura 50.</b>	Distribución del centro de acopio .....	115

## TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Toma de tiempos del proceso de empaque .....	9
<b>Tabla 2.</b>	Datos del proceso de empaque .....	19
<b>Tabla 3.</b>	Análisis de Pareto .....	20
<b>Tabla 4.</b>	Tabla Westinghouse .....	39
<b>Tabla 5.</b>	Calificación por nivelación Sistema Westinghouse .....	40
<b>Tabla 6.</b>	Toma de tiempo .....	41
<b>Tabla 7.</b>	Toma de tiempos .....	42
<b>Tabla 8.</b>	Tiempo de operación del diseño en base al método Westinghouse .....	42
<b>Tabla 9.</b>	Tolerancias o concesiones para determinar tiempos estándares .....	43
<b>Tabla 10.</b>	Bitácora de trabajo por la línea de empaque .....	49
<b>Tabla 11.</b>	Definición, conceptualización y operacionalización de variables ..	51
<b>Tabla 12.</b>	Análisis de operaciones .....	73
<b>Tabla 13.</b>	Bimanual .....	79
<b>Tabla 14.</b>	Estudio mejorado .....	81
<b>Tabla 15.</b>	Tiempo observado .....	82
<b>Tabla 16.</b>	Tiempo de empaque .....	83
<b>Tabla 17.</b>	Datos iniciales .....	84
<b>Tabla 18.</b>	Datos obtenidos después de la mejora .....	86
<b>Tabla 19.</b>	Definición del plan de cambio rápido para la línea de empaque ..	90
<b>Tabla 20.</b>	Programa de actividades .....	91
<b>Tabla 21.</b>	Agenda de planes de acción .....	92
<b>Tabla 22.</b>	Contribución de mejoras .....	96
<b>Tabla 23.</b>	Costo de operación mensual .....	100
<b>Tabla 24.</b>	Costo de almacenamiento mensual .....	101

<b>Tabla 25.</b>	Costo de mantenimiento mensual .....	101
<b>Tabla 26.</b>	Tiempos de máquinas .....	103
<b>Tabla 27.</b>	Lista de actividades internas .....	104
<b>Tabla 28.</b>	Bitácora de trabajo por la línea de empaque .....	105
<b>Tabla 29.</b>	Resumen de desperdicio por semana .....	106
<b>Tabla 30.</b>	Resumen de eficiencia por línea .....	106
<b>Tabla 31.</b>	Formulario de ingreso de desechos .....	116
<b>Tabla 32.</b>	Indicadores de empaque .....	120
<b>Tabla 33.</b>	Auditoría interna .....	121
<b>Tabla 34.</b>	Indicadores de empaque .....	124
<b>Tabla 35.</b>	Flujo de caja proyectado .....	125

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>km</b>	Kilómetro
<b>M</b>	Metro
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Q.</b>	Quetzales





## GLOSARIO

<b>Auditoría</b>	Análisis y gestión de sistemas para identificar y posteriormente corregir las diversas vulnerabilidades que pudieran presentarse en una revisión exhaustiva de las estaciones de trabajo.
<b>Capacitación</b>	La capacitación es un proceso continuo de enseñanza-aprendizaje, mediante el cual se desarrolla las habilidades y destrezas de los servidores, que les permitan un mejor desempeño en sus labores habituales. Puede ser interna o externa, de acuerdo con un programa permanente, aprobado y que pueda brindar aportes a la institución.
<b>Costo</b>	Es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien o servicio. Todo proceso de producción de un bien supone el consumo o desgaste de una serie de factores productivos.
<b>Eficiencia</b>	Es la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un objetivo con el mínimo de recursos posibles. No debe confundirse con eficacia, que se define como la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

**Productividad**

Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

## RESUMEN

La demanda ha crecido durante los meses de cuarentena que ha estado Guatemala por medidas presidenciales, ante esto se han visto en la necesidad de cubrir el mercado ante la necesidad del usuario, dado que la cantidad de pedidos ha tenido un repunte de 25 %, a comparación a datos históricos que el promedio de pedidos al mes en base a estadísticas de la memoria de labores 2019 es de 2000 pedidos por mes, esto hace que la cantidad de trabajo no sea posible completarla con la jornada de trabajo teniendo la necesidad de extender turnos en las diferentes áreas involucradas en proceso.

Una de las principales causas de los atrasos en el empaque ya que no se cuenta con el personal tampoco con el equipo necesario para realizar un proceso en línea. El proceso queda pendiente hasta encontrar el espacio disponible de todo el personal para poder ejecutar su empaque durante 21 horas distribuido según lo decida el personal a cargo de la línea. Como la empresa es distribuidora y proveedora autorizada de varias marcas comerciales del sector de alimentos para animales, productos de venta libre, suministros para limpieza, accesorios para mascotas, la demanda se mantiene constante, con el referente que las personas tienen la opción de solicitar a domicilio sus pedidos.



# OBJETIVOS

## General

Desarrollar un sistema de cambios rápidos para el proceso de carga y descarga del departamento de desarrollo operacional para mejorar sus tiempos de operación y la reducción de costos operacionales.

## Objetivos

1. Identificar la situación actual de la línea de empaque para determinar las causas asignables de las demoras en el despacho de pedidos.
2. Identificar los métodos para controlar los desperdicios de material de empaque en la línea para reducir costos de materia prima.
3. Determinar el análisis financiero de la propuesta para la empresa, para evaluar si es rentable la inversión y su periodo de recuperación de capital.
4. Establecer las medidas de control para la utilización de SMED, para establecer los tiempos estándares de las operaciones de empaque, carga y descarga de productos.



## INTRODUCCIÓN

La empresa en estudio se encuentra en el sector comercial de importación y comercialización de alimentos y suplementos vitamínicos para animales, en Guatemala representa varias marcas para su promoción en cadenas de supermercados, veterinarias, *pet shop*, agro servicios.

Cuenta con alianzas estratégicas en ser distribuidor autorizado de varias marcas, para clínicas médicas veterinarias, en las cuales provee de productos, concentrados para animales, accesorios, equipo para el traslado de pacientes, así como proveen para tiendas de venta de artículos, suministros alimentos de mascotas, surten de diferentes marcas de concentrado, dado que hay variedad de razas y tamaños de perros, gatos, así como como tiene alimentos para tortugas, peces, hámsteres, entre otra variedad de mascotas.

La utilización de cambios rápidos para incrementar la productividad hace posible responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda y crea las condiciones necesarias para las reducciones de los plazos de fabricación, distribución, así como las operaciones de carga y descarga, es un beneficio para el sistema de logística de almacenes, bodegas, centro de distribución. Ha llegado el tiempo de despedirse de los mitos añejos de la producción anticipada y en grandes lotes. La producción flexible solamente es accesible a través del SMED, Shigeo Shingo. SMED es el acrónimo de las palabras *single -minute exchange of dies*, que significa que los cambios de formato o herramienta necesarios para pasar de un lote al siguiente se pueden llevar a cabo en un tiempo inferior a 10 minutos, lo que permite optimizar recursos humanos, equipo y maquinarias, así

como tener un control de los costos que se incurren en los procesos de logística (Crown Holdings, Inc, 2003).



# **1. GENERALIDADES DEL PROCESO DE LAS LÍNEA DE EMPAQUE**

## **1.1. La empresa de suplementos alimenticios para animales**

La empresa tiene el giro comercial de las líneas de alimentos para mascotas, suplementos alimenticios, accesorios, cuenta con varias alianzas con clínicas veterinarias, tiendas de mascotas, así como es proveedor de marcas reconocidas de concentrado para perros de razas pequeñas, razas grandes, gatos, conejos, animales de corral, tortugas, peces, anfibios, entre otros.

### **1.1.1. Descripción de operaciones**

Dentro de las operaciones de la empresa en estudio, cada día se envían pedidos a diferentes zonas de la capital, así como los Departamentos, entre los cuales según datos proporcionados por la gerencia de operaciones Sacatepéquez, Escuintla, Suchitepéquez, Jutiapa, Jalapa, Alta Verapaz, Quetzaltenango son los que mayor demanda tienen, hay otros departamentos que igual se cubre demanda.

## **1.2. Productos**

Dentro de las líneas de comercialización están los concentrados, suplementos, y artículos de cuidado personal.

### 1.2.1. Concentrados

Dentro de las líneas de concentrado, manejan diferentes marcas reconocidas a nivel nacional e internacional, ofreciendo medidas de 5 lb, 15 lb, 30 lb y 40 lb.

#### Figura 1.

*Concentrado para perro*



*Nota.* La imagen muestra productos para perros. Obtenido de NutriSource (s.f.). *Nuestra comida.* (<https://nutrisourcepetfoods.com/es/category/our-food/nutrisource/>), consultado el 10 septiembre de 2021. De dominio público.

## Figura 2.

### Concentrado para gato



Nota. La imagen muestra productos para gatos. Obtenido de NutriSource (s.f.). *Nuestra comida.* (<https://nutrisourcepetfoods.com/es/category/our-food/nutrisource/>), consultado el 10 septiembre de 2021. De dominio público.

### 1.2.2. Suplementos alimenticios

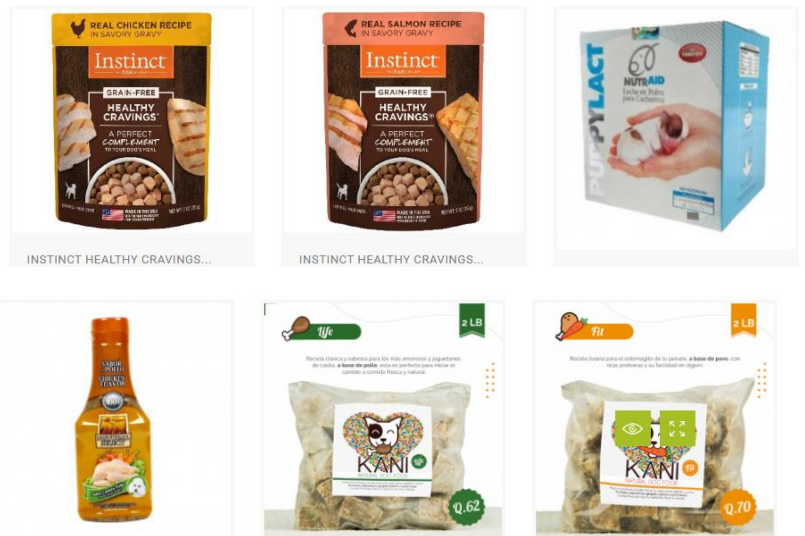
Dentro de las líneas de suplemento alimenticio están vitaminas, concentrados especiales sin sal, croquetas para perros, comida húmeda para gatos.

## Figura 3.

### Suplementos para perros

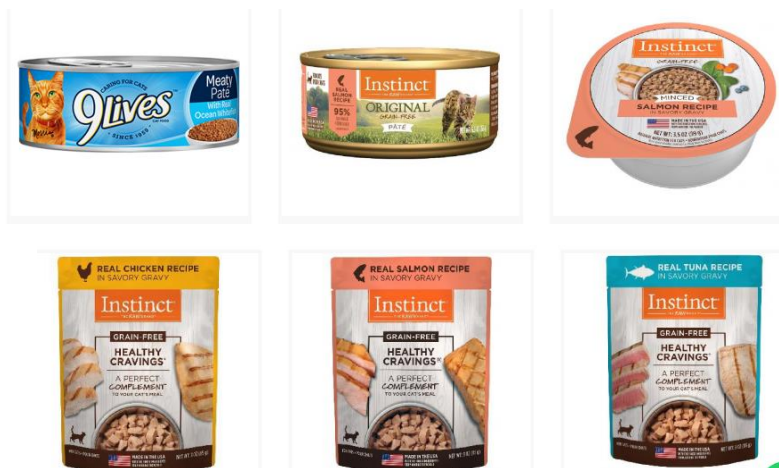


Continuación de la figura 3.



Nota. La imagen muestra suplementos alimenticios para perros. Obtenido de Premium Pet Care Guatemala (s.f.). Por mascota. ([https://premiumpetcaregt.com/product\\_brand/instinct/](https://premiumpetcaregt.com/product_brand/instinct/)), consultado el 10 septiembre de 2021. De dominio público.

**Figura 4.**  
*Suplementos para gato*



Continuación de la figura 4.



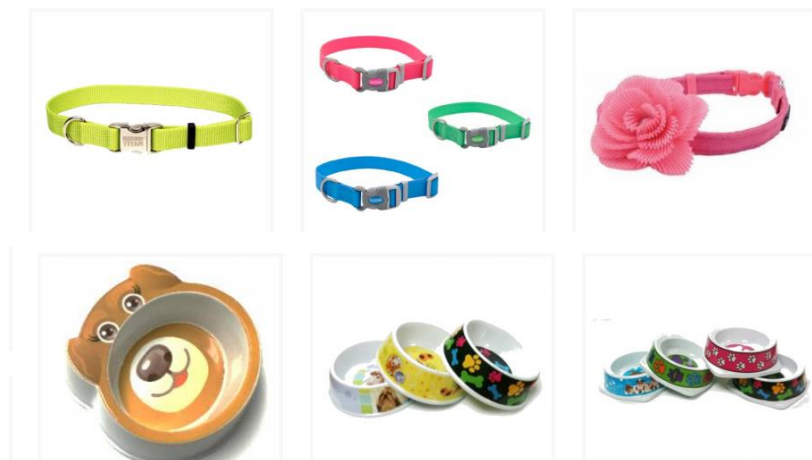
*Nota.* La imagen muestra suplementos alimenticios para gato. Obtenido de Premium Pet Care Guatemala (s.f.). *Por mascota.* ([https://premiumpetcaregt.com/product\\_brand/instinct/](https://premiumpetcaregt.com/product_brand/instinct/)), consultado el 10 septiembre de 2021. De dominio público.

### 1.2.3. Cuidado de animales

Dentro del cuidado de animales, están las pipetas para pulgas, collares para pulgas, areneros para gato, cepillos, collares, cadenas, pecheras para perro, jaulas para transportar animales, entre otros.

#### Figura 5.

*Elementos de cuidado de mascotas*



Continuación de la figura 5.



*Nota.* La imagen muestra elementos de cuidado para las mascotas. Obtenido de Arca de Noé (s.f.). *Por accesorios.* (<https://arcadenoe.com.gt/collections/accesorios-para-perro-j?page=2>), consultado el 10 septiembre de 2021. De dominio público.

### **1.3. Departamento de Empaque**

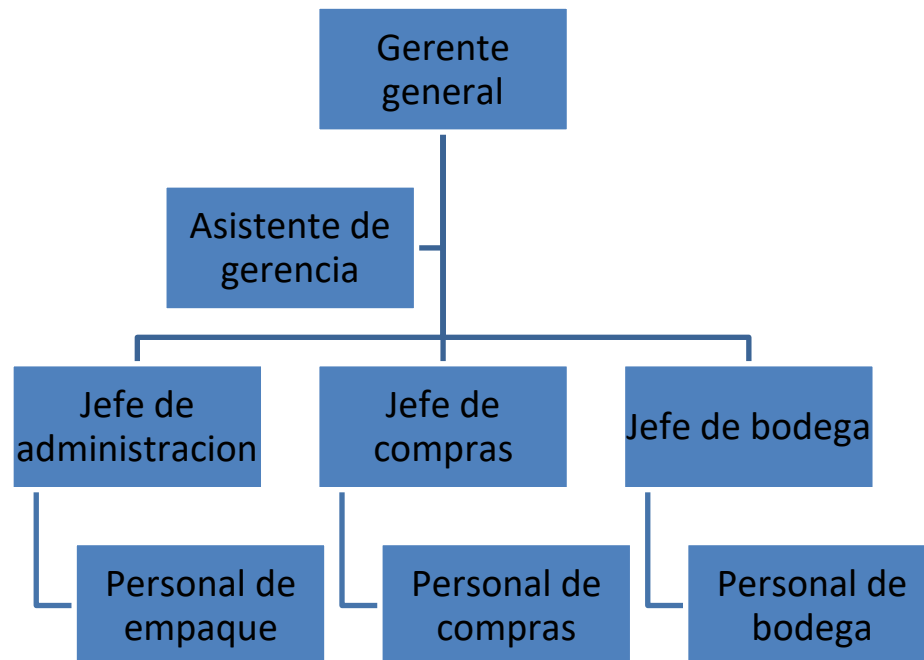
El Departamento de Empaque está conformado por un jefe de operaciones que coordina con los operarios las estaciones de trabajo y las actividades asignadas.

#### **1.3.1. Organización del Departamento de Empaque**

Para la organización se ubican turnos de trabajo de ocho horas diarias, cuarenta y cinco minutos de almuerzo.

**Figura 6.**

*Organización del departamento de empaque*



*Nota.* La imagen muestra el organigrama del departamento de empaque. Elaboración propia, realizado con Word.

- Gerente general: planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar los procesos de personal, logística, presupuestos, empaque.
- Jefe de administración: brindar apoyo tecnológico a empresas en lo vinculado al empaque, es decir, envases, cajones y accesorios de empaque y en lo referido al manipuleo de productos.
- Jefe de compras: atender las necesidades de atención a través una buena administración y la mejor valorización del procedimiento de adquisición de material de empaque y embalaje, servicios, por medio de un proceso de compra competitivo, justo e imparcial.

- Jefe de bodega: controlar y resguardar el producto que vaya saliendo, prever que los procesos de surtido y empaque se efectúen con calidad, eficiencia, rentabilidad, a fin de que lleguen oportuna y confiablemente a los clientes y puntos de venta propios.
- Personal de empaque: es el encargado del proceso de empaque y embalaje de cada pedido que es enviado a los clientes.
- Personal de compras: es el encargado de gestionar el proceso de compras para los recursos de material de empaque, suministros, artículos de oficina.
- Personal de bodega: encargado del resguardo, control, registro, evaluación de inventarios de bodega.

### **1.3.2. Procedimientos para la operación de empaque**

El embalaje es todo aquello necesario en el proceso de acondicionar los productos para protegerlos, y/o agruparlos de manera temporal pensando en su manipulación, transporte y almacenamiento. Con este formato preservamos la calidad de la carga a la vez que se mantiene a salvo, en todas aquellas operaciones en la que se ve envuelta, durante el trayecto entre el exportador y el importador.

En la empresa en estudio se observó por quince días el proceso que conlleva las actividades de empaque, para lo cual se tomó un tiempo promedio de las operaciones.



A continuación, se presenta el resumen de las tomas de los datos.

**Tabla 1.**

*Toma de tiempos del proceso de empaque*

<b>Día</b>	<b>Dispensado</b>	<b>Recepción de producto</b>	<b>Codificado</b>	<b>Llenado</b>	<b>Etiquetado</b>	<b>Armado de pallet</b>
<b>1</b>	11	34	14	31	11	31
<b>2</b>	10	33	13	30	10	31
<b>3</b>	11	33	15	30	11	31
<b>4</b>	9	34	15	28	9	33
<b>5</b>	9	32	14	28	9	30
<b>6</b>	11	33	14	29	11	29
<b>7</b>	10	32	14	30	9	29
<b>8</b>	10	32	15	30	9	28
<b>9</b>	10	32	15	30	11	30
<b>10</b>	10	34	15	31	11	30
<b>11</b>	10	33	13	32	10	33
<b>12</b>	10	33	14	31	9	31
<b>13</b>	10	34	15	30	10	30
<b>14</b>	9	34	15	31	9	30
<b>15</b>	9	33	15	31	9	31
<b>Promedio</b>	9.93	33.07	14.40	30.13	9.87	30.47

*Nota.* Tiempo estimado en minutos para el armado de un pallet. Elaboración propia, realizado con Word.

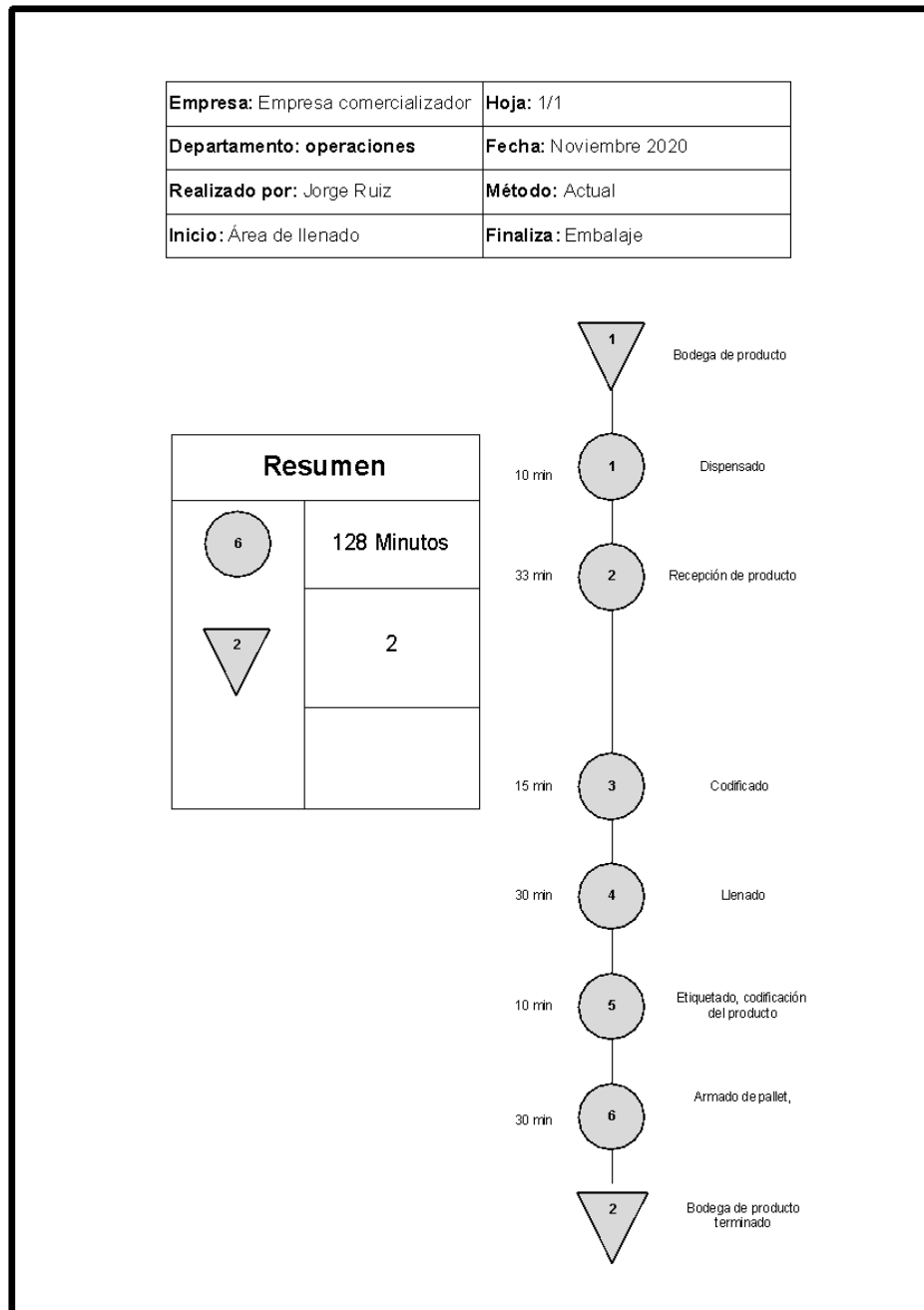
Con la recopilación de la información de la tabla 1, se procedió a realizar el diagrama de operaciones.

### **1.3.3. Diagrama de operaciones actual de la línea de empaque**

Las actividades que se realizan son las siguientes, como el primer paso de la bodega se procede a realizar el dispensado de los productos que serán enviados a los clientes, esto inicia con el dispensado, se hace la recepción del producto, se codifica para ser enviado, en el cual se colocan los datos de destino como dirección, ubicación de entrega, nombre del cliente, entre otros datos. Se procede al llenado de producto en las cajas de cartón corrugado. Se colocan las etiquetas con códigos de barra para su identificación y rastreo, se arma el pedido en pallet para ser cargados a los camiones repartidores.

**Figura 7.**

*Diagrama de operaciones*



*Nota.* Seis operaciones toman un tiempo de 128 minutos. Elaboración propia, realizado con Visio.

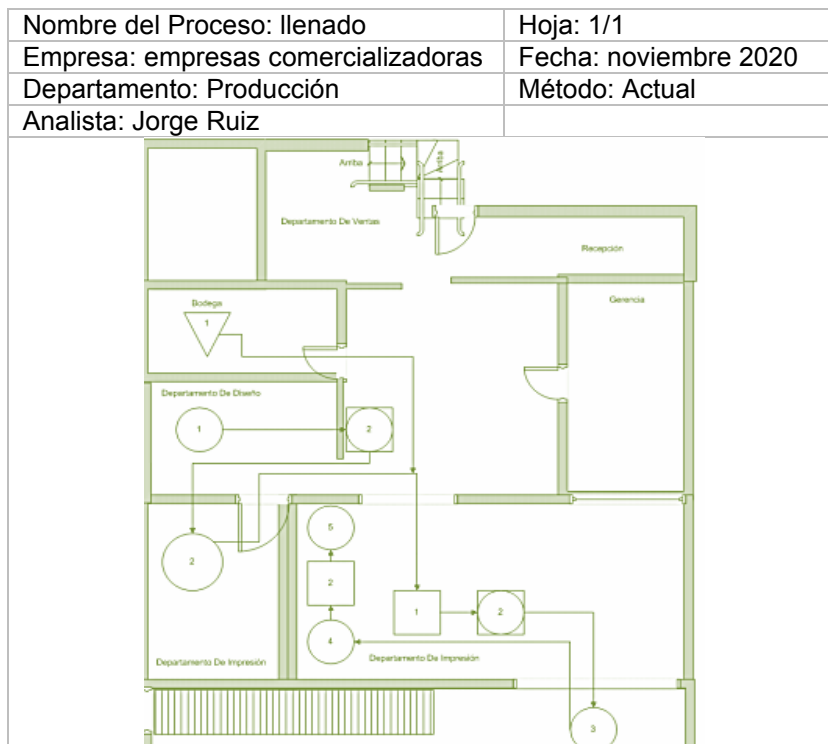
### 1.3.4. Diagrama de recorrido actual de la línea de empaque

Es una representación gráfica de la distribución de la planta actual, que muestra la localización de todas las actividades del diagrama de proceso de recorrido.

Su construcción incluye la identificación de cada actividad con el símbolo que lo representa y número correspondiente al que aparece en el diagrama de proceso de recorrido. La dirección del flujo se indica con el sentido de las flechas sobre las líneas.

**Figura 8.**

*Diagrama de recorrido*

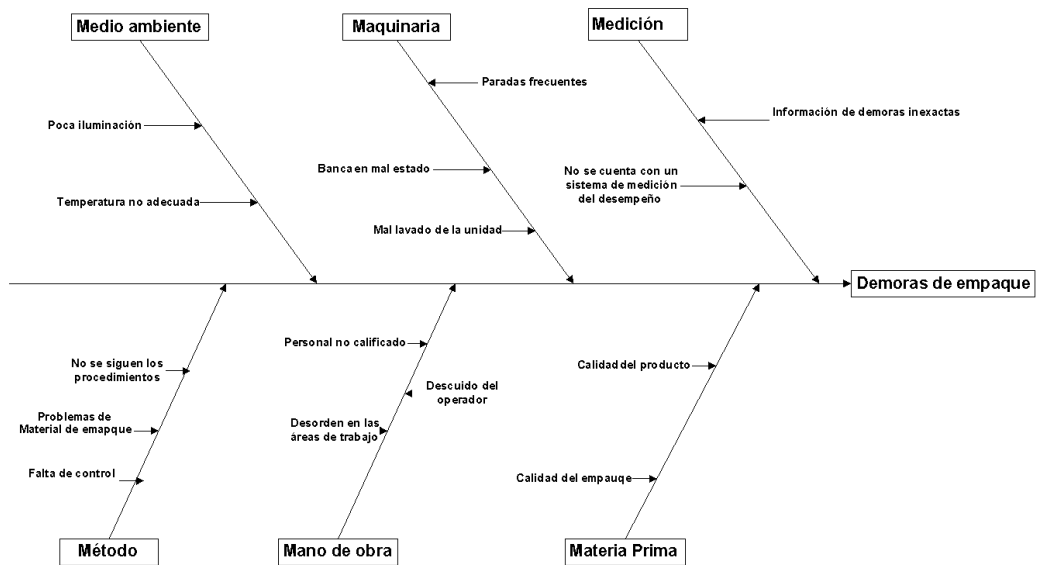


*Nota.* Recorrido del proceso de empaque. Elaboración propia, realizado con Visio.

### 1.3.5. Causa y efecto del desperdicio de material de empaque

Para establecer la causa y efecto que se produce en el área de producción, se realizaron entrevistas estructuradas y no estructuradas con el jefe de operaciones.

**Figura 9.**  
*Diagrama de Ishikawa*



*Nota.* El diagrama presenta los problemas actuales en el área de empaque. Elaboración propia, realizado con Visio.

### 1.4. Análisis de la operación de empaque

En base a los reportes de producción y entrevista con el jefe de operaciones se identificó las causas que hacen que el proceso de empaque no sea continuo.

#### **1.4.1. Desperdicio de material de empaque**

El desperdicio del material de empaque se genera porque el operador no tiene cuidado al tomar una caja de cartón, se rompe, coloca de forma incorrecta el tape sellador, no rótula la caja. En la figura 10 se tomó una foto de evidencia en la cual las cajas de cartón corrugado están en mal estado por dejarlas en un área con humedad las cual no permite que sean utilizadas, ya que están mojadas.

#### **Figura 10.**

*Caja de cartón en mal estado*



*Nota.* Esto a causa de que en algunas áreas existe humedad. Elaboración propia.

#### **1.4.2. Causado por herramientas**

El uso de cuchillas, tijeras, y selladores es fundamental, en ocasiones se daña la caja de cartón debido que, al cortar la caja se sobre pasa la dimensión troquelada, se daña por completo el material.

Otro factor que se da es la errónea colocación de etiquetas, lo que hace utilizar una caja nueva, otro factor es si las cajas de cartón están húmedas no son aptas para su uso.

**Figura 11.**

*Caja mal sellada*



*Nota.* El mal sellado se debe a la falta de capacitación que se le brinda al personal o falta de compromiso. Elaboración propia.

## **Figura 12.**

### *Caja incorrectamente embalada*



*Nota.* El mal sellado se debe a la falta de capacitación que se le brinda al personal o falta de compromiso. Elaboración propia.

#### **1.4.3. Causado por proceso**

En esta parte el daño se genera por parte de los productos en los que un saco se rompe al introducirlo a la caja y por lo cual el producto como el empaque son daños no se pueden reutilizar.

En el proceso de dispensado, no se cuenta con todo el producto en bodega para ser despachado, por lo cual hay faltantes de sacos de concentrados, lo que hace que se genere un paro no programado en lo que se resuelve el abastecimiento nuevamente para continuar la línea de proceso y despacho.



**Figura 13.**

*Evaluación de las condiciones de las cajas de cartón corrugado*



*Nota.* Forma correcta de sellar una caja. Elaboración propia.

**1.4.4. Causado por personal**

Descuido propio del operario ante no poner atención al proceso de empaque y cuidado del producto.

## Figura 14.

*Descuido del proceso de despacho*



*Nota.* El mal sellado se debe a la falta de capacitación que se le brinda al personal o falta de compromiso. Elaboración propia.

### 1.4.5. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto nos permite identificar y clasificar la información de mayor a menor relevancia. Por lo cual los datos obtenidos para el estudio de Pareto se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 2.**

*Datos del proceso de empaque*

<b>Causa / problema / fenómeno</b>	<b>Datos recolectados</b>
Falta de mantenimiento preventivo	80
Orden de herramientas	50
Identificación de insumos	50
Asignación de tareas	50
Control del proceso	10
Planificación de actividades	15
Registro de mantenimiento	20
Uso de hojas de control	20
Seguimiento de las reparaciones	20
Falta de control de inventarios de repuestos	40
Procedimientos estándares	19
Descuido del operador	18
Bitácora de operaciones	15
Control de calidad	14
Manual de mantenimiento	44

*Nota.* Número de muestras obtenidas por proceso. Elaboración propia, realizado con Word.

#### **1.4.6. Causas asignables del desperdicio de material de empaque**

Se describen las causas del desperdicio de material de empaque.

**Tabla 3.***Análisis de Pareto*

	<b>Posición real (causas y datos ordenados)</b>		<b>Frecuencia acumulada</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>1</b>	Falta de mantenimiento preventivo	80	80	17 %	17 %
<b>2</b>	Orden de herramientas	50	130	11 %	28 %
<b>3</b>	Identificación de insumos	50	180	11 %	39 %
<b>4</b>	Asignación de tareas	50	230	11 %	49 %
<b>5</b>	Manual de mantenimiento	44	274	9 %	59 %
<b>6</b>	Falta de control de inventarios de repuestos	40	314	9 %	68 %
<b>7</b>	Registro de mantenimiento	20	334	4 %	72 %
<b>8</b>	Uso de hojas de control	20	354	4 %	76 %
<b>9</b>	Seguimiento de las reparaciones	20	374	4 %	80 %
<b>10</b>	Procedimientos estándares	19	393	4 %	85 %
<b>11</b>	Descuido del operador	18	411	4 %	88 %
<b>12</b>	Planificación de actividades	15	426	3 %	92 %
<b>13</b>	Bitácora de operaciones	15	441	3 %	95 %
<b>14</b>	Control de calidad	14	455	3 %	98 %
<b>15</b>	Control del proceso	10	465	2 %	100 %

*Nota.* Ordenamiento de datos de forma ascendente. Elaboración propia, realizado con Word.

### **1.5. Secuencia y proceso de manufactura**

Para la secuencia de los procesos de manufactura, la empresa cuenta con un sistema de control de inventarios de materias primas e insumos, para lo cual utilizan el sistema de ABC.

### **1.5.1. Preparación y herramientas**

Para la preparación y uso de herramientas, el departamento de producción, determina la cantidad de herramientas a utilizar en base a la cantidad de producción a realizar de los diferentes productos que se fabrican, así como la mano de obra requerida, capacidad de la máquina, tiempos de preparación.

### **1.5.2. Distribución del área de trabajo**

El objetivo principal del departamento de producción es desarrollar un sistema de producción que permita la manufactura del número deseado de productos con la calidad deseada al menor costo.

## **1.6. Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos es una técnica que permite determinar el tiempo para realizar una tarea con la mayor exactitud posible, partiendo de un número determinado de observaciones

Al realizar el estudio de tiempos se podrán establecer los tiempos estándares para mejorar los procesos de producción.

- Estudio cronometrado de tiempos: básicamente para realizar el estudio de tiempos se usaron métodos de lectura vuelta a cero en el caso de actividades con operaciones prolongadas y continuas cuando las operaciones tenían ciclos cortos, en el tema de tiempos estándar se indica la forma en que se manejó el número de observaciones usadas

- Para determinar los tiempos estándares de cada una de las operaciones de los procesos en la empresa se siguieron los siguientes pasos:
  - Se observaron las operaciones tipificándose con un nombre.
  - Se selección al operador, tomando en cuenta sus años de experiencia en la realización de la tarea, facilidad al realizar la tarea, para ello se utilizó un operario medio, calificando como un 100 %.

#### **1.6.1. Elementos para el estudio de tiempos**

Para la preparación del estudio de tiempo, el analista debe iniciar por seleccionar la operación, ¿Qué operación se va a medir?, para lo cual se deben de tomar los siguientes criterios:

- El orden de las operaciones según se presentan en el proceso
- La posibilidad de ahorro que representa la operación
- Costo anual de operación

#### **1.6.2. Estudio de tiempo cronometrado**

El estudio de tiempo es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar una tarea determinada.

Un estudio de tiempos cronometrado se lleva a cabo cuando:

- Se va a realizar una tarea nueva
- Se presentan quejas de los trabajadores

- Se encuentran demoras
- Se desea fijar tiempos estándar
- Se encuentran bajos rendimientos

Los pasos para la realización del estudio de tiempo son:

- Preparación
  - Selección de la operación
  - Selección del trabajador
  - Se realiza un análisis del método de trabajo
- Ejecución
  - Se obtiene y se registra la información
  - Se separan las tareas en elementos
  - Se cronometra
  - Se calcula el tiempo observado
- Valoración
  - Valor del ritmo de trabajo
  - Se calcula el tiempo base
- Suplementos
  - Análisis de demoras
  - Estudio de fatiga
  - Cálculo de suplementos y tolerancias

- Tiempo estándar
  - Error de tiempo estándar
  - Cálculo de frecuencia de los elementos

### **1.6.3. Tiempo observado del proceso de empaque**

El tiempo observado se define como la medida de tiempo que registra el analista de tiempos al momento de efectuar el estudio de la operación.

### **1.6.4. Tiempo normal del proceso de empaque**

Es el 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

## **1.7. Descripción de la técnica cambios rápidos - SMED**

Shigeo Shingo está considerado como uno de los padres del TPS (Toyota Production System) junto con Taichi Ohno y aunque a Taichi Ohno se le considera el creador de los conceptos y las ideas que sustentan el modelo de producción de Toyota, a Shigeo Shingo se le atribuye la capacidad de hacer factibles los planteamientos de Ohno, convirtiéndolos en técnicas y herramientas concretas. Shingo es conocido por la técnica SMED que desarrollaremos con detalle a continuación, pero también por ser una eminencia en el mundo de la calidad. Sentó las bases del ZQC (*zero quality control*) que propugna la eliminación de la no calidad en el origen y relacionado con ello, inventó la utilización de los *poka yokes*, que son mecanismos que hacen imposible la generación de errores en los procesos productivos (CDI Lean, 2020).



El SMED hace posible responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda y crea las condiciones necesarias para las reducciones de los plazos de fabricación. Ha llegado el tiempo de despedirse de los mitos añejos de la producción anticipada y en grandes lotes. La producción flexible solamente es accesible a través del SMED, Shigeo Shingo. SMED es el acrónimo de las palabras *single - minute exchange of dies*, que significa que los cambios de formato o herramienta necesarios para pasar de un lote al siguiente se pueden llevar a cabo en un tiempo inferior a 10 minutos.

### **1.7.1. Observar**

El proceso de cambio de lote discurre desde la última pieza correcta del lote anterior, hasta la primera pieza correcta del lote siguiente.

En este primer paso, se realiza la observación detallada del proceso con el fin de comprender cómo se lleva a cabo éste y conocer el tiempo invertido.

Son 3 las actividades principales:

- Filmación completa de la operación de preparación. Se presta especial atención a los movimientos de manos, cuerpo y ojos. Cuando el proceso de cambio se lleva a cabo por varias personas, todas ellas deben ser grabadas de forma simultánea.
- Creación de un equipo de trabajo multidisciplinar, en el que deben figurar los protagonistas de la grabación, personal de producción, encargados, personal de mantenimiento, calidad, entre otros. En esta fase se aclaran dudas y se recopilan ideas.

- Elaboración del documento de trabajo, donde se resumirán de forma sencilla las actividades realizadas y los tiempos que comprenden (CDI Lean, 2020).

### **1.7.2. Identificar y separar**

Se entiende por operaciones internas aquéllas que se deben realizar con la máquina parada. Las operaciones externas son las que pueden realizarse con la máquina en funcionamiento.

Inicialmente todas las operaciones se hallan mezcladas y se realizan como si fuesen internas, por eso es tan importante la fase de identificación y separación.

Por ejemplo: transportar el molde, que se utilizará en el siguiente lote, hasta la máquina es una operación externa, ya que se puede realizar al margen de que la máquina esté funcionando. Limpiar el tamiz en un molino de pintura debe realizarse con la máquina parada y por eso se considera una operación interna (CDI Lean, 2020).

### **1.7.3. Convertir**

En esta fase las operaciones externas pasan a realizarse fuera del tiempo de cambio, reduciéndose el tiempo invertido en dicho cambio.

#### **1.7.4. Refinar**

En este punto se busca la optimización de todas las operaciones, tanto internas como externas, con el objetivo de acortar al máximo los tiempos empleados.

Los tiempos de las operaciones externas se reducen mejorando la localización, identificación y organización de útiles, herramientas y resto de elementos necesarios para el cambio.

Para la reducción de los tiempos de las operaciones internas se llevan a cabo operaciones en paralelo, se buscan métodos de sujeción rápidos y se realizan eliminaciones de ajustes (Hartmann, 1999).

#### **1.7.5. Estandarizar**

La última fase busca mantener en el tiempo la nueva metodología desarrollada.

Para ello se genera documentación sobre el nuevo procedimiento de trabajo, que puede incluir documentos escritos, esquemas o nuevas grabaciones de vídeo.

### **1.8. Etapas para realizar los cambios rápidos en las líneas de producción**

Se describen las etapas para realizar los cambios rápidos.

### **1.8.1. Formación de grupos de mejora**

Como primer paso, se hacen grupos para trabajar cada fase del proceso, en el cual se sectoriza cada elemento del empaque, como la selección de los operarios, material de empaque, productos.

Dentro de las acciones de manejo de los paquetes de cajas previo a su uso se toman las siguientes medidas.

- Tomar precauciones cuando los paquetes se transportan manualmente.
- Almacenar los paquetes con cajas en bodegas o almacenes cerrados y bien ventilados, evitando la humedad, el sol directo y el excesivo calor.
- Los paquetes de cajas se deben colocar sobre estibas o plataformas, de tal forma que queden separados del suelo.
- Los paquetes se deben colocar en posición horizontal, nunca vertical.
- Los paquetes se deben apilar hasta una altura máxima de cinco metros, trabándolos en cada tendido. De esta forma se obtiene un arrume estable y se evita la posibilidad de derrumbamiento.
- La rotación de material de empaques debe hacerse PEPS primeras en entrar, primeras en salir. Al movilizar manualmente los paquetes, se deben tomar por los bordes, nunca de los zunchos utilizados para amarrarlos

### **1.8.2. Reglas de la mejora de los cambios rápidos**

Las reglas se basan en tener una mejor continua, en observar cada acción que se realiza e identificar las causas asignables de la demora.

### **1.8.3. Cronograma de actividades**

El cronograma de actividades tiene como objetivo que cada miembro del equipo de trabajo identifique las tareas y el tiempo que tiene para efectuar una actividad.

### **1.8.4. Identificar los cambios negativos y positivos**

En base a detectar los paros no programados, se cuantifica qué elementos, acciones son las que hacen que el proceso se demore.

### **1.8.5. Análisis de las operaciones del cambio**

Con la mejora se identifica por parte de una auditoría, los elementos, acciones que son necesarias modificar y sobre todo dar seguimiento se dan las siguientes acciones

- Indicaciones para el armado de cajas
  - Abrir las cajas plegadas y formar el fondo sin forzar sus esquinas o quebrar sus caras.
  - Al pegar, encintar o grapar las aletas del fondo, se debe verificar que las cajas queden bien cuadradas.

- Llenado de cajas
  - Se debe introducir el producto en forma ordenada, sin empujar o doblar hacia fuera las caras laterales, ni rasgar las esquinas de la caja.
  - Si es necesario trasladar las cajas con producto cuando estas aún no están cerradas, se deben tomar por la base, nunca de las aletas superiores. Para cerrar o sellar las aletas de la caja, se debe utilizar en lo posible el engomado, ya que este ofrece el mejor desempeño durante la vida del embalaje.
  
- Manejo y cuidados de las cajas de cartón
  - Las cajas de cartón deben protegerse de la humedad.
  - Se debe evitar el aplastamiento de las ondas de corrugación.
  - Las caras y esquinas no se deben quebrar o doblar durante el proceso de empacado.
  - Las cajas no deben cerrarse temporalmente trabando las aletas.
  - Siempre se deben seguir las instrucciones impresas.
  - Las cuatro esquinas deben quedar bien apoyadas sobre una superficie plana y firme.

## 2. SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE OPERACIÓN

### 2.1. Análisis de la operación de empaque

La planta cuenta con equipo y herramienta para establecer un método de trabajo, cuenta con una máquina llenadora, bandas transportadoras. Los operarios colocan cada pedido en tarimas previo a ser colocado en los camiones repartidores.

#### Figura 15.

*Ubicación de zonas de carga y descarga*



*Nota.* Maquinaria del área de empaque. Elaboración propia.

### **2.1.1. Propósito de la operación**

El propósito de la operación de empaque es colocar todos los productos de pedidos en cajas de cartón corrugado, *stretch film*, bolsa para ser trasladados al área de carga y descarga y ser transportados a los diferentes lugares de despacho según las órdenes de envío.

### **2.1.2. Diseño**

Se cuenta con tres bloques de racks de 10 m de altura con el sistema Pallet Shuttle semiautomático que, en total, tienen una capacidad de almacenaje para 7.278 pallets. En dos de ellos, se han habilitado dos túneles de *picking* que recorren la parte inferior del bloque de estanterías. Mientras que en los niveles superiores se encuentran los canales con el sistema Pallet Shuttle, en los inferiores se han abierto los pasillos. En ellos, los operarios recogen las referencias que conforman cada pedido directamente de los pallets ubicados en canales dinámicos.



## **Figura 16.**

### *Pallet Shuttle*



*Nota.* Área de estibado y almacenamiento. Elaboración propia.

### **2.1.3. Tolerancia y especificaciones**

En base a políticas de la empresa, solo se permite el 2 % de desperdicio de material de empaque, debido que se busca mantener reducidos los costos de operación.

### **2.1.4. Material**

El servicio de empaque en logística también es conocido como *packing*, no obstante, la empresa en estudio presta este servicio lo hacen generalmente como un complemento de su servicio principal que es el almacenamiento en bodegas.

En el caso del servicio de *packing* se realiza empaque secundario y terciario así:

- Empaque secundario: se protege el producto o la mercancía empacando cada producto individualmente dependiendo de su tamaño, si es pequeño se agrupan por unidades en cajas generalmente.
- Empaque terciario: se agrupan las cajas o empaques mayores en pallets o embalajes de mayor porte para su traslado a bodega.

A continuación, una lista de los diferentes tipos de empaques secundarios para la empresa.

- Empaque sencillo: este empaque se utiliza para productos de menor fragilidad o de gran tamaño para hacerlo se utiliza una sola capa de plástico *stretch*.
- Empaque Full: este embalaje se realiza generalmente en productos muy delicados, es una capa de papel Kraft, cartón corrugado que se sella con cinta y por último una capa de plástico *stretch*.
- Empaque exportación: como su nombre lo indica es usado por clientes que necesitan enviar su mercancía al exterior por lo que el embalaje debe dar una mayor protección, para lograrlo se realiza doble recubrimiento así: doble capa de cartón corrugado, sellado con cinta y terminado con doble capa de plástico *stretch*.

## **2.2. Secuencia y proceso de carga y descarga**

El proceso de recepción del producto, lo efectúa personal de bodega, teniendo como función llevar el control del producto ingresado a la bodega, revisando conforme al número de factura, las cantidades y tipo de producto.

Ingresando posteriormente a una base de datos teniendo un mejor control del producto que sale e ingresa de bodega. Se efectúa la recepción del producto, llevado por los camiones Distribuidores (autoventa, preventa, mercados especiales), dando inicio en la garita de ingreso, donde los camiones se trasladan al área de recepción y recopilación del producto, durante la espera, se tiende a verificar y contar el producto.

Al terminar el conteo el camión es trasladado al área de descarga, donde se procede a descargar producto y envases, esta operación lo efectúan 2 operarios.

### **2.2.1. Preparación y herramientas**

La carga de producto se efectúa en dos jornadas la jornada de la tarde el cual se cargan parte de los camiones, jornada nocturna preventa y mercados especiales, para la carga se encarga 1 operador y 2 inspectores de producto (vistas), como también de poder recibir producto que llega a horas de la noche.

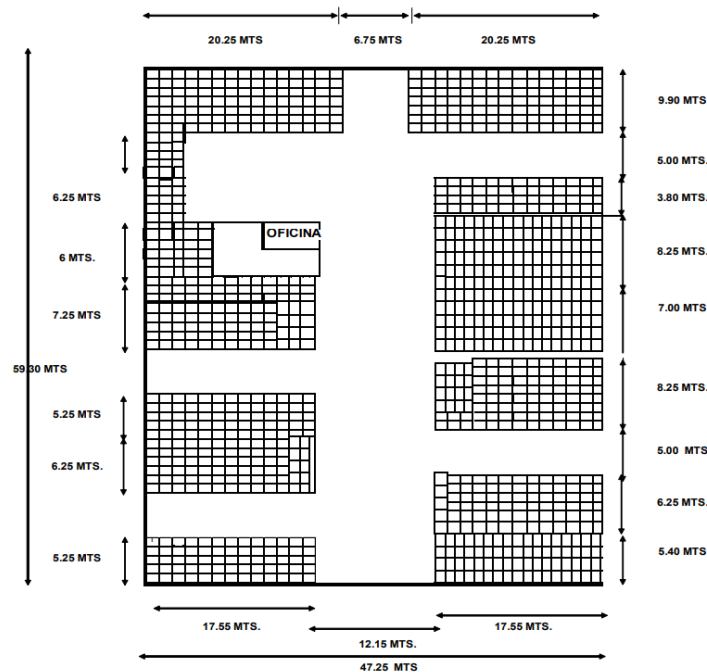
Para la carga, los inspectores (vistas) se apoyan de la información procedente del departamento de ventas, sobre la cantidad solicitada por los vendedores, teniendo los operadores una copia de dicho documento y trasladando el producto de ambas bodegas hacia área de carga cerca de los camiones ruteros, dando inicio seguidamente a la carga de los camiones, al terminar la carga se efectúa la respectiva verificación de la cantidad del producto cargado.

## 2.2.2. Distribución del área de trabajo

Cada almacén tiene una capacidad medida en pies cuadrados, pies cúbicos, o sus equivalentes en sistema métrico, de la capacidad teórica se puede deducir una capacidad práctica al restar el espacio dedicado a los pasillos, áreas de almacenamiento provisional, y soporté. Ya que la administración puede influenciar la cantidad perdida para ello se compara el espacio actual utilizado con la capacidad teórica, Debemos tomar en cuenta que nuestro producto se apila y se acomoda en tarimas de tamaño estándar de 48 pulgadas por 40 pulgadas, cada una de ellas ocupa 13.33 pies cuadrados. Que redondea a 14 pies cuadrados. Para permitir un espacio de exceso.

**Figura 17.**

*Distribución de área de trabajo*



*Nota.* Área de empaque y estiba. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

### **2.2.3. Diseño del trabajo**

Se cuenta actualmente con un número considerable de camiones, para la distribución del producto al mercado objetivo, siendo autoventa, preventa y mercados especiales, cada uno de ellos tiene un recorrido dentro de la bodega para la operación de carga y descarga de productos.

### **2.3. Estudio de tiempos**

El estudio de tiempo es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar una tarea determinada.

#### **2.3.1. Elementos para el estudio de tiempos**

Un estudio de tiempos cronometrado se lleva a cabo cuando:

- Se va a realizar una tarea nueva
- Se presentan quejas de los trabajadores
- Se encuentran demoras
- Se desea fijar tiempos estándar
- Se encuentran bajos rendimientos

Los pasos para la realización del estudio de tiempo son:

- Preparación
  - Selección de la operación
  - Selección del trabajador

- Se realiza un análisis del método de trabajo
- Ejecución
  - Se obtiene y se registra la información
  - Se separan las tareas en elementos
  - Se cronometra
  - Se calcula el tiempo observado
- Valoración
  - Valor del ritmo de trabajo
  - Se calcula el tiempo base
- Suplementos
  - Análisis de demoras
  - Estudio de fatiga
  - Cálculo de suplementos y tolerancias
- Tiempo estándar
  - Error de tiempo estándar
  - Cálculo de frecuencia de los elementos

Cálculo del tiempo estándar: para determinar el tiempo estándar se utiliza la siguiente fórmula:

$$T_s = T_n (1 + \% \text{ concesiones}) \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

Ts= tiempo estándar

Tn= tiempo normal = tiempo cronometrado (Tc) multiplicado por el porcentaje de calificación del operario. Si la calificación del operario es 100 % entonces el Tc es igual al tiempo normal.

**Tabla 4.**

*Tabla Westinghouse*

Cuando el tiempo por pieza o ciclo es: (horas)	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividades más de 10 000 por año	1 000 a 10 000	Menos 1 000
1,000	5	3	2
0,800	6	3	2
0,500	8	4	3
0,300	10	5	4
0,200	12	6	5
0,120	15	8	6
0,080	20	10	8
0,050	25	12	10
0,035	30	15	12
0,020	40	20	15
0,012	50	25	20
0,008	60	30	25
0,005	80	40	30
0,003	100	50	40
0,002	120	50	50
<b>Menos de 0,002 hora:</b>	120	80	60

*Nota.* Con esta tabla se puede evaluar el rendimiento de los operarios. Obtenido de R. García (2018). *Estudio del trabajo ingeniería métodos medición del trabajo.* (p.32). McGraw-Hill.

**Tabla 5.***Calificación por nivelación Sistema Westinghouse*

<b>Destreza o habilidad</b>		
<b>+0,15</b>	A1	Extrema
<b>+0,13</b>	A2	Extrema
<b>+0,11</b>	B1	Excelente
<b>+0,08</b>	B2	Excelente
<b>+0,06</b>	C1	Buena
<b>+0,03</b>	C2	Buena
<b>0,00</b>	D	Regular
<b>-0,05</b>	E1	Aceptable
<b>-0,10</b>	E2	Aceptable
<b>-0,16</b>	F1	Deficiente
<b>-0,22</b>	F2	Deficiente

<b>Consistencia</b>		
<b>+0,04</b>	A	Extrema
<b>+0,03</b>	B	Extrema
<b>+0,01</b>	C	Excelente
<b>0,00</b>	D	Excelente
<b>-0,02</b>	E	Aceptable
<b>-0,04</b>	F	Deficiente

<b>Esfuerzo o desempeño</b>		
<b>+0,13</b>	A1	Excesivo
<b>+0,12</b>	A2	Excesivo
<b>+0,10</b>	B1	Excelente
<b>+0,08</b>	B2	Excelente
<b>+0,05</b>	C1	Buena
<b>+0,02</b>	C2	Buena
<b>0,00</b>	D	Regular
<b>-0,04</b>	E1	Aceptable
<b>-0,08</b>	E2	Aceptable
<b>-0,12</b>	F1	Deficiente
<b>-0,17</b>	F2	Deficiente

<b>Condiciones</b>		
<b>+0,06</b>	A	Ideales
<b>+0,04</b>	B	Excelente
<b>+0,02</b>	C	Buenas
<b>0,00</b>	D	Regulares
<b>-0,03</b>	E	Aceptable
<b>-0,07</b>	F	Deficiente

*Nota.* Con esta tabla se puede evaluar el rendimiento de los operarios. Obtenido de R. García (2018). *Estudio del trabajo ingeniería métodos medición del trabajo.* (p.33). McGraw-Hill.

Con base al sistema Westinghouse se tomó un estudio de tiempo.



**Tabla 6.***Toma de tiempo*

<b>AV/NA</b>	<b>Actividades</b>	<b>D</b>	<b>Minutos</b>	<b>Comentarios</b>
<b>V</b>				
<b>AV</b>	Selección de producto		1.32	
<b>AV</b>	Selección de empaque		1.29	
<b>AV</b>	Codificación		0.94	
<b>AV</b>	Colocar sello de evento		0.48	
<b>NAV</b>	Trasladar orden de evento		0.33	Se trasladará solo órdenes de nuevos clientes.
<b>AV</b>	Elaborar orden		0.78	
<b>AV</b>	Revisión		0.03	
<b>NAV</b>	Traslado		0.12	Se asignará a persona
<b>AV</b>	Verificación		3.53	
<b>AV</b>	15. Asignar personal		5.33	
<b>AV</b>	16. Seleccionar material		0.66	
<b>PASOS</b>		10 0 1 1 1	14.81	<b>Factor de productividad</b>
<b>VECES</b>		12 0 2 0 0		96.96 %
<b>AV</b>	9 pasos agregan valor		14.36	<b>Factor de improductividad</b>
<b>NV</b>	2 pasos no agregan valor		0.45	3.04 %

*Nota.* La tabla muestra un factor de improductividad del 3.04 %. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 2.3.2. Estudio de tiempo cronometrado

En base al estudio realizado en la tabla 6, el promedio del desarrollo del proceso de empaque es 14.81 minutos, equivalente a 0.25 horas, por lo general se empaican un promedio 3,000 unidades diarias

**Tabla 7.***Toma de tiempos*

<b>Actividades</b>	<b>Minutos</b>
Selección de producto	1.32
Selección de empaque	1.29
Codificación	0.94
Colocar sello de evento	0.48
Trasladar orden de evento	0.33
Elaborar orden	0.78
Revisión	0.03
Traslado	0.12
Verificación	3.53
Asignar personal	5.33
Seleccionar material	0.66

*Nota.* Tiempo necesario por cada actividad del proceso. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 2.3.3. Tiempo observado

Con los datos anteriores (2,3,2) se obtiene el número de observaciones en la tabla Westinghouse, porque el número de observaciones es igual a 6.

**Tabla 8.***Tiempo de operación del diseño en base al método Westinghouse*

<b>Ciclos (minutos)</b>											
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>14.56</b>	14.60	15.01	14.98	14.25	15.11	15.04	14.7	14.89	14.98	148.12	14.81

*Nota.* Tiempo necesario por cada actividad del proceso. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 2.3.4. Tiempo normal

- Tiempo estándar de la operación: para determinar el tiempo estándar de la operación se toma un promedio de 14.8 minutos, usando un 18 % de concesiones y calificación del operario 100 %.

**Tabla 9.**

*Tolerancias o concesiones para determinar tiempos estándares*

<b>Destreza o habilidad</b>	<b>6</b>
<b>Esfuerzo o desempeño</b>	5
<b>Condiciones</b>	4
<b>Consistencia</b>	3
	18

*Nota.* Tiempo necesario por cada actividad del proceso. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Cálculo del tiempo estándar: para determinar el tiempo estándar se utiliza la siguiente fórmula:

$$T_s = T_n (1 + \% \text{ concesiones}) \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

$T_s$  = tiempo estándar

$T_n$  = tiempo normal = tiempo cronometrado ( $T_c$ ) multiplicado por el porcentaje de calificación del operario. Si la calificación del operario es 100 % entonces el  $T_c$  es igual al tiempo normal.

$T_s = 14.81 (1 + 0.18) = 17.47$  minutos, es la tiempo estándar que se de utilizar para la operación de empaque

### **2.3.5. Tiempo estándar**

$T_s = 14.81 (1 + 0.18) = 17.47$  minutos, es la tiempo estándar que se de utilizar para la operación de empaque

## **2.4. Diagrama del proceso**

El procedimiento tiene como objetivo detallar las actividades de empaque de productos.

Su importancia se deriva de las funciones que cumplen como parte de la estrategia de mercadeo, pero cobran una importancia en el ámbito internacional al involucrar los aspectos de movilización y transporte, la cual se caracteriza por involucrar una serie de riesgos, por estar en constante evolución y especialmente porque la entrega en condiciones óptimas es fundamental para cumplir los objetivos empresariales de lograr obtener un proceso de fidelización, de recompra y por supuesto, de pago en los términos pactados.

Es necesario mencionar que el envase, empaque y embalaje deben asegurar que no se ponga en peligro la salud del consumidor, partiendo de la propia imagen del empaque y envase que deben brindar seguridad, viéndose reflejado en las tapas de seguridad que se emplean en algunos de los licores, en productos alimenticios y farmacéuticos cuya única finalidad es garantizar la seguridad del consumidor.

Para lo cual en el apartado 2.4.1, se presenta el diagrama de operaciones del proceso de empaque.

### 2.4.1. Diagrama de operaciones actual

Se presenta el diagrama de operaciones de empaque con base al cálculo del tiempo estándar: para determinar el tiempo estándar se utiliza la siguiente fórmula:

$$T_s = T_n (1 + \% \text{ concesiones}) \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

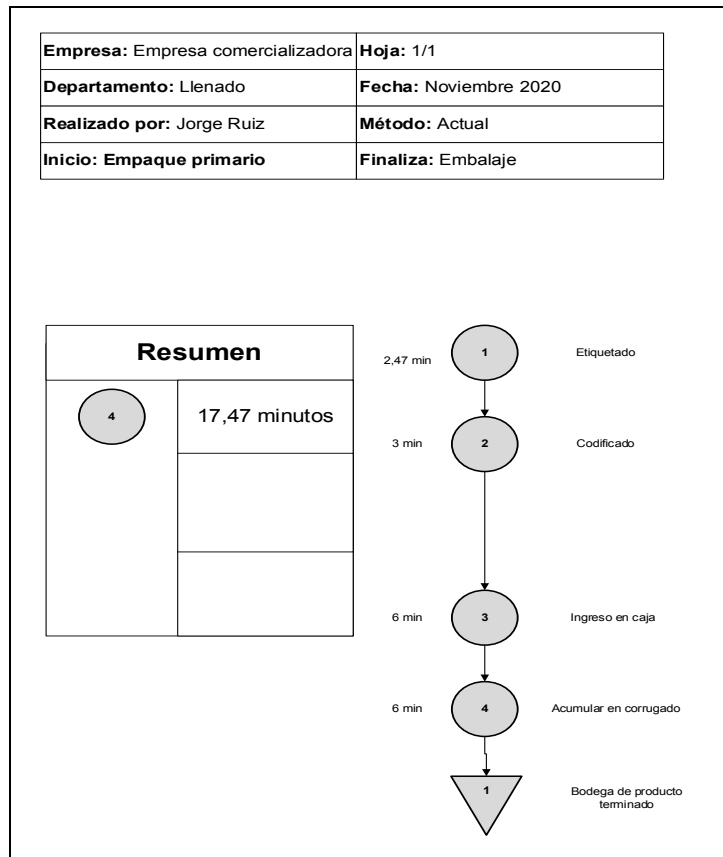
$T_s$  = tiempo estándar

$T_n$  = tiempo normal = tiempo cronometrado ( $T_c$ ) multiplicado por el porcentaje de calificación del operario. Si la calificación del operario es 100 % entonces el  $T_c$  es igual al tiempo normal.

$T_s = 14.81 (1 + 0.18) = 17.47$  minutos, es el tiempo estándar que se de utilizar para la operación de empaque.

**Figura 18.**

*Diagrama de operaciones para empaque de productos*



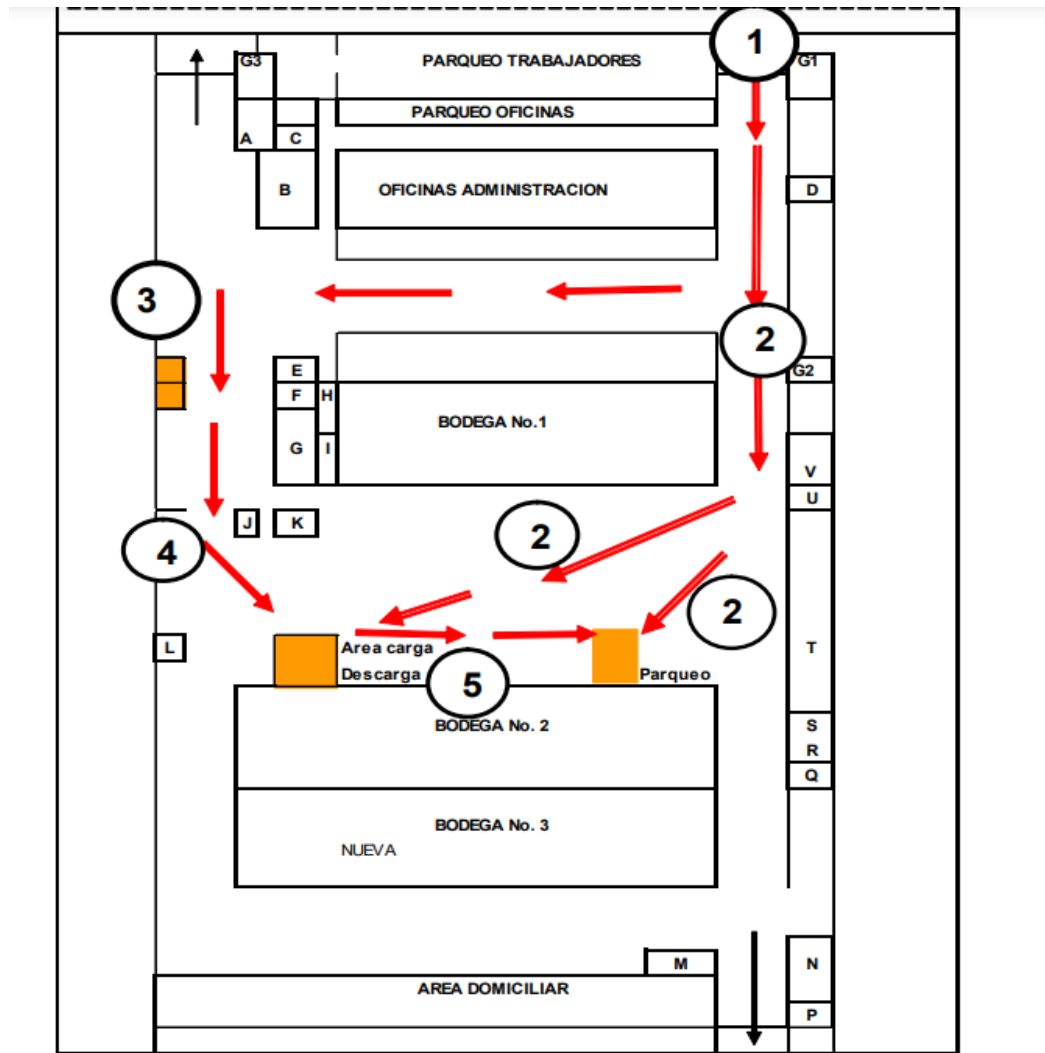
*Nota.* El diagrama presenta el tiempo necesario actual para el llenado de producto. Elaboración propia, realizado con Visio.

### 2.4.2. Diagrama de recorrido

Se presenta el diagrama de recorrido del proceso de empaque para determinar e identificar una ruta efectiva.

Figura 19.

Diagrama de recorrido del proceso de empaque



Nota. La figura muestra el recorrido que se debe realizar actualmente para empaclar el producto. Elaboración propia, realizado con Visio.

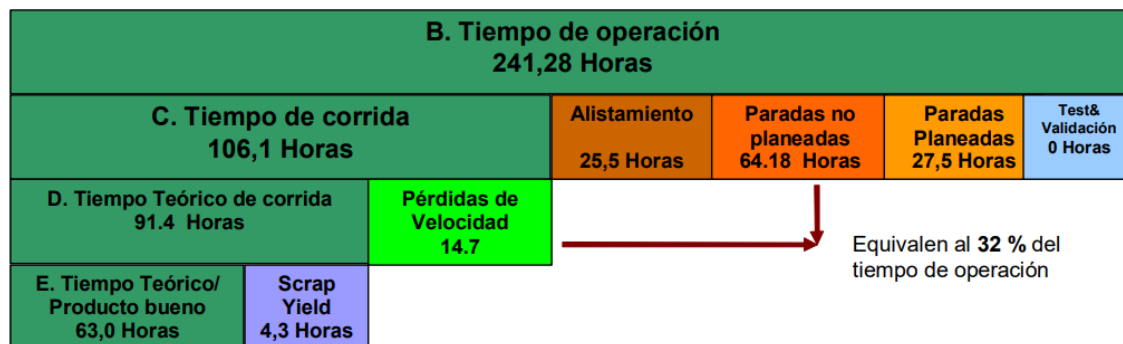
## 2.5. Eficiencia actual de la línea de empaque

Se describen en base a los datos proporcionados por el área de operaciones la forma de medir la eficiencia de la línea de empaque.

Para este análisis no se tuvo en cuenta tiempo máximo de operación ni el tiempo de la no demanda ya que proyecto se focaliza en mejorar el desempeño del área de carga y descarga

**Figura 20.**

*Tiempo de operación*



*Nota.* La figura muestra el tiempo muerto no planificado. Elaboración propia, realizado con Visio.

Un proceso ideal sería que la línea operará el 100 % del tiempo cumpliendo con el 100 % de las especificaciones, pero como todos saben en la vida real esta condición no es posible, se analizarán causas que están ocasionando que estas condiciones no se cumplan identificando oportunidades de mejora.

Durante 25.5 horas la línea se encuentra realizando limpieza, cuadre, documentación para el inicio de una orden de producción.



El tiempo invertido en paradas no planeadas es 64.2 Horas, como podemos observar este es uno de los tiempos más grandes y donde se concentra grandes oportunidades de mejora las cuales son mantenimiento correctivo Fallas operacionales Falta de recursos (materiales, agua, personal)

Tiempo en el cual se generó desperdicio, producto que fueron reprocesados o rechazados. Este tiempo (1.3 horas) incluye las unidades que se requieren para realizar los controles en proceso como son las pruebas de sellado y pruebas de descarte.

Tiempo teórico/producto bueno (63 horas), tiempo usado para producir la cantidad de productos buenos desde la primera vez. Este es el único tiempo en que la máquina se encuentra produciendo productos buenos y equivale al 26 % del tiempo de operación.

### 2.5.1. Formato de indicadores de los procesos de empaque

Se presentan los indicadores para el proceso de producción.

**Tabla 10.**

*Bitácora de trabajo por la línea de empaque*

Línea	Objetivo	Producidos	Defectuosos	Buenos	Déficit	Porcentaje
1	1000	854	60	794	206	79 %
2	350	120	20	100	250	29 %
3	500	499	50	449	51	90 %
4	500	100	50	50	450	10 %
5	350	120	20	100	250	29 %
6	350	120	20	100	250	29 %

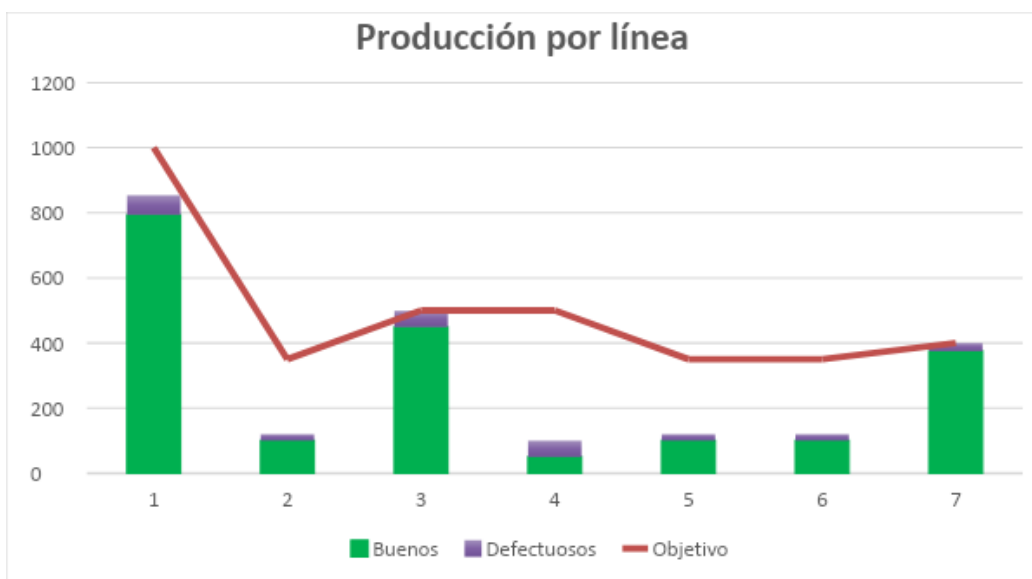
Continuación de la tabla 10.

Línea	Objetivo	Producidos	Defectuosos	Buenos	Déficit	Porcentaje
7	400	400	25	375	25	94 %

*Nota.* La tabla muestra el porcentaje de efectividad que está obteniendo cada línea. Elaboración propia, realizado con Excel.

### Figura 21.

*Desempeño de la línea de empaque*



*Nota.* La figura muestra el comportamiento de efectividad que está obteniendo cada línea. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 2.5.2. Fórmulas de eficiencia de la planta

Se presentan para la obtención de más valor con los recursos disponibles, reduciendo el consumo de recursos y la contaminación, así como el impacto

ambiental del uso del agua para la producción en cada etapa de la cadena de valor y de la prestación de servicios de agua.

**Tabla 11.**

*Definición, conceptualización y operacionalización de variables*

<b>Variable</b>	<b>Conceptualización</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Tiempo de paros</b>	Cantidad de tiempo que la máquina pasa parada.	Medición de tiempos	Cronómetros y bitácoras de trabajo de líneas de empaque
<b>Efectividad global</b>	Evalúa el rendimiento del equipo mientras está funcionando	Efectividad global = Disponibilidad x Eficiencia x Tasa de calidad del equipo (rendimiento) de productos	Indicadores área de mantenimiento
<b>Disponibilidad</b>	Porcentaje de tiempo que la máquina se encuentra trabajando.	$Disponibilidad = \frac{tiempo\ teórico\ de\ op. - tiempo\ de\ paros *}{tiempo\ teórico\ de\ operación}$	Indicadores área de mantenimiento
<b>Eficiencia</b>	Porcentaje de velocidad de empaque del producto	$Eficiencia = \frac{tiempo\ teórico\ de\ ciclo * cantidad\ proces.}{tiempo\ de\ operación}$	Indicadores líneas de empaque/ Medición de tiempos
<b>Tasa de calidad del producto</b>	Porcentaje de defectos	$Tasa\ de\ calidad\ de\ producto = \frac{cantidad\ procesada. - cantidad\ defectuo.}{cantidad\ procesada}$	Indicadores área de control de calidad
<b>Productividad</b>	Relación entre la cantidad de productos empacados y los recursos utilizados para empacar los productos.	Productividad = (Productos o Servicios Producidos) / (Recursos Utilizados)	Indicadores área de empaque

*Nota.* La tabla muestra las ecuaciones necesarias para el cálculo de variables. Elaboración propia, realizado con Excel.

### **2.5.3. Promedio de indicadores**

Determinar el valor medio del proceso en el cual se identifica si se cumple la eficiencia teoría con la eficiencia práctica.

## **2.6. Tipos de empaque utilizados**

A continuación, se describen los diferentes tipos de empaques utilizados para el despacho.

### **2.6.1. Empaque de cartón**

Las cajas de cartón corrugado permiten por su volumen carga trasladar más artículos y es resistente.

- Cajas de cartón de canal simple

Las más conocidas y las que siguen demostrando a diario su indudable efectividad. Son telescópicas y están fabricadas en el cartón más resistente. Se recomiendan para el embalaje de productos delicados. Además, son ideales como cajas para mudanzas o envíos masivos de mercancía. Soportan muy bien la manipulación y casi todo tipo de movimiento. Siguen siendo las preferidas del sector del transporte.

Su manejabilidad, que sean apilables y reutilizables y la posibilidad de ser serigrafiadas las han convertido en un producto que se convierte, con facilidad, en una perfecta tarjeta de visita de cualquier negocio. Se aconseja su uso para empresas con mucho tráfico de mercancía y para particulares que se encuentren en la misma circunstancia.

## **Figura 22.**

### *Cajas de cartón de canal simple*



*Nota.* Fotografía de caja básica. Elaboración propia.

- **Cajas automontables**

Se montan siguiendo unas sencillas instrucciones. Las que contienen cartón microondulado sorprenden por su resistencia a la humedad y a otros agentes externos. Las de cartoncillo liso son altamente recomendables. Ambos modelos se usan, principalmente, para el embalaje de artículos de regalo.

Estos productos suelen ser delicados al estar fabricados en materiales no muy resistentes. El uso de una caja apropiada protege a la perfección la cerámica, el plástico, el metal y otros similares para que el cliente final pueda recibir su mercancía en perfecto estado. Destacan, además, por su fiabilidad y por ser muy duraderas.

## **Figura 23.**

### *Cajas automontables*



*Nota.* Fotografía de fácil empaque. Elaboración propia.

- Cajas de cartoncillo

Se caracterizan porque pueden serigrafarse y decorarse al gusto. Así, es mucho más sencillo transmitir una imagen corporativa mucho más profesional. Se suelen usar en establecimientos de hostelería como cafeterías, restaurantes o pastelerías. Sorprenden por su amable diseño y por su adecuado sentido estético.

La posibilidad de crear diseños específicos para cada establecimiento es de vital importancia en términos de publicidad. Además, facilitan la tarea del profesional que podrá escoger entre varios tamaños estándar con los que satisfacer, a la perfección, la demanda de su clientela.

**Figura 24.**

*Cajas de cartoncillo*



*Nota.* Fotografía de caja básica. Elaboración propia.

- Cajas de cartón corrugado

Están formadas por planchas de cartón corrugado forradas con cartón liso. Pueden ser de canal simple (con una o dos cubiertas), doble o triple. Por lo general, se usan para el transporte de material de construcción al tener una enorme resistencia al peso. Son indeformables por lo que cada caja tiene una durabilidad muy alta, así como una perfecta resistencia al uso continuado.

**Figura 25.**

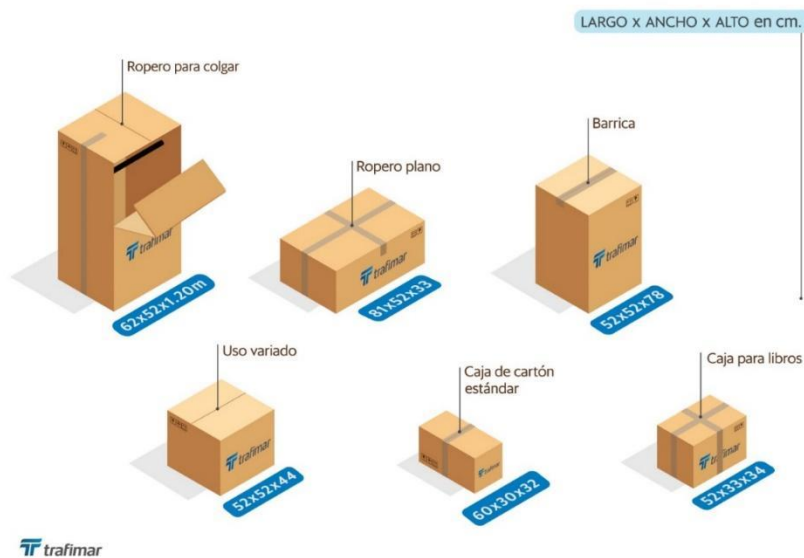
*Cajas de cartón corrugado*



*Nota.* Fotografía de caja básica. Elaboración propia.

**Figura 26.**

*Tipos de cajas de cartón*



*Nota.* Trafimar. (s.f.). Tipos de cajas de cartón para la mudanza. (<https://www.trafimar.com.mx/blog/tipos-de-cajas-para-la-mudanza>), consultado el 3 de octubre de 2021. De dominio público.



## 2.6.2. Empaques plásticos

- PET (tereftalato de polietileno)

Se trata del plástico más común empleado en la producción de envases como botellas de refrescos, agua, aceite. Este material tiene la ventaja de ser reciclable para obtener fibras con las que rellenar almohadas o confeccionar alfombras; por tanto, se recomienda introducirlo en el contenedor correspondiente. Asimismo, es reutilizable si está profundamente limpio.

### Figura 27.

*PET*



*Nota.* Ideal para empacar piezas con superficies irregulares. Elaboración propia.

- HDPE (polietileno de alta densidad)

Se distingue por su mayor grosor y rigidez, lo que le confiere más resistencia tanto al calor como al frío. Se emplea para fabricar botellas de lácteos, garrafas, detergentes, bolsas de plástico. Es reciclable y se puede emplear para

hacer macetas o contenedores de basura. También es reutilizable si está en óptimas condiciones higiénicas

**Figura 28.**

*HDPE*



*Nota.* Ideal para empacar piezas con superficies irregulares. Elaboración propia.

- PVC (polivinilo)

Este material, por sus características, es perfecto para la fabricación de botellas de champú y detergentes, juguetes, tuberías, mangueras e incluso envoltorios de alimentos. A diferencia de los materiales anteriores, no es reciclable y no conviene reutilizarlo.

**Figura 29.**

*PVC polivinilo*



*Nota.* Ideal para empaçar piezas con superficies irregulares de alta resistencia. Elaboración propia.

- LDPE (polietileno de baja densidad)

Destaca por ser un material muy seguro. De ahí que esté presente en envases como botellas de agua, bolsas de supermercado, plásticos para envolver y guantes. Puede ser reciclado, especialmente como bolsa.

**Figura 30.**

*LPDE*



*Nota.* Ideal para empaçar piezas pequeñas con superficies irregulares. Elaboración propia.

- PP (polipropileno)

Es un material resistente al calor y no deja pasar la humedad, grasa o productos químicos. Esta propiedad lo hace idóneo para la fabricación de envases de mantequilla y yogures, así como para pajitas y tapas de botellas. Se puede reutilizar con toda seguridad y, además, permite ser reciclado (peldaños para registros de drenaje, cajas de baterías para automóvil).

### **Figura 31.**

*PP polipropileno*



*Nota.* Ideal para empacar piezas con superficies irregulares de alta resistencia. Elaboración propia.

- PS (poliestireno)

Su uso está muy extendido entre las cafeterías y restaurantes de comida rápida porque, concretamente, se encuentra en los envases de las hamburguesas, vasos desechables para bebidas calientes, cubiertos y tarrinas de helado. Hay que tener en cuenta su alto grado de contaminación, por lo que no debe reutilizarse para contener otro alimento. Sin embargo, puede reciclarse porque es indicado para hacer viguetas de plástico o macetas.

- Otros plásticos y materiales compuestos

Esta categoría es una combinación de diversos plásticos. Está compuesta por el PC (policarbonato), muy común en botellas de ketchup, biberones, jeringuillas, CD's o DVD's; y también por los nuevos plásticos biodegradables fabricados con almidones vegetales. Estos envases no son reutilizables ni tampoco reciclables, excepto los etiquetados como PLA, que al ser biodegradables sirven para obtener compost.

### **2.6.3. Bolsas plásticas**

El polietileno de alta densidad posee mejores propiedades mecánicas (resistencia, dureza) que el de baja densidad, por ello es utilizado para fabricación de juguetes, botellas, contenedores y elementos más rígidos. El polietileno de baja densidad se utiliza principalmente para envases de alimentos y de diversos productos como pueden ser cables, recambios electrónicos, algunos artículos de papelería.

- Bolsas de polietileno abiertas

Estas bolsas son fabricadas en polietileno de baja densidad, poseen una gran transparencia y flexibilidad. Estas bolsas de polietileno son adecuadas para contener artículos sólidos o pulverulentos. Además, son aptas para contener alimentos. Se recomienda almacenar en lugar seco a temperaturas entre 10° y 30°C en su embalaje original, sin exponer a la luz solar directa.

**Figura 32.**

*Bolsas de polietileno abiertas*



*Nota.* Ideal para empacar piezas pequeñas. Elaboración propia.

- Bolsas de polietileno con autocierre

Este tipo de bolsas poseen un práctico autocierre, lo que evita tener que sellarlas cada vez. Son 100 % transparentes, flexibles y aptas para uso alimentario. Se utiliza para la conservación y envasado de sólidos o pulverulentos, incluso alimentos. Pueden ser congeladas.

**Figura 33.**

*Bolsa de polietileno con autocierre*



*Nota.* Ideal para empaclar piezas pequeñas. Elaboración propia.

**2.6.4. Manejo de material de empaque**

Todo el material de empaque al finalizar el turno es colocado nuevamente en su lugar los desperdicios son recolectados para ser trasladados a una zona de acopio.

**2.7. Control de desperdicio de material de empaque**

Se describen las acciones que se realizan para el control de material de empaque.

### **2.7.1. Empaque reutilizable**

Todo el cartón y plástico son reutilizables por lo cual al finalizar cada jornada de trabajo son recolectados, identificados para su reusó y son colocados en una zona de almacenaje de material de reciclaje.

#### **Figura 34.**

*Empaque reutilizable*



*Nota.* Ideal para empacar piezas que necesitan ser embaladas nuevamente. Elaboración propia.

### **2.7.2. Empaque plástico reciclados**

Todas las bolsas plásticas son recicladas y reutilizadas, se compra a proveedores plásticos que sean biodegradables.



**Figura 35.**

*Empaque plástico reciclados*



*Nota.* Ideal para empaclar piezas que necesitan ser embaladas nuevamente. Elaboración propia.

**2.7.3. Bolsas plásticas recicladas**

Cada bolsa reciclada se emplea para almacenar otro tipo de producto, de igual forma se emplean mucho para la venta de concentrado a granel y por libra

**Figura 36.**

*Bolsas plásticas recicladas*



*Nota.* Ideal para empaçar peças que necessitam ser embaladas novamente. Elaboração própria.

### **3. PROPUESTA PARA LA UTILIZACIÓN DE CAMBIOS RÁPIDOS PARA EL PROCESO DE CARGA Y DESCARGA**

#### **3.1. Puntos importantes en la línea de empaque**

La empresa cuenta con equipo y herramienta para establecer un método de trabajo, cuenta con una máquina llenadora, bandas transportadoras. Los operarios conocen el proceso en base a la experiencia que han ganado de los años de trabajo, no cuentan con una capacitación constante.

##### **3.1.1. Factores que restringe la productividad**

En la empresa existen factores que afectan la productividad de la línea de empaque.

- Falta de un método adecuado de trabajo: los desperdicios de materia prima, material de empaque hacen que se demoren las actividades.
- Falta de capacitación de personal: según datos de la empresa proporcionados por el área de gerencia de producción, solamente un 10 % de ineficiencias se deben al factor humano.

##### **3.1.2. Operaciones innecesarias**

En el empaque, los operarios realizan las actividades sin seguir las instrucciones del jefe de área, ya que cada uno lleva su ritmo de trabajo. Para lo cual se hace necesario disminuir el tiempo de empaque.

Dentro de las actividades innecesarias que se realizan, están la que el operario que llena la caja traslada al siguiente operario para que realice el cierre de la caja, esto demora el proceso de empaque, así como existe un tercer operario que hace el codificado del lote, así como su traslado al área de envíos. Por lo que el mismo operario que llena la caja es quien debe hacer el cierre y codificación para disminuir el tiempo de empaque.

### **Figura 37.**

*Cierre de empaque*



*Nota.* Forma correcta de empaclar productos. Elaboración propia.

### **3.1.3. Costo de mano de obra**

El costo de mano de obra se basa en las horas hombre trabajadas para lo cual se basa en el salario base Q. 3041.16 más bonos de ley, bonos proporcionados de la empresa sin efectos de descuento.

## **3.2. Método propuesto**

Se describen las acciones a realizar para mejora de los procedimientos de la línea de empaque.

### **3.2.1. Observar**

En este primer paso, se realiza la observación detallada del proceso con el fin de comprender cómo se lleva a cabo éste y conocer el tiempo invertido.

Son 3 las actividades principales:

- Filmación completa de la operación de preparación. Se presta especial atención a los movimientos de manos, cuerpo y ojos. Cuando el proceso de cambio se lleva a cabo por varias personas, todas ellas deben ser grabadas de forma simultánea.
- Creación de un equipo de trabajo multidisciplinar, en el que deben figurar los protagonistas de la grabación, personal de producción, encargados, personal de mantenimiento, calidad, entre otros. En esta fase se aclaran dudas y se recopilan ideas.
- Elaboración del documento de trabajo, donde se resumirá de forma sencilla las actividades realizadas y los tiempos que comprenden.

## **Figura 38.**

*Observar estación de trabajo*



*Nota.* Etiquetado y codificación del producto empacado. Elaboración propia.

### **3.2.2. Identificar**

Se entiende por operaciones internas aquéllas que se deben realizar con la máquina parada. Las operaciones externas son las que pueden realizarse con la máquina en funcionamiento.

Inicialmente todas las operaciones se hallan mezcladas y se realizan como si fuesen internas, por eso es tan importante la fase de identificación y separación.

Por ejemplo, limpiar de la faja transportadora, limpieza del área de empaque.

### **3.2.3. Convertir**

En esta fase las operaciones externas pasan a realizarse fuera del tiempo de cambio, reduciéndose el tiempo invertido en dicho cambio.

### **3.2.4. Refinar**

En este punto se busca la optimización de todas las operaciones, tanto internas como externas, con el objetivo de acortar al máximo los tiempos empleados.

Los tiempos de las operaciones externas se reducen mejorando la localización, identificación y organización de útiles, herramientas y resto de elementos necesarios para el cambio.

Para la reducción de los tiempos de las operaciones internas se llevan a cabo operaciones en paralelo, se buscan métodos de sujeción rápidos y se realizan eliminaciones de ajustes.

## **Figura 39.**

*Proceso de cierre de caja*



*Nota.* Empacado con cajas corrugadas. Elaboración propia.

### **3.2.5. Estandarizar**

La última fase busca mantener en el tiempo la nueva metodología desarrollada.

Para ello se genera documentación sobre el nuevo procedimiento de trabajo, que puede incluir documentos escritos, esquemas o nuevas grabaciones de vídeo.

### **3.2.6. Indicadores del método propuesto para el manejo de empaque**

Para las mejoras en la línea de producción se debe tomar medidas en los diferentes puntos en los cuales pasa para su empaque final.



**Tabla 12.***Análisis de operaciones*

<b>Área</b>	<b>Secuencia del proceso</b>	<b>Acciones a tomar</b>	<b>Distribución de planta</b>
<b>Revisión</b>	Verifica que el producto esté en buen estado	El operario debe verificar que no presente rayaduras, dobles, defectos identificables.	Se realiza en el área de empaque
<b>Colocación del producto en su empaque</b>	Colocación del producto en su empaque	Esta operación debe ser realizada de forma ordenada y rápida	Realizar de forma correcta el armado de la caja
<b>Colocación del producto en la caja</b>	Colocar el producto en su empaque secundario	El proceso de empaque para cada estación de tener dos a tres trabajadores	Se usa banda transportadora para el traslado de productos
<b>Codificado</b>	Impresión del número de lote y fecha de caducidad de los productos	Se debe realizar el proceso de forma automatizada	Se realiza en la banda transportadora
<b>Empaque final</b>	Almacenar el producto en su empaque final	Empacar el producto, este debe estar codificado con el número de lote y fecha de caducidad,	Se realiza en el área de empaque

*Nota.* El análisis de operaciones da un mejor panorama del estado actual del proceso de empaque. Elaboración propia, realizado con Excel.

### **3.3. Condiciones ergonómicas del área de empaque**

Se presentan las medidas para el desarrollo de las operaciones del área de empaque.

### **3.3.1. Legislación Guatemalteca**

La legislación se basa en las medidas establecidas por El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Acuerdo Gubernativos.

### **3.3.2. Acuerdos gubernativos**

Acuerdo Gubernativo Número 229-2014 y sus reformas 33-2016

Artículo 1. (Reformado según Art.1 del Ac. Gu. 33-2016). El presente reglamento tiene por objeto regular las condiciones generales de Salud y Seguridad Ocupacional, en las cuales deben ejecutar sus labores los trabajadores de entidades 2 y patronos privados, del Estado, de las municipalidades y de las instituciones autónomas, semiautónomas y descentralizadas con el fin de proteger la vida, la salud y su integridad, en la prestación de sus servicios. (Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, 2014, p. 2)

### **3.3.3. Normas nacionales**

Dentro de las medidas se toma.

- Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional - Acuerdo Gubernativo 229-2014

- Reformas al Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional - Acuerdo Gubernativo 51-2015
- Reformas al Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional - Acuerdo Gubernativo 199-2015

#### **3.3.4. Normas internacionales**

La ISO 45001 está diseñada para reemplazar a la OHSAS 18001. La principal diferencia entre ambas normas es que ISO 45001 adopta un enfoque proactivo que requiere que los riesgos de peligro se evalúen y corrijan antes de que causen accidentes y lesiones, mientras que OHSAS 18001 adopta un enfoque reactivo que se centra únicamente en los riesgos y no en las soluciones

#### **3.3.5. Diseño de estación de trabajo**

Las estaciones de empaque cuentan cada una con área de recepción, empaque, embalaje para que el operario pueda trasladar el pedido al área de recepción.

## **Figura 40.**

### *Estación de empaque*



*Nota.* Inventario periódico del producto empacado. Elaboración propia.

### **3.3.6. Medidas médicas preventivas**

Dentro de las medidas preventivas ante la pandemia del COVID-19, la empresa cuenta con protocolos de distanciamiento en las medidas que se pueda tener dentro de las áreas de trabajo, así como que cada trabajador debe contar con su esquema de vacunas.

### **3.3.7. Exámenes médicos preventivos**

Cada vez por medidas de prevención se hace pruebas de hisopado ante la emergencia de COVID-19

## **Figura 41.**

### *Control de hisopado*



*Nota.* Prueba de hisopado rutinario. Elaboración propia.

### **3.3.8. Manejo del estrés térmico**

Protección contra fuentes de calor internas. Elegir los equipos que emitan bajas cantidades de calor o que lo hagan fuera del ambiente de trabajo.

Protección contra fuentes de calor externas. Instalación de barreras (persianas, toldos, cristales tintados, entre otros).

### **3.3.9. Condiciones de ambiente y temperatura del área de empaque**

Dentro de las condiciones debe estar a temperatura de 25-28 grados centígrados, con ventilación renovada.

## **Figura 42.**

*Área de carga y descarga*



*Nota.* Esta área se encuentra localizada a un costado de la fábrica. Elaboración propia.

### **3.4. Método para identificar causas asignables a la demora de empaque**

Para mejorar el proceso se realiza un estudio de bimanual el cual se describe a continuación

#### **3.4.1. Observar las secuencias del trabajo bimanual**

Se presenta el diagrama bimanual.

**Tabla 13.**

*Bimanual*

Diagrama Bimanual		Resumen									
Diagrama Num.	Hoja Num. de										
Dibujo y Pieza:											
Operación: llenado de caja											
Lugar: operaciones											
Metodo : Actual / Propuesto											
Operario (s) :		Ficha Num.									
Compuesto por:		Fecha: septiembre 2022									
Aprobado por:		Fecha:									
		Simbolo				Simbolo					
Descripcion Mano Izquierda		○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	Descripcion Mano Izquierda	
Toma producto		○				○				Toma producto	
Coloca producto en mesa		○				○				Coloca producto en mesa	
Toma caja de carton		○				○				Abre caja de carton	
Abre caja de carton		○				○				Introduce producto	
Introduce producto		○				○				Cierre	
Cierre		○				○				Cierre	
Toma cinta				D						Corta cinta	
Corta cinta				D						Pega la cinta	
Pega la cinta				D						Cierra caja final	
Cierra caja final		○				○				Traslada area de despacho	
Traslada al area de despacho		○				○				Traslada area de despacho	
Total			8		3		8				

Nota. El diagrama presenta las operaciones y transportes por proceso. Elaboración propia, realizado con Visio.

**3.4.2. Registro de los datos de las acciones de empaque**

El registro de las acciones de empaque se coloca dentro de la distribución de la secuencia en la hoja de control del diagrama bimanual.

**3.4.3. Indicadores de eficiencia**

Para medir este índice se toma el indicador

$$\text{Porcentaje de aceptación} = \frac{\text{cajas enviadas correctamente}}{\text{cajas solicitadas}} \quad (\text{Ec. 4})$$

### **3.5. Estudio de tiempos para la mejora del proceso de empaque**

Se describe el estudio de tiempos de mejora.

#### **3.5.1. Estudio de tiempo cronometrado**

Se presenta un estudio de tiempo cronometrado, este se utiliza para medir tiempos mediante la puesta en marcha y parada del mecanismo de control, es un estudio más preciso.



**Tabla 14.**

*Estudio mejorado*

		Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5	Elemento 6	Elemento 7
Tiempos dados en segundos.		Coloca product	Ajustar	Colocar Aro N° 1,2 y 3	Colocar accesorio	Ensamblar Refuerzos	Remachar Refuerzos	ajuste
Ciclo N° 1	TC	3.93	7.84	4.12	1.41	3.50	95.20	9.47
	Cal.	100	110	100	100	100	100	100
	TN	3.93	8.62	4.12	1.41	3.50	95.20	9.47
Ciclo N° 2	TC	4.55	6.98	5.20	1.20	4.20	95.67	10.20
	Cal.	90	110	80	105	90	100	90
	TN	4.10	7.68	4.16	1.26	3.78	95.67	9.18
Ciclo N° 3	TC	3.50	8.90	6.83	2.34	3.25	96.32	7.68
	Cal.	110	100	80	90	105	100	110
	TN	3.85	8.90	5.46	2.11	3.41	96.32	8.45
Ciclo N° 4	TC	6.18	6.42	3.95	1.42	4.69	94.25	9.89
	Cal.	80	110	105	100	80	100	95
	TN	4.94	7.06	4.15	1.42	3.75	94.25	9.40
Ciclo N° 5	TC	3.52	10.52	5.00	1.67	5.36	93.12	9.43
	Cal.	105	80	90	95	80	100	100
	TN	3.70	8.42	4.50	1.59	4.29	93.12	9.43
Ciclo N° 6	TC	3.45	7.82	3.63	1.36	4.21	95.78	8.36
	Cal.	100	100	110	100	90	100	110
	TN	3.45	7.82	3.99	1.36	3.79	95.78	9.20
Ciclo N° 7	TC	2.36	7.58	4.49	1.20	3.51	92.85	12.48
	Cal.	110	100	100	105	100	105	80
	TN	2.60	7.58	4.49	1.26	3.51	97.49	9.98
Ciclo N° 8	TC	2.25	7.25	3.70	1.20	2.95	95.12	8.32
	Cal.	110	95	105	105	110	100	110
	TN	2.48	6.89	3.89	1.26	3.25	95.12	9.15
Ciclo N° 9	TC	4.52	6.11	3.48	1.85	4.98	96.10	9.65
	Cal.	98	110	110	90	80	100	100
	TN	4.43	6.72	3.83	1.67	3.98	96.10	9.65
Ciclo N° 10	TC	2.55	6.12	5.13	2.30	4.10	94.98	10.10
	Cal.	110	108	80	80	85	100	90
	TN	2.81	6.61	4.10	1.84	3.49	94.98	9.09
Ciclo N° 11	TC	4.96	7.89	3.10	2.11	4.58	96.20	8.25
	Cal.	95	98	110	80	80	100	110
	TN	4.71	7.73	3.41	1.69	3.66	96.20	9.08
Ciclo N° 12	TC	5.82	6.59	4.70	1.36	2.98	95.13	7.59
	Cal.	80	105	100	100	110	100	110
	TN	4.66	6.92	4.70	1.36	3.28	95.13	8.35
Ciclo N° 13	TC	4.36	6.34	4.10	1.25	3.15	96.78	8.36
	Cal.	95	110	100	95	100	100	110
	TN	4.14	6.97	4.10	1.19	3.15	96.78	9.20
Ciclo N° 14	TC	6.75	8.31	3.81	2.37	3.78	94.69	15.26
	Cal.	80	95	105	80	100	100	80
	TN	5.40	7.89	4.00	1.90	3.78	94.69	12.21
Ciclo N° 15	TC	3.78	11.18	3.68	1.35	3.86	105.63	9.41
	Cal.	100	80	110	100	90	90	100
	TN	3.78	8.94	4.05	1.35	3.47	95.07	9.41
Ciclo N° 16	TC	3.12	7.63	3.90	1.10	4.83	95.63	8.36
	Cal.	110	100	110	110	80	100	110
	TN	3.43	7.63	4.29	1.21	3.86	95.63	9.20
Ciclo N° 17	TC	4.19	8.15	4.30	1.25	3.12	95.47	7.99
	Cal.	95	95	100	105	110	100	110
	TN	3.98	7.74	4.30	1.31	3.43	95.47	8.79
Ciclo N° 18	TC	4.18	7.65	6.28	1.23	4.63	94.89	9.66
	Cal.	90	100	80	105	80	100	100
	TN	3.76	7.65	5.02	1.29	3.70	94.89	9.66
Ciclo N° 19	TC	3.20	9.45	4.77	1.58	2.98	95.60	8.98
	Cal.	110	80	100	95	110	100	110
	TN	3.52	7.56	4.77	1.50	3.28	95.60	9.88
Ciclo N° 20	TC	7.45	7.81	4.39	1.99	4.10	94.16	10.11
	Cal.	80	100	100	90	90	100	95
	TN	5.96	7.81	4.39	1.79	3.69	94.16	9.60
Ciclo N° 21	TC	2.16	7.42	4.89	1.77	3.58	95.67	9.62
	Cal.	110	100	95	80	100	100	100
	TN	2.38	7.42	4.65	1.42	3.58	95.67	9.62
Ciclo N° 22	TC	3.12	7.10	3.99	2.30	3.17	94.89	9.79
	Cal.	100	105	105	80	110	100	100
	TN	3.12	7.46	4.19	1.84	3.49	94.89	9.79
<b>TN <math>\bar{x}</math></b>		<b>3.87</b>	<b>7.64</b>	<b>4.30</b>	<b>1.50</b>	<b>3.60</b>	<b>95.37</b>	<b>9.44</b>
Tiempo Normalizado proceso de ensamble L-DR 1000 (Seg)		<b>126.72</b>						
Tiempo Normalizado proceso de ensamble L-DR 1000 (Min)		<b>2.86</b>						

*Nota.* Toma de tiempo después de realizar los respectivos cambios en el proceso. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 3.5.2. Tiempo observado del proceso de empaque

Se presenta a continuación un estudio observado del proceso de empaque que nos permite y nos muestra el análisis del mismo proceso en diversas ocasiones.

**Tabla 15.**

*Tiempo observado*

		Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5	Elemento 6	Elemento 7
		Coloca producto	Ajustar	Colocar Aro N° 1,2 y 3	Colocar accesorio	Ensamblar Refuerzos	Remachar Refuerzos	ajuste
Categorías →		Manual	Manual - Herramientas	Manual	Manual	Manual	Manual - Herramientas	Manual - Herramientas
TN $\bar{X}$	Segundos	<b>3.87</b>	<b>7.64</b>	<b>4.30</b>	<b>1.50</b>	<b>3.60</b>	<b>95.37</b>	<b>9.44</b>
Varianza $S^2$		0.84	0.42	0.19	0.07	0.07	0.87	0.55
Desviación estandar $S$		0.92	0.65	0.44	0.26	0.27	0.93	0.74
Desv. / Media $X$		0.20	0.14	0.09	0.06	0.06	0.20	0.16
<b>Calculo del numero de observaciones ideales, de acuerdo al error y nivel de confianza</b>								
Nivel Conf.	<b>99%</b>	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
Error en seg.	<b>0.5</b>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Calculo de $v$	<b>21</b>	21	21	21	21	21	21	21
$\infty/2$	<b>0.005</b>	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
$T \infty/2$	<b>2.831</b>	2.831	2.831	2.831	2.831	2.831	2.831	2.831
Calculo de $n$ Ideal		<b>27</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>18</b>
<b>Calculo del error en el intervalo de tiempo</b>								
Intervalo Tiempo <b>a</b>		3.31	7.25	4.03	1.34	3.44	94.81	9.00
Intervalo Tiempo <b>b</b>		4.42	8.03	4.56	1.66	3.76	95.93	9.89
Error segundos $\pm$		<b>0.55</b>	<b>0.39</b>	<b>0.27</b>	<b>0.16</b>	<b>0.16</b>	<b>0.56</b>	<b>0.45</b>

*Nota.* Toma de tiempo después de realizar los respectivos cambios en el proceso. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 3.5.3. Tiempo normal del proceso de empaque

A continuación, se detalla el tiempo que toma un operario en desarrollar el proceso de empaque, a un ritmo normal y sin interrupciones.

**Tabla 16.**

*Tiempo de empaque*

	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5	Elemento 6	Elemento 7	
	Coloca producto	Ajustar	Colocar Aro N° 1,2 y 3	Colocar accesorio	Ensamblar Refuerzos	Remachar Refuerzos	ajuste	
TN <input checked="" type="checkbox"/> Minutos	0.064	0.127	0.072	0.025	0.060	1.590	0.157	2.10 <b>TN</b>
Suplementos Variables	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	
Suplementos Fijos	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	
Suplementos Conting.	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	
Tiempo Estándar	0.075	0.148	0.083	0.029	0.070	1.844	0.183	2.43 <b>IS</b>
Frecuencia	22/22 = 1	22/22 = 1	22/22 = 1	22/22 = 1	22/22 = 1	22/22 = 1	22/22 = 1	
Tiempo Estándar Tot.	0.075	0.148	0.083	0.029	0.070	1.844	0.183	2.43 <b>IST</b>

*Nota.* Toma de tiempo después de realizar los respectivos cambios en el proceso. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 3.6. Análisis del resultado obtenidos de las tomas de tiempo

Se describen las acciones realizadas y el análisis de la toma de tiempos.

#### 3.6.1. Capacidad del proceso para la línea de empaque

La línea cuenta con una capacidad de operación del 80 % lo cual permite establecer que la mejora puede incrementarse si el tiempo estándar de empaque se cumple.

#### 3.6.2. Ahorro y mejoras de tiempo

La reducción del desperdicio de cajas de cartón corrugado permitirá mejorar las operaciones de despacho.

### 3.7. Control estadístico del proceso de empaque

Para establecer el grado de avance dentro de la evaluación inicial y la propuesta de mejora se analizó por medio un gráfico de atributo la cantidad de defectos encontrados en el troquelado, posteriormente al efectuar las mejoras se evaluado nuevamente teniendo como resultado la reducción de desperdicio.

#### 3.7.1. Gráficos por atributos

Se presentan los resultados previos al estudio y con la mejora realizada. Donde c son las cajas que no aprobó control de calidad.

**Tabla 17.**

*Datos iniciales*

Muestra	c	LSCi	LC	LICi
1	12	23.623	12.864	2.104
2	6	23.623	12.864	2.104
3	14	23.623	12.864	2.104
4	11	23.623	12.864	2.104
5	16	23.623	12.864	2.104
6	9	23.623	12.864	2.104
7	11	23.623	12.864	2.104
8	17	23.623	12.864	2.104
9	8	23.623	12.864	2.104
10	13	23.623	12.864	2.104
11	21	23.623	12.864	2.104
12	28	23.623	12.864	2.104
13	14	23.623	12.864	2.104
14	15	23.623	12.864	2.104
15	13	23.623	12.864	2.104
16	2	23.623	12.864	2.104

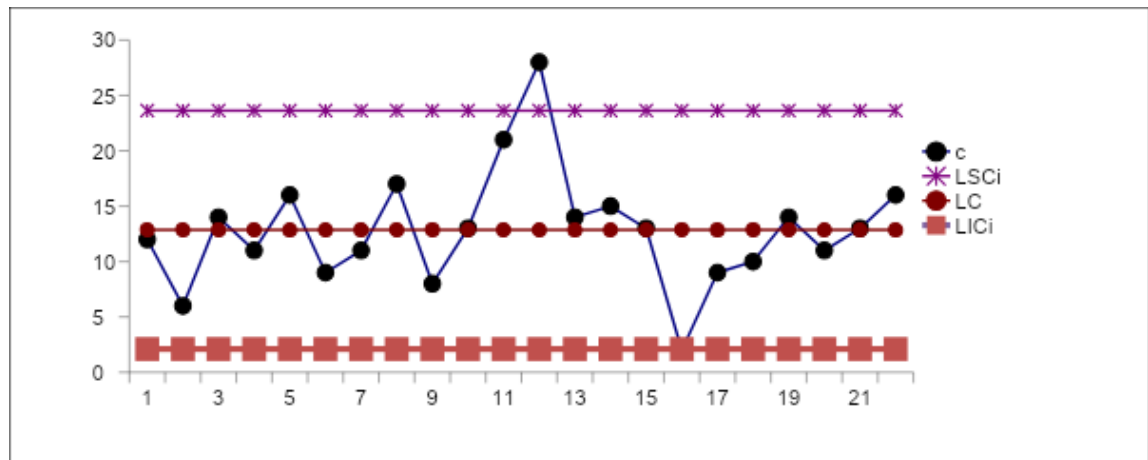
Continuación de la tabla 17.

Muestra	c	LSCi	LC	LICi
17	9	23.623	12.864	2.104
18	10	23.623	12.864	2.104
19	14	23.623	12.864	2.104
20	11	23.623	12.864	2.104
21	13	23.623	12.864	2.104
22	16	23.623	12.864	2.104

Nota. Datos según cambios en el proceso. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 43.**

*Gráfico C, datos iniciales al estudio*



Nota. Datos según cambios en el proceso. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 3.7.2. Capacidad del proceso

A continuación, se presentan los datos obtenidos que se interpretan como la aptitud para producir de acuerdo con las especificaciones del producto.

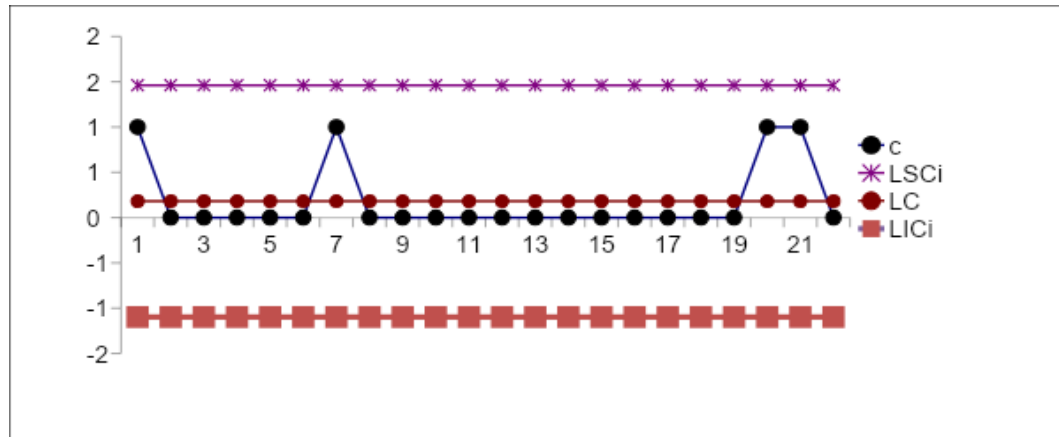
**Tabla 18.***Datos obtenidos después de la mejora*

<b>Muestra</b>	<b>c</b>	<b>LSCi</b>	<b>LC</b>	<b>LICi</b>
1	1	1.461	0.182	-1.097
2	0	1.461	0.182	-1.097
3	0	1.461	0.182	-1.097
4	0	1.461	0.182	-1.097
5	0	1.461	0.182	-1.097
6	0	1.461	0.182	-1.097
7	1	1.461	0.182	-1.097
8	0	1.461	0.182	-1.097
9	0	1.461	0.182	-1.097
10	0	1.461	0.182	-1.097
11	0	1.461	0.182	-1.097
12	0	1.461	0.182	-1.097
13	0	1.461	0.182	-1.097
14	0	1.461	0.182	-1.097
15	0	1.461	0.182	-1.097
16	0	1.461	0.182	-1.097
17	0	1.461	0.182	-1.097
18	0	1.461	0.182	-1.097
19	0	1.461	0.182	-1.097
20	1	1.461	0.182	-1.097
21	1	1.461	0.182	-1.097
22	0	1.461	0.182	-1.097

*Nota.* Datos según cambios en el proceso. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 44.**

*Gráfico C, después de la mejora*



*Nota.* Datos según cambios en el proceso. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 3.8. Administración de mantenimiento

Se describen las acciones de mantenimiento.

#### 3.8.1. Manejo de materiales y equipo

Los modelos de producción deben estar basados en herramientas que permitan mejorar los procesos de producción.

- Estudio de tiempos y movimientos, identificando, midiendo y eliminando los tiempos muertos y los movimientos improductivos e inútiles.
- La estandarización de los elementos en juego para realizar los trabajos, materias primas, insumos, herramientas y máquinas.

- Estandarización de las tareas, implantando una única y mejor manera de hacer las cosas.

### **3.8.2. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo es el que se debe realizar periódicamente para que la línea no tenga paros no programados.

### **3.8.3. Rutinas de mantenimiento**

Estas se basan en acciones diarias para la prevención de daños en los equipos.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE CAMBIOS RÁPIDOS PARA EL PROCESO DE CARGA Y DESCARGA**

### **4.1. Aplicación del modelo**

Con la aplicación del modelo se espera optimizar todos los recursos del proceso, reduciendo tiempos e implementando mejoras, creando una reducción real de pérdidas en las operaciones, para la realización de cambios de formato, cumpliendo con la satisfacción de la demanda de la línea de empaque

### **4.2. Paso 1 preparación**

Se inicia la aplicación del modelo para cambio de rápido en la línea de empaque de productos

#### **4.2.1. Planeación estratégica del modelo**

Se basa en la organización del equipo de personas encargadas de la aplicación del modelo, siguiendo una dirección adecuada mediante elementos: visión, misión, propósito, contribución, integrantes y lineamientos del equipo. Ayudando a visualizar, en donde se está y hacia donde se desea dirigir dicho modelo en la línea de empaque, especificando bajo qué medidas se regirán los resultados del equipo y que tipo de contribución se obtendrá con el éxito esperado.

#### 4.2.2. Definición del plan

Para la definición del plan para el cambio rápido en la línea de empaque se define por medio de una matriz las actividades y responsables.

**Tabla 19.**

*Definición del plan de cambio rápido para la línea de empaque*

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Acción</b>	<b>Efecto</b>
Medición de tiempos	Jefe de producción,	Cambio de formato	Disminución de actividades, recursos materiales y humanos
Ubicación de los cambios	Línea de empaque		
Tiempo de medición	En el momento de las acciones de empaque		
Objetivo	Disminución del tiempo de empaque de productos		

*Nota.* La tabla muestra los cambios sugeridos en la línea del empaque. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### 4.2.3. Programa de actividades

El programa de actividades se genera tomando como base el modelo de cambios rápidos, con cada uno de sus elementos, ayudando a medir y controlar el tiempo para realizar el proceso de empaque.

**Tabla 20.**

*Programa de actividades*

<b>Programa de actividades</b>												
<b>Departamento</b>	<b>Empaque</b>											
<b>Supervisor: jefe de producción</b>	<b>Octubre 2023</b>				<b>Noviembre 2023</b>				<b>Diciembre 2023</b>			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<b>Análisis</b>	■											
Antecedentes	■											
Plano de recorrido			■									
Tiempo de cronometrado				■								
<b>Acción</b>												
Clasificación de actividades					■							
Plan de implementación de mejoras						■						
Entrenamiento y capacitación							■					
<b>Resultados</b>												
Presentación de mejoras									■			
Presentación de resultados										■		
<b>Control</b>												
Seguimiento										■		
Control											■	

*Nota.* Se espera que el cambio se logre realizar en un tiempo de tres meses a partir de su implementación. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### 4.2.4. Agenda de planes de acción

Además del programa de actividades, se organiza el equipo y se les brinda seguimiento a las reuniones previstas para cada cierto tiempo, con el fin de analizar y discutir los avances ya sea diario, semanal, quincenal o mensual.

**Tabla 21.**

*Agenda de planes de acción*

<b>Agenda de planes de acción</b>		
Fecha	Lugar	Duración
Temas de la agenda		
	Responsable	Tiempo (minutos)
Asistencia		
Revisión de seguimientos		
Revisión de planes de acción		
Asignación de tareas		
Otros		
Plan de acción	Responsable	Cumplimiento
Información de los tiempos en la línea de empaque		
Ergonomía en las estaciones		
Documentación de la información		
Formato de toma de tiempos		
Reunión con trabajadores para dar a conocer el plan de trabajo		

*Nota.* Este es el modelo de agenda que se debe utilizar para realizar cualquier plan de acción. Elaboración propia, realizado con Excel.

### **4.3. Paso 2 análisis**

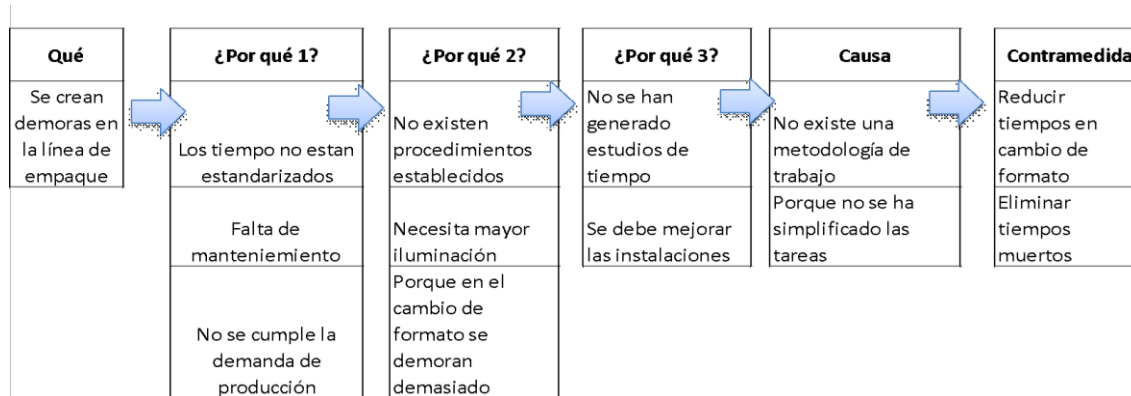
En este paso, se analizarán todas aquellas causas específicas por las que el proceso de cambio de formato en la línea de empaque de botellas de cloro, genera pérdidas; así también, se registrarán todos los datos obtenidos para un análisis más profundo en los tiempos que conlleva este proceso, y de esa manera ayudará a tener más claro que aspectos son los que realmente generan mayor impacto

#### **4.3.1. Diagrama por qué – porque**

Se inicia la ejecución de este diagrama, mediante una reunión con todos los miembros involucrados en la implementación de las mejoras en la línea de, dicha reunión se realiza en el área, con el objetivo de discutir, razonar y llevar a cabo una cadena de síntomas que conducen a la verdadera causa del problema. Partiendo del problema, se comienza a realizar las preguntas, el primer porqué del problema, luego el segundo porqué de la primera causa, luego el tercer por qué de la segunda causa y así sucesivamente hasta llegar a formar las ramas del diagrama. Al final de cada rama del por qué se llega a una contramedida o plan de acción definiendo la solución del problema y el responsable.

**Figura 45.**

*Diagrama de por qué – por qué en la línea de empaque*



*Nota.* El diagrama da una mejor idea en cuanto a procesos con atrasos en la línea de producción. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 4.3.2. Antecedentes

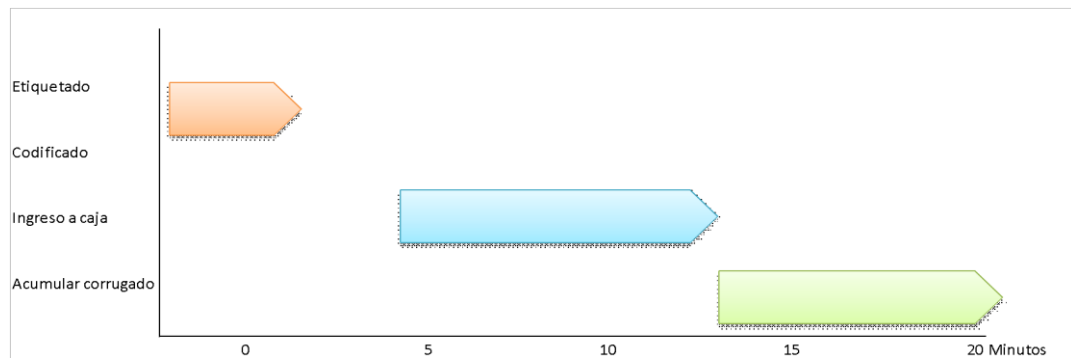
La línea de empaque se encuentra trabajando en dos turnos diurno y nocturno, el empackado de productos se realiza todos los días, con la inconveniencia que no se tiene un tiempo estándar para la operación

### 4.3.3. Diagrama de tiempos

Se presenta de forma gráfica, como se encuentran actualmente, los comportamientos de los tiempos de cambios de formato de la línea de empaque

**Figura 46.**

*Diagrama de tiempos*



*Nota.* El diagrama muestra gráficamente los tiempos de empaque. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### **4.3.4. Plano de la línea de producción**

Se debe de contar con un plano del área de producción para la readecuación de las zonas de trabajo.

#### **4.4. Paso 3 acción**

En este paso se analizan, identifican, priorizan y estandarizan ideas y propuestas de mejora, para el proceso de cambio de formato en la línea de empaque

##### **4.4.1. Análisis de actividades**

Para el análisis de actividades, que son posibles de disminuir e incluso eliminar del proceso, se hace un análisis de las acciones directas e indirectas. Determinando las operaciones que son necesarias para el proceso.

- Actividades necesarias para el proceso
  - Cambio de formato
  - Revisión de los blíster
  - Revisión de la fecha de caducidad
  - Revisión del corrugado
  - Revisión del empaque
  - Revisión del almacenaje

#### 4.4.2. Identificación de mejoras

Teniendo determinadas, todas aquellas ideas de mejora para las actividades, tanto directas se clasifican mediante un listado de todas las propuestas de mejoras.

#### 4.4.3. Priorización de mejoras

Para conocer realmente, la aportación que brindarán las propuestas de mejora hacia el proceso de cambio de formato para línea de empaque, se hace una evaluación de la contribución de mejoras

**Tabla 22.**

*Contribución de mejoras*

Punto de mejora	de	Indicadores				Calificación		
		Producción	Calidad	Costo	Demanda	Total	Factibilidad	Punteo
Limpeza y orden	y	5	3	4	5	17	5	85
Sustitución de operador	de	5	1	2	4	12	5	60



Continuación de la tabla 22.

Punto de mejora		Indicadores				Calificación		
		Producción	Calidad	Costo	Demanda	Total	Factibilidad	Punteo
Topes en guías de bandas		5	3	3	3	14	5	70

*Nota.* La tabla muestra el punteo en cuanto a la propuesta de mejora. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### 4.4.4. Control de Kaizens

Ya teniendo definido el plan para la implementación de las mejoras y siendo estas ya debidamente priorizadas, se procede a la creación de un formato diseñado para estandarizar el control y seguimiento adecuado, para cada una de las mejoras a implementar en la línea de empaque.

#### 4.5. Paso 4 resultados

- Cálculo del tiempo estándar: para determinar el tiempo estándar se utiliza la siguiente fórmula:

$$T_s = T_n (1 + \% \text{ concesiones}) \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

T<sub>s</sub>= tiempo estándar

$T_n$  = tiempo normal = tiempo cronometrado ( $T_c$ ) multiplicado por el porcentaje de calificación del operario. Si la calificación del operario es 100 % entonces el  $T_c$  es igual al tiempo normal.

$T_s = 14.81 (1 + 0.18) = 17,47$  minutos, es el tiempo estándar que se debe utilizar para la operación de empaque

#### **4.5.1. Presentación de mejoras**

Reducción de manejo de desperdicio, en el cual se mejora el uso del material de empaque.

#### **4.6. Paso 5 control**

Este paso, se presenta el seguimiento que se debe seguir ejecutando para el control de los tiempos, luego se presentan los procedimientos estandarizados para que la operación pueda capacitarse en el nuevo proceso de cambio de formato mejorado.

##### **4.6.1. Seguimiento**

Se debe de dar un seguimiento por parte del jefe de producción, bajo la verificación de la toma de tiempos, con el fin de identificar si el tiempo estándar de la operación se mantiene o varía considerablemente.

##### **4.6.2. Estandarización**

Para seguir controlando los resultados de los tiempos de cambio de formato e incluso identificar nuevas posibilidades de mejora, se generan

procedimientos estándar, que indican paso a paso cómo se deben de hacer las actividades del proceso.

- Herramientas necesarias para el cambio de formato.
- Procedimiento para limpieza

#### **4.7. Procesos de mantenimiento**

El departamento de mantenimiento debe realizar observación y medición del funcionamiento de los equipos, herramientas de trabajo, con la finalidad de evitar reparaciones costosas.

##### **4.7.1. Orden, limpieza y seguridad**

En cada área de trabajo se debe resguardar el orden de todos los elementos como herramientas, documentos impresos, documentos en archivo, de igual forma se debe limpiar constantemente todas las zonas de trabajo para evitar contaminación cruzada.

##### **4.7.2. Desarrollo de personal**

Todo el personal debe recibir una inducción al momento de ingresar a trabajar por primera vez a la empresa y al personal que ya trabaja en ella, de igual forma debe retroalimentarse de las políticas, procedimientos de trabajo, ya que con la mejora se actualizarán procesos en el área de producción y empaque.

#### **4.7.3. Clima en el área**

El clima en el área de trabajo debe ser de cordialidad entre los compañeros, así como el respaldo para trabajar operaciones en conjunto que sean designadas por la autoridad superior según el departamento.

#### **4.8. Administración de costos**

Dentro de los costos de administración se debe de tomar en consideración las siguientes medidas.

##### **4.8.1. Costo de operaciones**

Dentro de ese costo se debe contemplar las horas hombres empleadas, cuando se tenga una mejor productividad se reduce el índice de gastos.

#### **Tabla 23.**

##### *Costo de operación mensual*

Gastos administrativos	Q. 2,500.00
Gastos de almacenamiento	Q. 3,500.00
Gastos de material de empaque	Q. 12,000.00
Total	Q. 18,000.00

*Nota.* El costo de la operación es aceptable. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### 4.8.2. Costo de almacenamiento

Los costes de almacenamiento son todos aquellos gastos que surgen al mantener las existencias en bodega. Es decir, todos los que permiten mantener un almacén en funcionamiento y proteger y gestionar el *stock*.

**Tabla 24.**

*Costo de almacenamiento mensual*

Equipo de control de inventario	Q. 1500.00
Equipo de computo	Q. 1000.00
Guías de envío	Q. 1000.00
Total	Q. 3500.00

*Nota.* El costo del almacenamiento es aceptable. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### 4.8.3. Costo de mantenimiento

Este se reduce, en consideración con las acciones de mantenimiento preventivo del sistema de empaque.

**Tabla 25.**

*Costo de mantenimiento mensual*

Control de <i>stock</i> de repuestos	Q. 1,500.00
Inspección de mantenimiento preventivo	Q. 1,500.00
Mantenimiento correctivo	Q. 2,000.00
Total	Q. 5,000.00

*Nota.* El costo del mantenimiento es aceptable. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### **4.9. Manejo de desechos en el área de operaciones**

Dentro del manejo de desechos se toman las siguientes acciones.

##### **4.9.1. Reciclaje de material de empaque**

Todo el cartón y papel es reciclado para su reutilización o disposición final para que sea recolectado por empresas recicladoras.

##### **4.9.2. Caracterización de los residuos**

Previo a la recolección final se debe separar los residuos y clasificarlos, para que sean reutilizados y desechados finalmente.

##### **4.9.3. Tratamiento de residuos**

Los residuos que son comunes son enviados para la empresa municipal sea quien recolecte y de tratamiento final a estos.

#### **4.10. Administración de mantenimiento**

Para la administración del mantenimiento se deben tener hojas de control para determinar si se realiza el mantenimiento de forma correcta

**Tabla 26.**

*Tiempos de máquinas*

<b>Línea</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Global</b>
Tiempo perdido(min)						
Producción						
Velocidad teórica por hora						
Tiempo efectivo por velocidad						
Indicador de velocidad						

*Nota.* Programa para inspección de máquinas. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### **4.10.1. Mantenimiento preventivo**

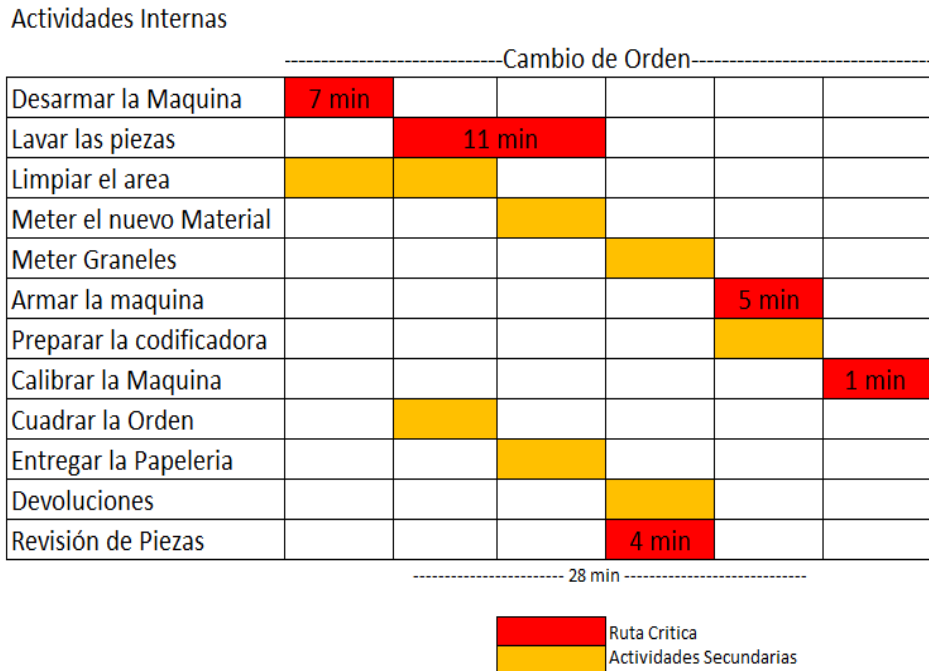
El mantenimiento preventivo, debe realizar en todas las áreas de trabajo, verificando las condiciones físicas de cada zona, ya que, si no se da aviso de anomalías en las instalaciones, maquinaria, equipo, herramientas, estas pueden provocar en el momento de fallar emergencias de trabajo y demoras en la producción.

#### **4.10.2. Rutinas de mantenimiento**

Se deben de tener actividades internas para el mantenimiento de los equipos en el área de producción.

**Tabla 27.**

*Lista de actividades internas*



*Nota.* Programa para actividades internas. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### 4.11. Administración de indicadores

Se debe tener una medición del trabajo realizado en base a indicadores, para determinar el avance o demora en el proceso.

##### 4.11.1. Indicadores del proceso de producción

Se presentan los indicadores para el proceso de producción.





**Tabla 29.**

*Resumen de desperdicio por semana*

Semana	Fecha	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Total

*Nota.* El informe de desperdicio ayuda a reducir el gasto innecesario de materiales. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 30.**

*Resumen de eficiencia por línea*

Línea 1		Línea 2	
Eficiencia		Eficiencia	
Producción		Producción	
Línea 3		Línea 4	
Eficiencia		Eficiencia	
Producción		Producción	

*Nota.* El informe de eficiencia ayuda a controlar el porcentaje de mejora esperada. Elaboración propia, realizado con Excel.

## **5. SEGUIMIENTO DE LA PROPUESTA DE CAMBIOS RÁPIDOS PARA EL PROCESO DE CARGA Y DESCARGA**

### **5.1. Condiciones ergonómicas**

Las condiciones ergonómicas para las estaciones de trabajo deben de contar con iluminación, ventilación, acceso rápido a salidas de emergencias, señalización.

#### **5.1.1. Análisis y verificación**

Cada dos meses se deben realizar los análisis de las condiciones laborales de los trabajadores para evitar accidentes laborales.

#### **5.1.2. Normativa**

Con base al Acuerdo Gubernativo 229-2014 *Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional* se rigen las medidas de prevención en el trabajo.

### **5.2. Condiciones del área de empaque**

Se describen las condiciones del área de empaque

#### **5.2.1. Limpieza de áreas de trabajo**

Todas las áreas de trabajo después de realizar la jornada de trabajo se deben de limpiar para eliminar

### **5.2.2. Desinfección de áreas de trabajo**

La sanitización del área limpia es especialmente importante. Debe limpiarse de acuerdo a un procedimiento y a un programa de rotación de los sanitizantes y controlarse periódicamente.

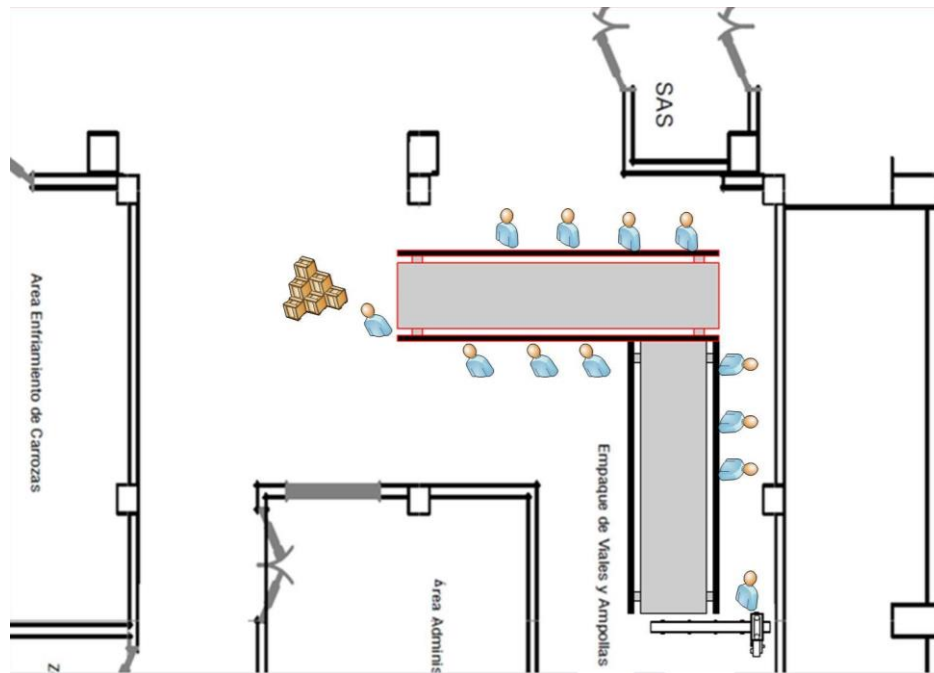
- De los sanitizantes y detergentes: los sanitizantes y detergente que se utilicen, deben someterse a control en cuanto a su contaminación microbiana; las diluciones se deben mantener en recipientes limpios e identificados conservándose durante un periodo definido. Si un recipiente está parcialmente vacío no debe completarse a volumen.

### **5.2.3. Orden y secuencia de material de empaque**

La secuencia de orden de empaque se basa en ordenar la estación de trabajo previo a empezar las acciones propias de embalaje.

**Figura 47.**

*Distribución del área de empaque*



*Nota.* La figura muestra la nueva distribución del área de empaque. Elaboración propia, realizado con Visio y AutoCAD.

### **5.3. Uso de reciclados**

Se describen las acciones para el manejo de material reciclado

#### **5.3.1. Reutilización**

El diagnóstico que debe hacer el jefe de producción en conjunto con los jefes de área es definir la cantidad de recipientes existentes y cuáles son los que se requieren, para la adecuada separación de los residuos en todas las áreas de la organización. Algunos recipientes son desechables y otros reutilizables, pero

todos deben cumplir con el color correspondiente a la clase de residuos que se va a depositar en ellos

Para facilitar el proceso de separación en la fuente, es conveniente que los recipientes estén rotulados teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipo de residuo a disponer y su listado correspondiente.
- Símbolo asociado, en caso de tener uno establecido.

### **5.3.2. Venta a empresas recicladoras**

Hay material que no es utilizable en la empresa, pero puede ser comercializado para las empresas recicladoras, para lo cual se debe de separar para su disposición final.

### **5.3.3. Disposición final**

La separación en la fuente es la base fundamental de la adecuada gestión de residuos y consiste en la separación inicial de manera selectiva de los residuos sólidos no peligrosos, de los peligrosos, procedentes de cada una de las áreas generadoras dentro de la empresa, dándose inicio a una cadena de actividades y procesos cuya efectividad depende de la adecuada clasificación de los residuos.

## **Figura 48.**

### *Manejo de desechos*



*Nota.* El manejo de desechos se hará de acuerdo con el Acuerdo Gubernativo 164-2021. Elaboración propia.

## **5.4. Manejo de residuos sólidos**

El centro de acopio es un área destinada por la empresa para la recepción, caracterización de residuos.

### **5.4.1. Caracterización**

- Confirmar el sitio donde se realizará la caracterización
- Organizar formatos y listados para la caracterización
- Corroborar la disponibilidad de las personas participantes en la caracterización
- Verificar que los recursos físicos necesarios para desarrollar la actividad estén organizados

#### **5.4.2. Clasificación**

En la clasificación de residuos se utilizó un color diferente facilitando la identificación del desecho correspondiente.

- **Aluminio y metales**

El contenedor color amarillo es el que identifica estos residuos. Los residuos de aluminio y metales están conformados por latas de aluminio y acero, recipientes de pinturas y aceites, tuberías, estaño de soldaduras, piezas de máquinas, herramientas de acero, el cobre de cables eléctricos.

- **Tarimas industriales**

Las tarimas industriales se clasifican en plásticas y madera, son transportadas al centro de acopio para su clasificación. Es identificado y representado por el icono de una tarima de madera en color café.

- **Laminado industrial**

Es representado por un sobre de consomé color rojo que contiene un icono de un pollito amarillo. El laminado es un material no biodegradable, compuesto de plástico y aluminio. El laminado industrial es depositado en bolsas plásticas transparentes y es transportado al centro de acopio.



- Plásticos mixtos

Es identificado con el recipiente color blanco, en este recipiente se desechan botellas PET, bolsas plásticas limpias, vasos plásticos, recipientes de comida, herramientas plásticas.

- Corrugado

Es identificado con el recipiente color azul, en él es depositado todo material de papel y cartón. Es decir, hojas de papel, cajas de cartón, periódico, folder, cuadernos que no contengan metal, sobres de papel.

- Biodegradable

Es identificado con el recipiente color gris, en él es depositado todo material derivado de vegetales, animales y comestibles. Es decir, verduras, frutas, residuos de comida, hierbas, hojas, raíces, ramas, tierra, servilletas.

- No reciclable

Estos se clasifican en materiales que son denominados basura común, es decir, recipientes de yogurt, bolsa de frituras, bolsas sucias, tenedores plásticos sucios, cuchillos plásticos sucios, cucharas plásticas sucias, platos plásticos sucios. El recipiente de material no reciclable es representado por el color negro.

- Cerámico

El recipiente de cerámico es representado por el color verde, en él se deposita todo material de vidrio como, ventanas, botellas, material de ensayo de laboratorio, vasos, platos.

Se presenta la distribución de residuos en el centro de acopio.

### **Figura 49.**

*Distribución de bodega*



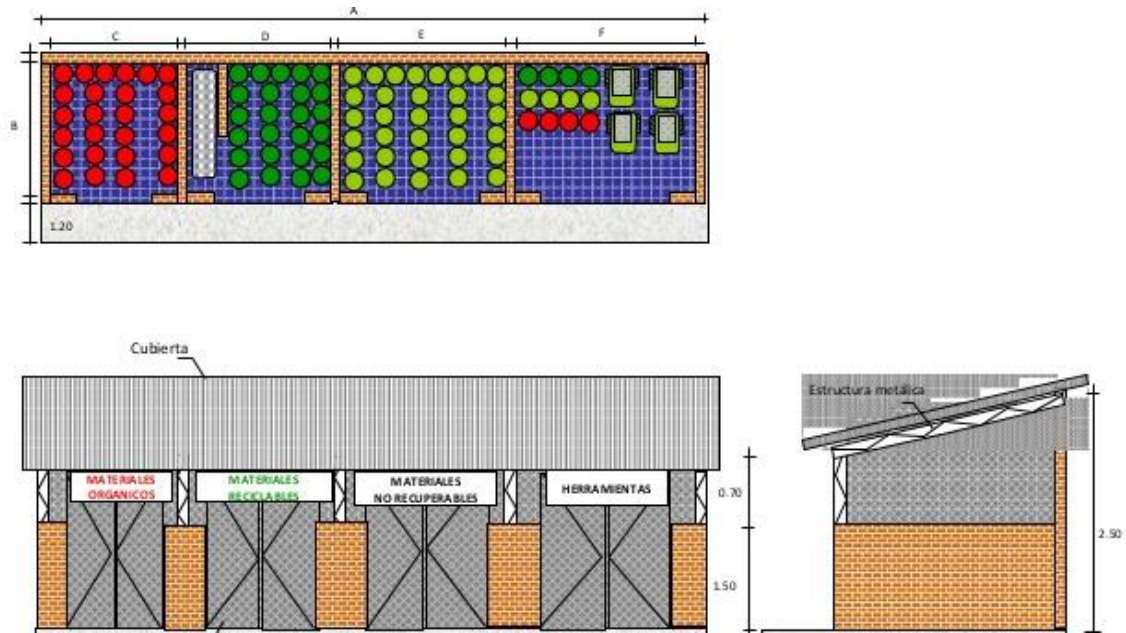
*Nota.* Distribución de los desechos sólidos. Elaboración propia.

#### **5.4.3. Disposición final**

El centro de acopio cuenta con un área para el reciclaje de materiales, siendo extraídos de diferentes áreas como: bodega de materia prima, manufactura, cafetería y taller de servicios. Los residuos son clasificados según el material al que pertenecen.

**Figura 50.**

*Distribución del centro de acopio*



*Nota.* Propuesta para la distribución del centro de acopio. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

#### **5.4.4. Reciclaje**

Las estaciones de reciclaje contienen una rotulación identificando que se encuentran recipientes de residuos, cada recipiente de residuos contiene un *sticker* con el nombre y colocar a la clasificación que pertenece.

#### **5.4.5. Compostaje**

Los residuos biodegradables son utilizados para alimentos de animales domésticos, de corral y para compostaje, es decir, es aquella materia orgánica

procedente de residuos de comida, jardinería y agrícola que son tratados para acelerar su descomposición y ser utilizados como fertilizante.

Se presenta el formulario para la recepción de desechos al centro de acopio

**Tabla 31.**

*Formulario de ingreso de desechos*

Aforo de Residuos Sólidos - Datos por													
Área de generación 1 :				Área de generación 3 :				Fecha:					
Área de generación 2 :				Área de generación 4 :									
Tipos de		Área de generación											
		1			2			3			4		
		Peso (Kg)	Vol (m3)	%	Peso (Kg)	(m3)	%	Peso (Kg)	(m3)	%	Peso (Kg)	Vol (m3)	%
1	Materia orgánica.												
	Restos de alimentos fruta y verduras												
	Residuo de zona verdes												
2	Papel												
	Periódic												
	Parafinad												
	Otros												
3	Cartó												
	Corrugado												
	Plegadizo												
	Sucio												
4	Plástico												
	PET												
	PV												
	Otros												

*Nota.* El formulario de desechos está elaborado con base en el Acuerdo Gubernativo 164-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

## **5.5. Medición y verificación**

Se describen las acciones de medición y verificación.

### **5.5.1. Riesgo y molestias de tipo térmico**

La demanda de ventilación es constante para prevenir un golpe de calor en las estaciones de trabajo.

### **5.5.2. Ruido**

El ruido industrial, en el área de producción de empaque está originado fundamentalmente por el funcionamiento de los diferentes tipos de máquinas empacadoras.

### **5.5.3. Iluminación del puesto de trabajo**

Esta condición laboral, no se le ha brindado la atención necesaria en el área de producción de empaque de cloro, es la iluminación industrial. Ya que simplemente, se ha asumido la necesidad de ciertas luminarias en algunos puntos de trabajo, pero sin ningún estudio previo para dar la iluminación adecuada al colaborador, en donde se le garantice que no tendrán consecuencias como: vista cansada y dolores de cabeza.

Dentro de las ideas de mejora identificadas, por medio del análisis anterior sobre el nivel de iluminancia para el área de empaque, se tiene:

- Mantenimiento a las luminarias del área de empaque
- Mantenimiento a las luminarias de los puntos de trabajo

- Implementar más iluminación natural, por medio del techo u otro muro
- Implementar las luminarias faltantes en los 4 puntos de trabajo
- Cambiar las luminarias en los puntos, con niveles por debajo de los luxes permisibles
- Entrenamiento en iluminación industrial
- Definición de responsable de iluminación industrial, para el área de empaque
- Establecer frecuencia anual de monitoreo de iluminación industrial, en el área de empaque

#### **5.5.4. Diseño del puesto de trabajo**

El personal debe de contar con acceso en las entradas y salidas de la planta, debe contar con una buena iluminación, ventilación, renovación de aire, así como baños en perfectas condiciones, que los pasillos estén limpios, pisos, que se extraiga la basura por parte del Departamento de Servicios varios todos los días, para evitar acumulaciones y focos de contaminación.

- El trabajo que se realiza sentado: si un trabajo no necesita mucho vigor físico y se puede efectuar en un espacio limitado, el trabajador debe realizarlo sentado.

A continuación, figuran algunas directrices ergonómicas para el trabajo que se realiza sentado en la institución:

- El trabajador tiene que poder llegar a todo su trabajo sin alargar excesivamente los brazos ni girarse innecesariamente.

- La posición correcta es aquella en que la persona está sentada recta frente al trabajo que tiene que realizar o cerca de él.

## **5.6. Resultados obtenidos**

Se presentan los resultados obtenidos del estudio realizado.

### **5.6.1. Alcance**

El procedimiento es aplicable para todo el personal, de acuerdo a su competencia, desde girar instrucciones en la elaboración del procedimiento hasta la aprobación, autorización y archivo del mismo.

### **5.6.2. Beneficio**

El beneficio es para la empresa completamente, esto permite reducir los tiempos de producción y reducción de material de empaque.

### **5.6.3. Indicadores de producción**

Estos indicadores nos sirven para medir los niveles de calidad en las etapas de las líneas de producción.

**Tabla 32.***Indicadores de empaque*

<b>Variable</b>	<b>Conceptualización</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Tiempo de paros</b>	Cantidad de tiempo que la máquina pasa parada.	Medición de tiempos	Cronómetros y bitácoras de trabajo de líneas de empaque
<b>Efectividad global</b>	Evalúa el rendimiento del equipo mientras está funcionando	Efectividad global = Disponibilidad x Eficiencia x Tasa de calidad del equipo (rendimiento) de productos	Indicadores área de mantenimiento
<b>Disponibilidad</b>	Porcentaje de tiempo que la máquina se encuentra trabajando.		Indicadores área de mantenimiento
<b>Eficiencia</b>	Porcentaje de velocidad de empaque del producto		Indicadores líneas de empaque/ Medición de tiempos
<b>Tasa de calidad del producto</b>	Porcentaje de defectos		Indicadores área de control de calidad
<b>Productividad</b>	Relación entre la cantidad de productos empacados y los recursos utilizados para empacar los productos.	$Productividad = \frac{\text{Productos o Servicios Producidos}}{\text{Recursos Utilizados}}$	Indicadores área de empaque

*Nota.* La tabla muestra las variables localizadas y el instrumento necesario para atenderlas. Elaboración propia, realizado con Excel.



## 5.7. Auditorias

Se deben realizar auditorías internas por parte de la empresa, así como auditorías externas por parte de empresa auditorias en materia de control de inventarios para el área de producción.

### 5.7.1. Auditorías internas

Este proceso lo realizará un comité de calidad, integrado por un representante de cada departamento presidido por la alta gerencia.

**Tabla 33.**

*Auditoría interna*

Proceso: todos los procesos	Área: todas las áreas	Fecha
Elaboró	Realizó	Aprobó
Responsable	Paso	Procedimiento
Jefe de control de calidad	1	Elaborar el programa anual de auditorías considerando: a. Los resultados de auditorías anteriores. b. La complejidad de los procesos c. Los puntos críticos de control donde se pone de manifiesto los peligros relativos a la seguridad alimentaria
		El programa anual de auditorías deberá contener al menos siguiente información: área o procesos a auditar, responsable del área/proceso a auditar, alcance de la auditoría, responsable de realizar la auditoría y mes en el cual se espera realizar la auditoría.

Continuación de la tabla 33.

---

		<p>Una vez que se han programado las auditorías, llegadas las fechas de las auditorías se elabora por cada una el plan de auditoría interna que será anunciado al menos con una semana de anticipación a los auditados para que estos se preparen, comuniquen al personal a su cargo y puedan atender con efectividad la auditoría o en todo caso hagan observaciones al plan si hubiese condiciones que limitan el que pueda realizarse la auditoría.</p> <p>El plan de auditoría se envía en un memorando a los auditados, y debe de contener al menos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Código o referencia de la auditoría.</li><li>b. Fecha de la auditoría</li><li>c. Área o proceso a auditar</li><li>d. Responsables de las áreas a auditar</li><li>e. Designación del o los auditores.</li><li>f. Criterios de auditoría necesarios para realizarla</li><li>g. Recursos necesarios para desarrollar la auditoría</li><li>h. Otros aspectos relevantes que se consideran para la eficaz realización de la auditoría</li><li>i. El programa a desarrollar en la auditoría con temas, horas y fechas.</li></ul>
Equipo auditor	2	<p>Todas las auditorías internas deben de iniciar con una reunión de apertura, la cual es precedida por el equipo auditor y debe de contar con la participación del personal del área o proceso a auditar. En la reunión inicial deben de confirmarse el objetivo de la auditoría, el alcance y la distribución de las actividades.</p>

---

Continuación de la tabla 33.

Proceso: todos los procesos	Área: todas las áreas	Fecha
<b>Elaboró</b>	<b>Realizó</b>	<b>Aprobó</b>
<b>Responsable</b>	<b>Paso</b>	<b>Procedimiento</b>
Equipo auditor	3	Finalizada la reunión de apertura el equipo auditor procede a realizar la auditoría en sitio.  Como herramientas el equipo auditor puede elaborar listas de verificación en la cual se contemplen todos los requisitos a evaluar. El equipo auditor debe de notificar al auditado cualquier hallazgo que encuentre durante la auditoría.
	4	Para dar por terminada la auditoría en sitio, el equipo auditor debe de realizar una reunión de cierre en donde se den a conocer los hallazgos de la auditoría y las conclusiones sobre el cumplimiento del SGC.
	5	El equipo auditor cuenta con 3 días hábiles para la elaboración del informe de auditoría, el cual debe de contener al menos: a. El objetivo, alcance y criterios de la auditoría. b. Nombre del auditado y del equipo auditor c. Lugar y fecha de la auditoría d. Conclusiones de la auditoría e. Hallazgos de la auditoría.  El equipo auditor entrega el informe final al Jefe de Control de Calidad y al Jefe del área o proceso auditado.

*Nota.* La tabla muestra el modo de realizar las auditorías internas. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 5.7.2. Auditorías externas

La realiza un inspector del Ministerio de Salud Pública quien evaluará los siguientes puntos del equipo, operarios, áreas y producto que se ven involucrados en la producción basándose en las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

### 5.7.3. Estadísticas

El control estadístico es primordial para verificar la productividad del área de empaque que es el estudio, para lo cual se recomienda el uso de gráficos de control.

**Tabla 34.**

*Indicadores de empaque*

<b>Variable</b>	<b>Conceptualización</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Resultado</b>
<b>Tiempo de paros</b>	Cantidad de tiempo que la máquina pasa parada.	Medición de tiempos	120 minutos
<b>Efectividad global</b>	Evalúa el rendimiento del equipo mientras está funcionando	Efectividad global = $\frac{200 \text{ horas}}{0.9 \times 0}$	Efectividad = 162
<b>Disponibilidad</b>	Porcentaje de tiempo que la máquina se encuentra trabajando.	Horas de trabajo de la máquina 200 horas	
<b>Eficiencia</b>	Porcentaje de velocidad de empaque del producto	$\frac{1500 \text{ empaques}}{1600 \text{ empaque programado}}$	94 %
<b>Tasa de calidad del producto</b>	Porcentaje de defectos	$\frac{\text{Producto defectuoso}}{\text{total de producto}} = \frac{150}{2500}$	6 %

*Nota.* La tabla muestra las variables localizadas y las ecuaciones para el cálculo de las mismas. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### 5.7.4. Análisis beneficio costo

El beneficio costo determina la relación de la inversión si es rentable para la empresa en estudio.

- Costos totales

Los costos totales representan la inversión necesaria para mejorar el proceso en esta se toman en cuenta las materias primas, métodos y diseño de proceso.

- Ingresos totales

Ingresos percibidos por las ventas finales menos el costo de ventas para determinar la ganancia del proceso de comercialización.

**Tabla 35.**

*Flujo de caja proyectado*

Periodo de recuperación - flujo de caja proyectado							
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Saldo Inicial		11.000,00	13.720,79	15.791,59	22.412,38	25.133,18	32.403,97
<b>(+) Ingresos</b>							
Ventas al contado		18.000,00	17.000,00	24.000,00	18.000,00	25.000,00	24.000,00
Cobros de ventas al crédito		-	-	-	-	-	-
Aportes adicionales de socios		-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>		<b>18.000,00</b>	<b>17.000,00</b>	<b>24.000,00</b>	<b>18.000,00</b>	<b>25.000,00</b>	<b>24.000,00</b>
<b>Total disponible</b>		<b>29.000,00</b>	<b>30.720,79</b>	<b>39.791,59</b>	<b>40.412,38</b>	<b>50.133,18</b>	<b>56.403,97</b>
<b>(-) Egresos</b>							
Costos Fijos		4.489,85	4.489,85	4.489,85	4.489,85	4.489,85	4.489,85
Costos variables		5.400,00	5.100,00	7.200,00	5.400,00	7.500,00	7.200,00
Impuestos		900,00	850,00	1.200,00	900,00	1.250,00	1.200,00
Amortización de préstamos bancarios		3.906,02	3.951,59	3.997,69	4.044,33	4.091,52	4.139,25
Intereses		583,33	537,76	491,66	445,02	397,84	350,10
Otros egresos		-	-	-	-	-	-
<b>Total de egresos</b>		<b>15.279,21</b>	<b>14.929,21</b>	<b>17.379,21</b>	<b>15.279,21</b>	<b>17.729,21</b>	<b>17.379,21</b>
<b>Saldo final</b>		<b>13.720,79</b>	<b>15.791,59</b>	<b>22.412,38</b>	<b>25.133,18</b>	<b>32.403,97</b>	<b>39.024,76</b>
Inversión	- 62.671,00	- 48.950,21	- 33.158,62	- 10.746,24	14.386,94	46.790,91	85.815,68

*Nota.* La tabla muestra la recuperación de la inversión del proyecto. Elaboración propia, realizado con Excel.



## CONCLUSIONES

1. El tiempo óptimo para el proceso de producción se basó en establecer un tiempo estándar utilizando condiciones de operaciones físicas y demoras que puedan presentar el proceso de manufactura
2. Los medios estadísticos son de beneficio para comprender la variación de variables que determinan demoras o tiempos improductivos para la aceptación del producto final.
3. Las condiciones del sistema de producción en el inicio de estudio dan como resultado una generación de desperdicio de 3 % de la materia prima
4. El sistema de mantenimiento preventivo de los equipos del área de producción para reducir los paros no programados de los equipos de moldeo por inyección
5. El Decreto 229-2014. Determina las condiciones que la empresa debe cumplir ante la legislación del país en materia de resguardo de los empleados e instalaciones





## RECOMENDACIONES

1. Dar mayor jerarquía a las operaciones concernidas con los inventarios efectuando un control de kardex que consienta llevar cuenta de cada uno de los productos que forman el inventario.
2. Salvaguardar los procedimientos desenvueltos para el ingreso y egreso de producto, ya que, son técnicas para extender la productividad, esto se debe realizar durante las operaciones y bajo supervisión del jefe de bodega para su cumplimiento.
3. Notificar a los trabajadores que maniobran las máquinas, esto se puede ejecutar con un adiestramiento que debe de ser repartido por el supervisor de turno a su grupo de trabajo.
4. Instituir programas de mantenimiento preventivo y correctivo para avalar la vida útil de la maquinaria y equipo, y de esta forma mermar los costos de operación.



## REFERENCIAS

- CDI Lean. (12 de octubre de 2020). *Técnica SMED. Reducción del tiempo de preparación*. FESPIN. <https://lean.cdiconsultoria.es/tecnica-smed-reduccion-del-tiempo-de-preparacion/>
- Crown Holdings, Inc. (2003). *Manual de procedimientos estándares de operación. Actualización año 2003*. Centro Técnico Alsip.
- García, R. (2018). *Estudio del trabajo ingeniería métodos medición del trabajo*. McGraw-Hill.
- Hartmann, E. (1999). *Cómo instalar con éxito el TMP en una planta no japonesa*. International TPM Institute, Inc.
- Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional. Acuerdo Gubernativo Número 229-2014 (23 de julio, 2014). Congreso de la República. Diario de Centroamérica. Guatemala.



# APÉNDICES

Para establecer cada relación de inventario se procedió a calcular con los desechos de cartón, plásticos, papel, que son los que tienen mayor demanda y rotación

## Apéndice 1.

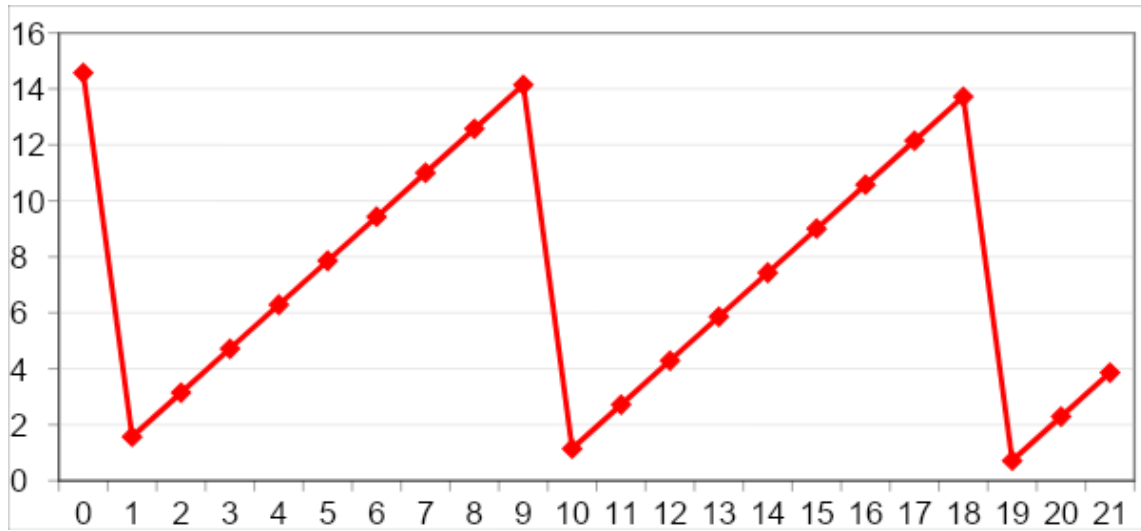
### *Demanda de cartón reciclado*

<b>Demanda Total</b>	<b>273</b>																					
<b>Costo por Producto</b>	<b>30</b>																					
<b>Costo Setup</b>	<b>245</b>																					
<b>Costo Inventario</b>	<b>1</b>																					
<b>Lead Time</b>	<b>1</b>																					
<b>Tiempo</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>
Nivel de Inventario Inicial	14,6	14,572	1,5717	3,1433	4,715	6,2866	7,8583	9,43	11,002	12,573	14,145	1,145	2,7166	4,2883	5,8599	7,4316	9,0033	10,575	12,147	13,718	0,7183	2,2899
Demanda del Periodo	0	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Lote de Ordenamiento (1)	0	14,572	14,572	14,572	14,572	14,572	14,572	14,572	14,572	0	14,572	14,572	14,572	14,572	14,572	14,572	14,572	14,572	14,572	0	14,572	14,572
Nivel de Inventario Final	<b>14,572</b>	<b>1,5717</b>	<b>3,1433</b>	<b>4,715</b>	<b>6,2866</b>	<b>7,8583</b>	<b>9,43</b>	<b>11,002</b>	<b>12,573</b>	<b>14,145</b>	<b>1,145</b>	<b>2,7166</b>	<b>4,2883</b>	<b>5,8599</b>	<b>7,4316</b>	<b>9,0033</b>	<b>10,575</b>	<b>12,147</b>	<b>13,718</b>	<b>0,7183</b>	<b>2,2899</b>	<b>3,8616</b>
<b>Lote de Ordenamiento</b>	<b>14,6</b>																					
<b>Punto de Reorden</b>	<b>13,0</b>																					
<b>Costos Totales</b>	<b>EOQ</b>																					
Costos Productos	8190																					
Costo de Setup	4590,1																					
Costo por inventario	4590,1																					
<b>Total</b>	<b>17370</b>																					

*Nota.* Cálculo de la demanda de cartón reciclado. Elaboración propia.

## Apéndice 2.

*Ciclo consumo de cartón reciclado, días versus kilogramos consumidos*



*Nota.* Gráfica del ciclo de consumo del cartón reciclado. Elaboración propia.