



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

**ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENVASADO Y EMBALAJE DE PRODUCTOS SABORIZADOS
EN EMPRESA DE BEBIDAS Y ALIMENTOS ARJU, S.A, PARA REDUCCIÓN DE MERMAS**

Herber Eduardo Gómez Leal

Asesorado por el Ing. Renaldo Girón Alvarado

Guatemala, octubre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENVASADO Y EMBALAJE DE PRODUCTOS SABORIZADOS
EN EMPRESA DE BEBIDAS Y ALIMENTOS ARJU, S.A, PARA REDUCCIÓN DE MERMAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HERBER EDUARDO GÓMEZ LEAL
ASESORADO POR EL ING. RENALDO GIRÓN ALVARADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola
EXAMINADORA	Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENVASADO Y EMBALAJE DE PRODUCTOS SABORIZADOS
EN EMPRESA DE BEBIDAS Y ALIMENTOS ARJU, S.A, PARA REDUCCIÓN DE MERMAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 27 de julio 2017.



Herber Eduardo Gómez Leal

Guatemala, 13 de febrero de 2019

Ingeniero

César Ernesto Urquizu Rodas

Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Urquizu:

Por medio de la presente, me dirijo a usted para presentar el trabajo de graduación elaborado por el estudiante Herber Eduardo Gómez Leal, con número de carné 2013-14813, titulado "ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENVASADO Y EMBALAJE DE PRODUCTOS SABORIZADOS EN EMPRESA DE BEBIDAS Y ALIMENTOS ARJU, S.A, PARA REDUCCIÓN DE MERMAS", el cual he asesorado y revisado.

Por lo que considero que dicho trabajado de graduación reúne los requisitos establecidos y doy la aprobación del mismo.

Atentamente,

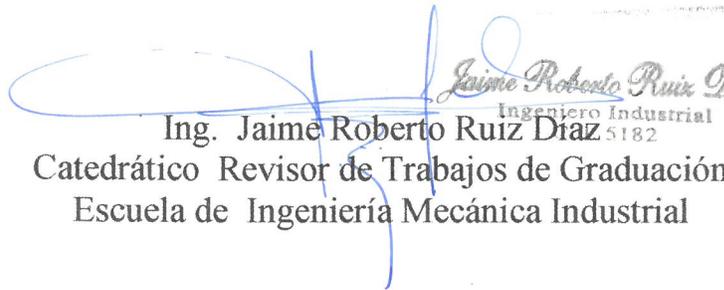
Ing. Renaldo Giron Alvarado
COLEGIADO 5977
Renaldo Giron Alvarado
Ingeniero Industrial
Colegiado 5977



REF.REV.EMI.040.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENVASADO Y EMBALAJE DE PRODUCTOS SABORIZADOS EN EMPRESA DE BEBIDAS Y ALIMENTOS ARJU, S.A. PARA REDUCCIÓN DE MERMAS**, presentado por el estudiante universitario **Herber Eduardo Gómez Leal**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Jaime Roberto Ruiz Díaz Ingeniero Industrial 5182
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2019.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

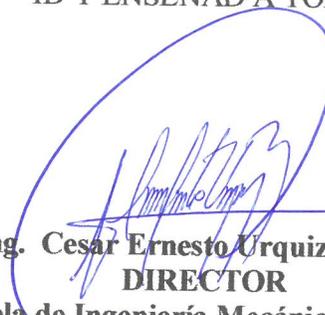


FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.155.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor **ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENVASADO Y EMBALAJE DE PRODUCTOS SABORIZADOS EN EMPRESA DE BEBIDAS Y ALIMENTOS ARJU, S.A. PARA REDUCCION DE MERMAS**, presentado por el estudiante universitario **Herber Eduardo Gómez Leal**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2019.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

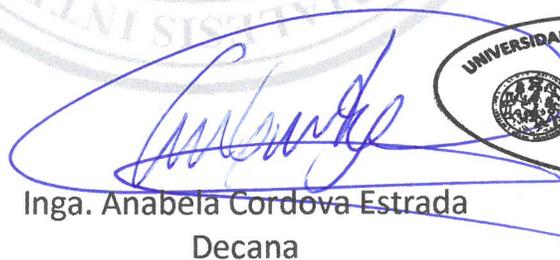


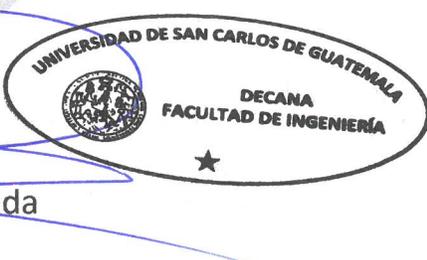
Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 435.2019

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: **ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENVASADO Y EMBALAJE DE PRODUCTOS SABORIZADOS EN EMPRESA DE BEBIDAS Y ALIMENTOS ARJU, S. A. PARA REDUCCIÓN DE MERMAS,** presentado por el estudiante universitario: **Herber Eduardo Gómez Leal,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, octubre de 2019

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por bendecirme grandemente, dándome la salud, fuerza y sabiduría de culminar mis estudios universitarios y mi trabajo de graduación. Y permitirme el privilegio de disfrutar este logro con todos mis seres queridos.

Mis padres

Por todos sus consejos, amor, apoyo económico brindado durante la carrera, paciencia, consejos, siendo así fuente inspiradora de motivación.

Mi hermano

Por su cariño, por ser la persona que siempre me motiva a seguir adelante, apoyándome moralmente y en lo económico desde los inicios de mi carrera.

Mis tíos

Por el apoyo y motivación que me han brindado durante todos los años de mi carrera, impulsándome para seguir adelante siempre. Dándome amor incondicional y ánimos para cumplir todas mis metas

Mis primos

Por el apoyo y motivación brindado, con mucho amor y cariño, para ustedes.

Mi novia

Por el amor, comprensión, apoyo y motivación para seguir adelante, siendo así una fuente de inspiración para alcanzar mis metas y anhelos.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la sabiduría para culminar esta etapa de mi vida.
Mis padres	Por el apoyo brindado durante toda mi carrera y sus consejos para llegar a ser un profesional de bien.
Mi familia	Por todo el apoyo brindado durante el tiempo de mi carrera, dándome ánimos para salir adelante.
Ing. Renaldo Girón Alvarado	Por darme el apoyo y asesoría durante el desarrollo de este proyecto.
ARJUSA, S.A	Al señor Julio Castillo, por abrirme las puertas de su empresa para realizar mi trabajo de graduación en ella.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser importante en la formación de profesionales, albergado sueños de estudiantes que desean un mejor futuro para Guatemala.

Facultad de Ingeniería

Por compartir no solo el conocimiento científico y de academia, sino que también experiencias y momentos que permiten la motivación y el desarrollo personal.

**Mis amigos de la
Facultad**

Por todo el apoyo brindado, explicaciones de cursos, desveladas y conocimiento que contribuyeron para que yo alcanzara este logro.

**Personas que hicieron
posible este trabajo**

Por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo de graduación, reciban mi más sincero agradecimiento.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Análisis del proceso.....	1
1.1.1. Importancia del proceso del análisis productivo	2
1.1.2. Objetivos de un análisis	2
1.1.3. Pasos para llegar a un análisis de proceso	3
1.2. Análisis de la operación.....	4
1.2.1. Enfoque del análisis de operación	6
1.2.1.1. Propósito de la operación	7
1.2.1.2. Método de envasado	7
1.2.1.3. Tolerancia y especificaciones	8
1.2.1.4. Materia prima.....	9
1.2.1.5. Diagrama de proceso	11
1.2.1.6. Diagrama de recorrido	14
1.2.1.7. Mermas.....	17
1.2.1.8. Manejo de materiales	19
1.2.1.9. Diseño de planta.....	21
1.3. Método de observación	22
1.3.1. Importancia del método de observación	23
1.3.2. Métodos y técnicas de observación.....	24

1.4.	Análisis de beneficio-costo	25
1.4.1.	Importancia del análisis beneficio-costo	26
1.5.	Maquinaria y equipo	27
1.5.1.	Descripción de la maquinaria de envasado.....	28
1.5.1.1.	Planes de mantenimiento	29
1.5.2.	Descripción del contenedor	34
2.	ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS DEL PROCESO	37
2.1.	Descripción del proceso de envasado y embalaje	37
2.1.1.	Empaque primario	37
2.1.1.1.	Método de empaque	38
2.1.1.2.	Tipos de empaque.....	40
2.1.1.3.	Materiales.....	46
2.1.1.4.	Manipulación	49
2.1.2.	Empaque secundario	50
2.1.2.1.	Materiales.....	51
2.1.2.2.	Manipulación	52
2.1.3.	Método de embalaje y estibación del producto	53
2.1.3.1.	Método para agrupar el producto	53
2.1.3.2.	Descripción del contenedor	54
2.2.	Diagramas de proceso de envasado y embalaje	55
2.2.1.	Diagrama de flujo del proceso de envasado	58
2.2.2.	Diagrama de flujo del proceso de embalaje	60
2.3.	Análisis FODA del proceso de envasado y embalaje.....	62
2.3.1.	Determinar factores internos y externos.....	62
2.3.2.	Análisis FODA	63
2.4.	Maquinaria	64
2.4.1.	Vida útil de la maquinaria	65
2.4.2.	Periodicidad de mantenimiento	66

2.5.	Costos por desperdicio de producto asociado al método de envasado y embalaje.....	67
3.	ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE DAN ORIGEN A LA EXISTENCIA DE MERMA	69
3.1.	Determinación de causas	69
3.1.1.	Diagrama árbol de problemas.....	69
3.1.2.	Diagrama de problemas Ishikawa.....	70
3.2.	Análisis de las causas en proceso.....	72
3.2.1.	Análisis de los cinco porqués.....	72
3.2.2.	Determinación de causas primarias.....	74
3.2.3.	Gráficas de las causas primarias.....	74
3.3.	Variables principales	79
3.3.1.	Secuencia de operaciones.....	79
3.3.2.	Bobinas de polietileno.....	80
3.3.3.	Sellado de bolsas	80
3.3.4.	Mantenimiento periódico.....	81
3.3.5.	Empaque secundario.....	82
3.3.6.	Jaulas o contenedores.....	83
3.3.7.	Embalaje.....	84
3.4.	Clasificación de mermas.....	85
3.4.1.	Inevitables.....	85
3.4.2.	Innecesarias	85
4.	PLAN DE CONTROL	87
4.1.	Implementación	87
4.1.1.	Control de maquinaria	87
4.1.1.1.	Plan de mantenimiento	87
4.1.1.2.	Rutinas de mantenimiento	89

4.1.1.3.	Registro de órdenes de trabajo	90
4.1.1.4.	Inventario de repuestos	91
4.1.2.	Control de temperatura	92
4.1.2.1.	Ficha técnica de control de temperatura	92
4.1.2.2.	Gráfico de control de temperatura.....	94
4.1.3.	Control de contenedores	96
4.1.3.1.	Ficha de control de estado de contenedor	97
4.1.4.	Control de gramaje de bobina	98
4.1.4.1.	Ficha técnica de aprobación de materia prima	99
4.2.	Capacitación personal.....	100
4.2.1.	Manipulación del producto.....	101
4.2.2.	Buenas prácticas de manufactura	101
4.3.	Costos	102
4.3.1.	Insumos de mantenimiento de maquinaria.....	102
4.3.2.	Servicio de mantenimiento	103
4.3.3.	Capacitación personal operativo	104
4.3.4.	Costo de implementación del nuevo método.....	105
4.4.	Medición y evaluación de las mejoras.....	106
4.4.1.	Encuesta al personal.....	107
4.4.2.	Indicadores de producción	107
4.4.2.1.	Porcentaje de merma	108
4.4.2.2.	Costos de desperdicio con el nuevo método	109
4.4.2.3.	Análisis beneficio/costo	109
4.4.2.4.	Productividad.....	115

CONCLUSIONES	121
RECOMENDACIONES	123
BIBLIOGRAFÍA.....	125
APÉNDICE.....	127
ANEXOS	129

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Símbolos para la realización de un diagrama de proceso.....	13
2.	Máquina de llenado automática de líquidos GWTGXD600	28
3.	Jaulas para transportar productos.....	35
4.	Colocación de bobinas en envasadora	39
5.	Sellado de bolsas.....	40
6.	Presentación 500ml.....	41
7.	Bolsas de productos agua saborizadas Chipi 500 ml.....	41
8.	Bebida EnerMax.....	42
9.	Botella de agua pura 600 ml	43
10.	Chipi Plus 220 ml	44
11.	Envase en forma de pelota	44
12.	Bolsas de gelatina <i>SQUISH</i>	45
13.	Gelatina en vaso	46
14.	Bobina de PE	47
15.	Refresco en forma de balón	48
16.	Bolsa de agua pura brisa 500 ml.....	51
17.	Bolsas de polietileno	52
18.	Método PEPS (FIFO)	54
19.	Despacho de producto	55
20.	Diagrama de proceso de envasado y embalaje	56
21.	Diagrama de proceso de envasado	59
22.	Diagrama de proceso de embalaje	61
23.	Máquina envasadora JM-1000.....	65

24.	Gráfica de mantenimientos por semana	66
25.	Árbol de problemas (causa-efecto)	70
26.	Diagrama Ishikawa	71
27.	Generación de desperdicios	75
28.	Capacitación de manejo de materiales	75
29.	Uso de maquinaria de envasado	76
30.	Manipulación de productos	77
31.	Capacitación de buenas prácticas de manufactura	77
32.	Mantenimiento a la maquinaria	78
33.	Capacitación del personal.....	78
34.	Aglomerado de bolsas	82
35.	Jaulas o contenedores.....	83
36.	Bolsa embalada	84
37.	Manipulación brusca	86
38.	Boletas preoperatorias.....	90
39.	Ficha de control de temperatura	93
40.	Comparación de métodos (actual frente al nuevo)	108
41.	Valor presente anual.....	113
42.	Flujo de efectivo del proyecto	115
43.	Ventas anuales	117

TABLAS

I.	Etapas del análisis de procesos	4
II.	Análisis FODA	64
III.	Tabla de costos asociados al método actual.....	67
IV.	Análisis de los cinco porqué	73
V.	Costo por hora de paro de producción	81
VI.	Plan de mantenimiento.....	88

VII.	Rutinas de mantenimiento	90
VIII.	Control de temperatura	95
IX.	Límites críticos de la temperatura	95
X.	Boleta de estado de jaulas.....	98
XI.	Boleta de aprobación de materia prima	100
XII.	Herramientas, accesorios y repuestos.....	103
XIII.	Costo de mantenimiento diario	104
XIV.	Costos iniciales de implementación.....	106
XV.	Comparación de métodos (actual frente a nuevo)	108
XVI.	Costo de desperdicios (actual frente al nuevo).....	109
XVII.	Ingresos anuales de la empresa.....	111
XVIII.	Costos anuales de la empresa	112
XIX.	Producción mensual de bolsas de agua pura	116
XX.	Pronóstico de ventas	118
XXI.	Resultados del pronóstico.....	119
XXII.	Recuperación de bolsas con nuevo proceso	119
XXIII.	Pronóstico de ventas con el método nuevo	120

GLOSARIO

Acción correctiva	Actividad que se implementa para eliminar la causa de una no conformidad detectada.
Acción preventiva	Actividad que se implementa para prevenir una no conformidad detectada potencial.
<i>American Society of Mechanical Engineers</i> (ASME)	Asociación de profesionales que crearon el código estandarizado a nivel mundial para los símbolos utilizados en los diagramas.
Bobina	Rollo de polietileno continuo que se utiliza en la máquina envasadora para crear las bolsas de refresco.
Buenas prácticas de manufactura BPM	Herramientas básicas para obtener productos seguros para el consumo humano, que se centralizan en la higiene y en la forma de manipulación.
Control de calidad	Actividades y acciones de carácter operativo que son utilizadas para satisfacer los requerimientos del cliente en base a sus expectativas del producto.

Eficiencia	Capacidad de lograr emplear los recursos en los mejores medios posibles.
Empaque primario	Protección que está en contacto directo con el producto.
Empaque secundario	Es aquel que protege y permite el traslado del empaque primario.
Estandarización	Proceso que busca el equilibrio y unificación de las características de un producto o servicio.
Gramaje	Peso en gramos de polietileno por metro cuadrado.
Insumo	Todos aquellos implementos que sirven para un determinado fin y que se pueden denominar materias primas, específicamente útiles para diferentes actividades o procesos.
Ítems	Término en inglés que significa artículo, el cual hace referencia a cada uno de los elementos que forman parte de un todo.
Límite de control inferior	Línea horizontal ubicada en la parte inferior de la gráfica, que se utiliza para determinar si un proceso está fuera de sus límites.
Límite de control superior	Línea horizontal ubicada en la parte superior de la gráfica, que se utiliza para determinar si un proceso

está fuera de sus límites.

Manipulación	Manejar una cosa o trabajar sobre ella con las manos o con algún instrumento.
Optimización	Trata de buscar la mejor manera de revisar una actividad de forma óptima.
PET	Polímero perteneciente al grupo de materiales sintéticos denominados poliéster.
Poliétileno	Polímero creado a partir de etileno. Se emplea para la fabricación de bolsas, envases, tuberías y otros.
Stock	Término en inglés que se utiliza para referirse a la cantidad de bienes o productos de una organización o individuo para el cumplimiento de ciertos objetivos.
Tereftalato de polietileno	Tipo de plástico utilizado en botellas y textiles.

RESUMEN

ARJUSA S.A, es una empresa dedicada a la fabricación y envasado de productos alimenticios, entre los más populares: las gelatinas en forma de frutas, bolsas de agua pura y refresco de diferentes presentaciones. Actualmente la empresa tiene inconvenientes con los despachos que realiza al interior del país, este producto llega con bolsas rotas dentro de los contenedores. Otras causas se deben al traslado del producto, el embalaje secundario, embalaje final y en la fase final de la línea de producción.

Realizada la investigación dentro de la planta de producción se pueden determinar varios factores que intervenían durante la operación y que eran fuentes de generación de desperdicios durante el proceso, como por ejemplo: materia prima (bobinas de polietileno), tiempo de sellado, temperatura de la máquina para el sellado, manipulación de producto y sobrepeso durante el embalaje final.

Tomando en consideración todos estos factores, se propuso la compra de cajas agrícolas para estibar de mejor manera el producto, y evitar el sobrepeso de las bolsas que se encuentran en el fondo de las jaulas, de igual manera, incluir controles durante el proceso, esto con el fin de mejorar la eficiencia en todos los procesos desde la planta hasta el momento de despachos.

Se evidenció que utilizando esta propuesta se puede reducir el desperdicio en el proceso y, por ende, aumentar sus ventas, que en utilidad es de beneficio para la empresa.

OBJETIVOS

General

Analizar el proceso de envasado y embalaje de bebidas saborizadas en la empresa de bebidas y alimentos ARJU, S.A, para reducir el desperdicio por merma

Específicos

1. Analizar la secuencia de las actividades del proceso de envasado y embalaje de bebidas saborizadas.
2. Determinar si la empresa cuenta con planes de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo de envasado.
3. Identificar si la manipulación y traslado del producto se lleva a cabo de manera correcta para evitar su deterioro.
4. Determinar si la calidad de las materias primas influye en que el producto se dañe.
5. Identificar los puntos críticos del proceso por medio del método de observación.
6. Proponer un plan de control al proceso de envasado y embalaje para reducir las pérdidas por mermas del producto.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las empresas buscan optimizar sus recursos y hacer más eficientes sus líneas de producción, evitando en mayor parte las mermas durante el proceso, reprocesos, tiempos muertos, tiempos de paro. Es por ello la importancia de optimizar los procesos y crear controles de producción que ayuden a evaluar el desempeño de los procesos y guiar en la toma de decisiones importantes, como compra de materia prima, condiciones ideales de la maquinaria y rendimiento de producción.

Toda la información recabada en los controles es valiosa para la empresa, ya que con ella se logra el objetivo de optimizar el proceso aprovechando los recursos, reduciendo costos y obteniendo mayores ganancias.

El presente trabajo de graduación está dividido por cuatro capítulos que muestran cómo se alcanzará dicho objetivo. En el capítulo uno está el marco teórico que permite comprender de mejor manera lo expuesto en el trabajo realizado.

Dentro del capítulo dos, se analizan los puntos críticos de la empresa, que al final, son aquellos factores que intervienen y afectan en el proceso generando mermas en el proceso. Todos estos puntos son evaluados y analizados en el capítulo tres, para determinar cuál es el factor principal o común que pueda estar afectando la operación.

En el capítulo cuatro se establece un plan de control en el proceso, comparando el método actual con el propuesto, de esta manera se evidencia el

beneficio-costo que se tendrá al utilizar este nuevo método y se implementan los controles necesarios para el que proceso sea eficiente. El tiempo de recuperación de la inversión inicial del proyecto es de un mes y el resultado del beneficio-costo es de 1,04.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Análisis del proceso

Un análisis de proceso describe los pasos o procedimientos que conforman un proceso en particular. Identifica los pasos que generan valor al proceso, es decir, que los trabajos y pasos que no generan valor se consideran como desperdicio. Es importante recordar que la clave de una reingeniería es optimizar la línea de proceso y eliminar las actividades que no generan valor o que generan desperdicio. Pero antes de eliminar por completo o reducir al mínimo alguna actividad es preciso, primero, identificar, con ayuda de un análisis de proceso que permitirá eliminar actividades innecesarias que podrían llevar al desperdicio.

De igual manera, en el análisis de procesos se puede examinar el flujo global de cualquier actividad de trabajo. Los procesos se encuentran en una serie de pasos ordenados y lógicamente en secuencia, y en un análisis de procesos pueden estudiarse cada uno de los tipos y orden específico de las actividades. Asimismo, permite captar datos cuantitativos del proceso, incluyendo:

- Tiempo del proceso
- Cuánto desperdicio contiene el proceso
- Cuántas personas involucradas en el proceso
- Cuánto cuesta económicamente

Sin embargo, el propósito de un análisis no es solo recolectar datos, sino también realizar una mejora, ya que de nada serviría invertir tiempo y recursos analizando el proceso si no se tomaran acciones correctivas. El propósito final de cualquier análisis es:

- Aumentar la eficiencia
- Trabajar más seguro
- Hacer el trabajo más sencillo y menos fatigoso
- Reducir costos relacionados con el proceso

1.1.1. Importancia del proceso del análisis productivo

Actualmente, muchas empresas realizan actividades innecesarias en su producción, las cuales es más conveniente eliminar, que invertir tiempo y dinero en mejorar. Así hay ahorro de dinero en la instalación de nuevos métodos porque se evitará invertir tiempo en pruebas, instalación y capacitación del personal para su implementación. Pero si las actividades son esenciales en el proceso, se debe buscar otra alternativa para reducirlas al mínimo.

Este es uno de los puntos importantes en el análisis de proceso, puesto que estudia las operaciones o métodos, con el objetivo de mejorar los resultados, ya sea simplificando la operación o eliminándola, para evitar costos extras en el proceso.

1.1.2. Objetivos de un análisis

En la mayoría de casos las operaciones o actividades innecesarias y retrabajos son producto de una mala programación y es difícil cambiarla por una rutina, ya que para el personal se está trabajando de manera eficiente y

correcta. Otra razón de las operaciones innecesarias es que las primeras no son realizadas correctamente y afectan a las operaciones siguientes, y necesitan trabajarse nuevamente. En otras palabras, darle un retoque para ser aceptadas en el proceso que corresponde y continuar para que sean aceptables ante los estándares de calidad de la empresa o del cliente.

Otra opción para ver la posibilidad de eliminar operaciones, es investigar si se puede maquilar para que realice el trabajo requerido y puede que sea más barato, de esta manera se ahorra tiempo y se eliminan las operaciones dentro del proceso.

Por ello la importancia del análisis de las operaciones y la investigación de la finalidad de cada una de ellas, para saber si es indispensable el proceso o se puede realizar de alguna otra forma más barata.

1.1.3. Pasos para llegar a un análisis de proceso

A continuación se detallan las etapas y el proceso de cada una, con el fin de alcanzar un análisis del proceso exitoso. Su objetivo es analizar las actividades realizadas en la operación y determinar cuáles son los inconvenientes que presenta y las oportunidades de mejora.

Tabla I. **Etapas del análisis de procesos**

No.	Etapas	Análisis del proceso	Análisis de la operación
1	Seleccionar el trabajo que se realizara el estudio.	Factores económicos, técnicos y psicológicos.	Factores económicos, técnicos y psicológicos.
2	Obtener toda la información referente al método actual.	Diagrama de proceso actual, sinóptico, analítico y recorrido.	Diagrama de operación bimanual actual.
3	Examinar críticamente lo registrado y almacenado.	Preguntas preliminares.	Preguntas preliminares de la operación completa.
4	Idear el método propuesto.	Lluvia de ideas, árbol de problemas.	Lluvia de ideas, árbol de problemas tomando en cuenta los costos.
5	Definir el nuevo método propuesto.	Diagrama de proceso actual, sinóptico, analítico y recorrido.	Diagrama de proceso actual, sinóptico, analítico y recorrido de todo el proceso.
6	Establecer el nuevo método.	Interactúa la mano de obra y las relaciones humanas.	Interactúa la mano de obra y las relaciones humanas.
7	Seguimiento del plan propuesto.	Inspecciones regulares del funcionamiento del método nuevo.	Inspecciones regulares del funcionamiento del método nuevo.

Fuente: elaboración propia.

1.2. Análisis de la operación

Es un método empleado utilizado todos los elementos productivos y no productivos con el fin de optimizarlos. Este método de análisis es tan efectivo en la planeación de nuevos centros de trabajo como en el mejoramiento de los ya existentes.

El siguiente paso a la presentación de los hechos en forma de diagrama de operaciones o de curso de procesos es la investigación de los enfoques del análisis de operación. Este es el momento en el cual se empieza a efectuar

realmente el análisis, se concretan los componentes y aspectos del método que se pretende implementar.

El primer paso es obtener toda la información relacionada con: volumen de trabajo y duración del trabajo, mano de obra y posibilidad de cambios en el diseño. Así determinar cuánto tiempo es necesario para cada operación o se debe realizar un nuevo plan de trabajo que lo contemple, capacidad instalada, operativa y económica.

Luego se reúne la información de manufactura como: operaciones, instalaciones, transporte, distancias, inspecciones, inventarios, almacenes y tiempos. La información luego de reunirse debe ordenarse de forma adecuada y presentarse mediante diagramas de proceso y de recorrido.

El analista debe examinar los diagramas de operaciones y responder a las siguientes interrogantes:

- ¿Por qué es necesaria esta operación?
- ¿Por qué esta operación se realiza de esta manera?
- ¿Por qué son tan pequeñas o amplias estas tolerancias?
- ¿Por qué se especificó este material?
- ¿Por qué se asignó este tipo de operario (eficiencia en esta operación) para hacer el trabajo?

Al contestar estas preguntas surgen otras, entre ellas:

- ¿Cómo se puede mejorar la operación?
- ¿Quién puede realizar mejor el trabajo?
- ¿Dónde se puede realizar esta operación a menor costo o con alta calidad?

- ¿Cuándo se debe realizar la operación para minimizar el manejo de materiales?

Después de analizar el método actual y realizar los cambios, conviene analizar el sistema conjuntamente, ya no de manera separada y considerar todos los puntos de análisis con vista hacia la posibilidad de mejoras globales.

1.2.1. Enfoque del análisis de operación

Según la creencia de los gerentes de las empresas, es que son los únicos que poseen problemas en su planta de producción, por lo que al momento de implementar un nuevo método piensan que será poco práctico. En realidad todo trabajo, administrativo, técnico o de tipo general, es muy semejante.

Una y otra vez se repite la misma historia acerca del rechazo por parte de la gente para implementar algo nuevo, para reducir la resistencia al cambio, que es una característica de los trabajadores. Se debe establecer un ambiente de participación, comprensión y cordialidad.

Según un estudio, los factores que detuvieron o retardaron las actividades de mejoramiento continuo son:

- Desconocimiento del programa por los empleados
- No comprender el por qué y cómo se hacen las cosas
- Enseñanza insuficiente o inefectiva
- Mala planificación del programa al inicio
- Ausencia de cooperación entre áreas funcionales
- Falta de trabajo en equipo
- Resistencia al cambio por parte de los mandos medios

- Carencia de aptitudes de liderazgo por el cambio de cultura

1.2.1.1. Propósito de la operación

Se busca la manera de mejorar y simplificar una operación con el objetivo de formular una manera de obtener los mismos resultados o mejores sin costos adicionales. El objetivo primordial cuando se observa es tratar de eliminar o ajustar una operación antes de mejorarla.

Debido a una mala planificación desde el inicio del trabajo resultan frecuentemente operaciones innecesarias. Estas pueden originarse por la ejecución inapropiada de una operación previa o para facilitar otra que le sigue cuando se introduce una operación.

1.2.1.2. Método de envasado

Es un método que consiste en resguardar alimentos en recipientes, latas o bolsas de polietileno. Para lograr que los líquidos o alimentos destruyan los posibles microorganismos que pueden afectar a la salud humana se calientan a cierta temperatura y luego es resguardado en su debido empaque.

Debido al peligro del *Clostridium botulinum* (causante del botulismo) y otros agentes patógenos, este es el único método seguro de envasar la mayoría de alimentos en condiciones de presión, al vacío y temperaturas altas, normalmente a unos 116 – 121 °C.

Los alimentos que deben envasarse a presión son las carne, verduras, mariscos, lácteos y productos avícolas.

Otra alternativa que se utiliza en la industria de aguas saborizadas es utilizar un purificador de agua, para que elimine parcial o totalmente las bacterias que contiene el agua empleada en la fábrica para la creación de bolsas de agua pura.

1.2.1.3. Tolerancia y especificaciones

Se relaciona con la calidad del producto, a veces se tiende a incorporar especificaciones más rígidas de lo necesario. La falta de conocimiento genera costos en el proceso productivo. Es por ello que el analista de métodos debe conocer bien los detalles, los costos y estar consciente del efecto que tiene la reducción innecesaria de las tolerancias incluyendo el rechazo de parte de control de calidad ya que estas pueden impactar en el precio de venta.

Es común que se quiera considerar un nuevo método, el diseño y forma de trabajo. Sin embargo, esto no es adecuado y conviene considerar lo relacionado de las tolerancias y especificaciones independientemente de los otros enfoques en el análisis de operación.

En la actualidad, la representación geométrica de dimensionamiento y fijación de tolerancias, es un lenguaje grafo-técnico utilizado en industrias manufactureras y organismos gubernamentales, como medio de especificar la configuración geométrica o forma de una pieza en un dibujo en ingeniería. También se indica información de cómo se debe inspeccionar dicha pieza para asegurar que cumpla con su propósito y se encuentre dentro de los parámetros permitidos.

Por lo tanto, las tolerancias geométricas proporcionan la tolerancia de las 11 características geométricas básicas: rectitud, planicie, perpendicularidad,

angularidad, redondez, cillindricidad, perfil, paralelismo, concentricidad, orientación localizadora y posición real.

Es importante resaltar que cuando los diseñadores están creando un nuevo producto, sus especificaciones tienden a ser más rigurosas de lo normal y esto se debe a dos motivos:

- Falta de comprensión de los elementos del costo.
- Porque creen que es necesario crear especificaciones y tolerancias más estrechas de lo que realmente desean para los departamentos que prosiguen y que estos se apeguen al intervalo de tolerancia requerido.

Cuando se lleva a cabo la investigación de tolerancias y especificación, realizando los cambios necesarios, si hace falta, se reducen los costos de inspección, se disminuye al mínimo el desperdicio, se abaten los costos de reparaciones y se mantiene una alta calidad.

1.2.1.4. Materia prima

Se le conoce como materia prima a toda materia extraída de la naturaleza que se transforma para elaborar productos finales y claramente identificados, para el bien de consumo.

Es todo aquel elemento que se transforma en producto final. Un producto terminado posee una serie de elementos y subproductos, que mediante la transformación se le añadieron. Los materiales son utilizados en empresas industriales las cuales se dedican a crear productos.

Clasificación:

- Origen orgánico: proviene del sector primario como la agricultura y es la base de los productos textiles, calzado, alimentación y otras. Pueden diferenciarse según su procedencia entre materias primas de origen animal o vegetal.
- Origen inorgánico o mineral: proceden de los recursos explotados en las minas. Su distribución es irregular sobre la tierra, existen minerales muy abundantes y otros que son más escasos.
- Origen químico: se puede incluir como tercer tipo de materia prima a un grupo de materiales que no proceden directamente de la naturaleza sino que se obtienen artificialmente por procedimientos químicos, pero que sirven de base para otras muchas industrias, tales como los plásticos, o las fibras sintéticas.

En el caso de la industria de bebidas saborizadas se utilizan materiales de origen orgánico y químico, para realizar los sabores de las bebidas que les gustan a los clientes, pero esto solo es para la mezcla entre agua y el saborizante para obtener el líquido saborizado. Otro factor importante en la industria de bebidas es el elemento en donde se envasará el producto, esto puede ser en botellas de plástico, que son catalogadas en el grupo de origen químico de igual manera que las bolsas plásticas de polietileno, que son las más comunes en la venta al por mayor.

El polietileno es un material termoplástico blanquecino, de transparente a translúcido, y es frecuentemente fabricado en finas láminas transparentes. Es

muy utilizado para realizar mediante una máquina de llenado vertical una bolsa en la cual se llena de producto y se sella a base de calor.

1.2.1.5. Diagrama de proceso

El diagrama de proceso cuenta con mucho mayor detalle que el diagrama recorrido. Como resultado, no se aplica generalmente a todos los ensambles en conjunto, sino que a cada componente de un ensamble individualmente.

El diagrama de proceso es especialmente útil para evidenciar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, demoras, distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos, eliminarlos y, por ende, reducir sus costos.

Además de registrar operaciones, inspecciones, tiempos, distancias, los diagramas de procesos muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta. Los diagramas de flujo de procesos, por lo tanto, necesitan de varios símbolos además de los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de procesos operativos.

Un pequeño círculo representa un proceso u operación, en donde una máquina u operador interactúa directamente con la materia prima.

Una flecha pequeña significa transporte, el cual puede definirse como mover un objeto de un lugar a otro, a una distancia mayor de 0,5 metros, excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección.

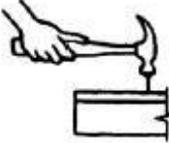
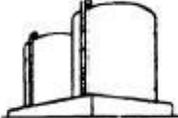
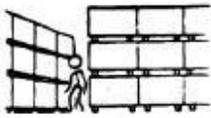
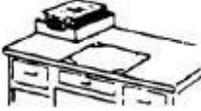
Una letra D mayúscula representa un retraso o demora, el cual se presenta cuando una parte no puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo, también aplica cuando se espera materia prima de la bodega para continuar con el proceso.

Un triángulo equilátero hacia arriba su vértice, significa almacenamiento, el cual se presenta cuando una parte se guarda y protege en un determinado lugar para que nadie la remueva sin autorización. Cuando su vértice es invertido significa que es la bodega en donde se están obteniendo los materiales para la elaboración del producto.

Estos símbolos constituyen el conjunto estándar de símbolos que se utilizan en los diagramas de flujo de procesos creado por ASME.

El ASME es el acrónimo de *American Society of Mechanical Engineers* (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos). Es una asociación de profesionales, que ha generado un código de diseño, construcción, inspección y pruebas para equipos, entre otros, calderas y recipientes sujetos a presión. Este código tiene aceptación mundial y es usado en todo el mundo.

Figura 1. Símbolos para la realización de un diagrama de proceso

<p>Operación</p>  <p>Un círculo grande indica una operación, como</p>	 <p>Clavar</p>	 <p>Mezclar</p>	 <p>Taladrar orificio</p>
<p>Transporte</p>  <p>Una flecha indica transporte, como</p>	 <p>Mover material mediante un carro</p>	 <p>Mover material mediante una banda transportadora</p>	 <p>Mover material transportándolo (mediante un mensajero)</p>
<p>Almacenamiento</p>  <p>Un triángulo representa almacenamiento, como</p>	 <p>Materia prima en algún almacenamiento masivo</p>	 <p>Producto terminado apilado sobre tarimas</p>	 <p>Archiveros para proteger documentación</p>
<p>Retrasos</p>  <p>Una letra D mayúscula indica un retraso, como</p>	 <p>Esperar un elevador</p>	 <p>Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado</p>	 <p>Documentos en espera a ser archivados</p>
<p>Inspección</p>  <p>Un cuadrado indica inspección, como</p>	 <p>Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad</p>	 <p>Leer el medidor de vapor en el quemador</p>	 <p>Analizar las formas impresas para obtener información</p>

Fuente: NIEBEL, Benjamin. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. www.academia.edu/20379229/137977550-Ingenieria-Industrial-Benjamin-W-Niebel. Consulta: septiembre de 2018.

1.2.1.6. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es un modelo, que puede ser a escala; muestra gráficamente el lugar en donde se realizan las actividades determinadas y su trayectoria, seguido por los trabajadores, los materiales o el equipo a fin de ejecutarlas.

En organizaciones productivas existen cinco factores que están relacionados directamente con las instalaciones, debido a que en las instalaciones se puede atacar una serie de problemas que entorpece la línea de producción, y mediante la intervención de un analista puede mejorarse y volver eficiente el proceso.

Estos cinco factores son:

- Distribución de la planta: disposición física de las instalaciones
- Manejo de materiales: medios para trasladar los materiales
- Comunicaciones: sistemas para transmitir información
- Servicios: disposición de elementos como luz, gas, y otros
- Edificios: estructuras que acogen a las instalaciones

Cabe mencionar que estos cinco factores anteriormente mencionados, están estrechamente relacionados ya que interactúan entre sí y forman parte del sistema dentro de las instalaciones.

Para el caso de manejo de materiales y distribución de la planta existe el problema de que si no se cuenta con una distribución de planta adecuada o con un manejo adecuado de materiales, por más que se intente aumentar la eficiencia en la planta, no se obtendrá un resultado óptimo. Esto ocurre porque

los trabajadores y el material siguen una larga trayectoria de recorrido durante el proceso de fabricación en la cual se pierde tiempo y energía de los trabajadores haciendo que se agregue valor al producto final.

El objetivo de poseer una planta de producción con una distribución efectiva es desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número de productos deseados, cumpliendo con los estándares de calidad y al menor costo posible.

Para analizar el recorrido de los materiales por la planta, primero es necesario hacer un recordatorio sobre los sistemas típicamente utilizados en la industria para la manufactura. Los cuatro sistemas principales de disposición de la planta son:

- Disposición con componente principal fijo, el producto que se crea no se mueve, se encuentra en un lugar fijo y, por tanto, los trabajadores como los materiales deben llegar a este punto específico.
- Disposición por proceso o función, es la agrupación de procesos que tiene la misma naturaleza.
- Disposición por producto, en línea o en serie, en este caso, la maquinaria y equipo necesarios para fabricar determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación, llevando un orden lógico y preciso.
- Disposición por grupo o en célula de trabajo, es el que posibilita la aplicación de métodos de producción por grupos, es decir, el equipo de operarios

trabaja en un mismo producto y tiene a su alcance todas las máquinas y accesorios necesarios para completar su trabajo.

Es común encontrar en algunas empresas combinaciones de dos o más sistemas o secciones de la planta con uno de estos tipos de disposiciones.

Es evidente que el diagrama de recorrido es un complemento valioso, pues en él puede trazarse el recorrido y encontrar las áreas de posible congestión de tránsito, y facilita así el lograr mejorar los tiempos de fabricación y una mejor distribución en la planta.

La elaboración del diagrama de recorrido consiste en:

- Visto de la perspectiva de planta, trazar un esquema de las instalaciones (pisos y edificios) en él que se debe mostrar la ubicación de todas las actividades. Este esquema no tiene que ser precisamente a escala o muy exacto, simplemente debe ser representativo de las áreas de la planta, debe incluir las máquinas y áreas que posee la línea de producción.
- Se deben localizar las actividades en el lugar en el que suceden y se deben identificar por medio de un símbolo y número, se pueden utilizar los símbolos de ASME.
- La trayectoria que siguen los operarios, los materiales o los equipos debe ser trazada con líneas y la dirección de dicha ruta debe identificarse por medio de flechas que apunten en la dirección del recorrido. Tomando en cuenta que se considera mayor a una distancia de 1,5 metros.

- La información que debe contener este diagrama, es un encabezado que indique cuál es el recorrido, un título que indique el proceso que se está analizando y la nomenclatura referente a las instalaciones de la planta.

El diagrama de recorrido, también es conocido como diagrama de circuito o de flujo y de él se tiene una variante denominada diagrama de hilos, que sirve para registrar y examinar las actividades de un modo más visual.

1.2.1.7. Mermas

Se han identificado siete tipos de eventos que no generan valor positivo al proceso de manufactura, estos son: sobreproducción, espera, transporte innecesario, procesamiento incorrecto, inventarios, movimiento innecesario, y defectos o retrabajos. El objetivo principal de analizar las mermas es reducirlas o eliminarlas completamente del proceso. Muda (término japonés que significa desperdicio) es todo aquello que no agrega valor y por lo que el cliente no está dispuesto a pagar. Los siete eventos clásicos de las empresas son:

- Defectos y retrabajos: es el mayor derroche que puede haber, que es la cantidad de trabajo que se debe volver a hacer, utilizando recursos nuevamente para su elaboración nuevamente. Guardar este tipo de producto dañado o con defectos que no pasa los estándares de calidad, provoca importantes pérdidas económicas al igual que reciclarlo o destruirlo. A ello se le deben agregar las pérdidas generadas por los gastos de garantías, servicios técnicos, recambio de productos, pérdida de clientes y ventas. Es lo que se denomina costos por fallas internas y costos por fallas externas.

- **Procesamiento incorrecto:** son pasos incensarios o procedimientos de trabajo que no generan valor al producto. Desperdicios generados por fallas en material, distribución física de la planta y sus maquinarias, errores en los procedimientos de producción, incluyéndose también las fallas en materia de diseño de productos y servicios.
- **Sobreproducción:** material procesado o producto que al final no será requerido produciéndose en exceso. Los factores que dan paso a esto son las fallas en las previsiones de ventas, producción al máximo de capacidad de producción, picos de demanda y problemas de producción. El principal componente que genera costos es el espacio físico para almacenamiento de producto, ya que este no se mueve o rota, está estático y se acumulan altos niveles de sobreproducción.
- **Inventario:** se refiere al producto final que puede entregarse al cliente o al material que se acumula en el lugar de trabajo. Se debe tener un punto óptimo de pedidos, ya sean repuestos, materiales, herramientas, querer formar inventarios antes que los precios suban. En el caso de productos en proceso se forman inventarios para garantizar la continuidad de tareas ante posibles fallas de máquinas, tiempos de preparación y problemas de calidad.
- **Movimiento:** los movimientos incensarios que realizan los trabajadores, materiales, maquinaria, hacen referencia al despilfarro de tiempo, desperdicios y energía que se produce al no tener una buena planificación ergonómica, ubicación estratégica de las máquinas de producción, diseño adecuado en la planta. Esto no solo genera una menor producción por unidad, sino que además provoca cansancio o fatigas musculares que originan bajos niveles de productividad. Una estación de trabajo mal

diseñada es causa de que el personal malgaste energía en movimientos innecesarios, constituyendo el sexto tipo de despilfarros.

- **Espera:** tiempo perdido que hay de una máquina a otra esperando recibir el material para que continúe el proceso. Todos los tiempos perdidos ocasionan menores niveles de productividad en la planta. Pero la espera no solo se produce exclusivamente en la línea de producción sino que también que puede estar en toda la empresa en sí, desde la bodega, hasta cuando reciben el material.
- **Transporte:** cuando se desplazan a otro lugar innecesariamente los materiales, información, herramientas o partes. Despilfarro vinculado a los excesos en el transporte interno, dada la mala ubicación de las máquinas y distribución de la planta. Ello ocasiona gastos por exceso de manipulación, lo cual lleva a una sobre utilización de mano de obra, transportes y energía, como así también de espacios para los traslados internos.

1.2.1.8. Manejo de materiales

Es el movimiento o traslado, almacenamiento, control y protección de materiales y productos a lo largo de su proceso de fabricación y distribución. Las consideraciones por tomar en cuenta aquí son: tiempo, lugar, cantidad y espacio.

El manejo de los materiales debe asegurar que las partes, materia prima, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de lugar a otro. Que se entregue en el lugar correcto teniendo en cuenta que no se dañen, sea la cantidad requerida, cumpla con los

estándares de calidad, que sea eficaz y que ningún proceso de producción o usuario será afectado por la llegada no oportuna.

Se deben considerar los siguientes puntos para reducir el tiempo dedicado al manejo de materiales:

- Dar al operario la oportunidad de hacer su trabajo más rápido, con menor fatiga y mayor seguridad, reduciendo el tiempo dedicado a recoger el material, minimizar el manejo manual costoso y cansado en la máquina o centro de trabajo.
- Automatizarse, equipar con máquinas para que realicen trabajos tediosos y repetitivos, ahorrando gastos en mano obrera. Puede que esta inversión aumente los costos en el inmediato, pero aumentará la productividad de la línea como resultado.
- Utilizar de mejor manera las instalaciones para el movimiento de materiales, despejando áreas de trabajo y desarrollando un mapa estratégico de recorrido.
- Manejar los materiales con más cuidado; un mejor manejo de materiales reduce los daños al producto y se evitan accidentes de trabajo en la planta, con ello se ahorra costos ocasionados por los accidentes.
- Considerar la aplicación de códigos de barra para los inventarios, con ello se obtendrá: exactitud, desempeño, aceptación, bajo costo y portabilidad.

1.2.1.9. Diseño de planta

Con una distribución de la planta adecuada se llega al objetivo de desarrollar un sistema de producción que permita la producción del número requerido de productos, cumpliendo los estándares de calidad y a un menor costo.

Esta distribución abarca todas las áreas de la empresa, no precisamente del área de producción, también en el área administrativa, la bodega, área de carga y descarga, departamentos de la empresa.

Tipos de distribución:

- Distribución en línea: la colocación de la maquinaria se encuentra estratégicamente, en secuencia para no afectar el flujo de trabajo y aumentar su producción, es común verlo en operaciones de producción en masa.
- Distribución por producto: requiere de una inversión inicial bastante fuerte y de líneas de servicio duplicadas como el aire, agua, gas y otros.
- Distribución por proceso: como desventaja se tiene que hay posibilidad de distancias largas de transporte y movimientos constantes. Se conforma con el agrupamiento de instalaciones similares. Siempre se tiene orden en esta distribución e inculcan a la cultura de orden y limpieza a los trabajadores.
- Sin importar la distribución que se tenga, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones: tiempo, magnitud, temperatura.

- En la producción en serie, cuando se acumule al lado de una estación de trabajo material, se debe colocar de entrada en la siguiente operación.
- En la producción diversificada el material debe estar al alcance de los operarios y debe tener traslados cortos.
- Los operarios deben tener alcance visual en toda su área de trabajo sobre todo en las áreas donde se necesite control.
- En el diseño de la estación el operario debe cambiar de posición regularmente.
- En las operaciones en máquinas múltiples, el equipo se debe agrupar alrededor del operario.
- El almacenamiento debe ser eficiente para que se aminore la búsqueda y se evite el doble manejo.
- En las oficinas, se debe tener una separación entre empleados de, al menos, 1,5 m o más.
- Los sitios de servicio deben estar cerca de las áreas de producción para aumentar la eficiencia del obrero.

1.3. Método de observación

La observación es el método más antiguo para recolectar datos, pero en la actualidad se sigue utilizando. A través de los años se ha perfeccionado y se han realizado grandes avances gracias a ella. Pero la observación en sí sola,

no se considera como método científico por ello resulta conveniente distinguir entre la observación ordinaria y la observación científica.

La observación ordinaria, no científica, consiste en percepciones propias, comprobar los hechos tal y como se presentan espontáneamente, sin tener una hipótesis previa, es decir, sin intención de relacionar dos o más variables y llegar a una conclusión.

La observación científica es aquella que utiliza la hipótesis, toma como base la idea, mediante la observación se comprueba, se obtienen resultados y se concluye de manera precisa.

1.3.1. Importancia del método de observación

El objetivo principal es comprobar el fenómeno que se tiene a la vista, procurando evitar los errores de la observación que podrían alterar la percepción del fenómeno o su correcta expresión. Pero no se debe confundir el observador con el testigo ordinario, ya que este último no se percata de algunos acontecimientos y no le interesa llegar al resultado final.

Entre las ventajas que se tienen al utilizar el método de observación, cabe mencionar los siguientes:

- Se obtiene la información y como ocurre.
- Permite tener un mayor nivel de concentración y captar acontecimientos que para una persona normal pasan desapercibidos.

- En algunas investigaciones se requiere la ayuda de niños, animales u otros que no se pueden comunicar, por ello es necesaria la observación para la toma de datos.
- En algunas investigaciones que son difícil de comprobarlas, por tanto, el método de observación puede ser una guía o camino para empezar a investigar.

1.3.2. Métodos y técnicas de observación

Los métodos más utilizados en la observación son:

- Observación participante: el investigador participa o se involucra en la actividad investigada, tiene contacto directo con los hechos que ocurren en el momento. La observación se realiza dentro del grupo y pueden intervenir las emociones del investigador.
- Observación no participante: el investigador no se involucra en la actividad de investigación, no tiene contacto directo con lo que está ocurriendo. La ventaja que se tiene es que los datos son más objetivos pero los datos pueden no ser exactos, reales o veraces.
- Observación estructurada: el investigador tiene una guía estructurada y estandarizada para medir las variables de manera uniforme. Utilizada para probar hipótesis, utiliza grabadoras, lista de cotejo, videos.
- Observación no estructurada: el investigador utiliza lineamientos generales para observar, luego toma a su criterio lo que estima más relevante para los

efectos de la investigación propuesta. Se utiliza muy frecuentemente para estudios exploratorios.

- Observación individual: es la que realiza una persona individual. Su objetivo es investigar en lo que está centrado.
- Observación colectiva: es un tipo de observación en equipo, y los diferentes participantes pueden observar el mismo problema o que cada quien tenga un objetivo específico que observar.
- Observación de campo: los hechos son captados tal y como se presentan en su entorno natural, se puede apreciar cómo interactúa el sujeto con el entorno que le rodea constantemente.
- Observación en laboratorio: observación minuciosa y detallada de carácter experimental de un fenómeno en un sitio controlado y previsto para realizar la observación.

1.4. Análisis de beneficio-costos

La relación de beneficio costo toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar el beneficio que se tiene por cada quetzal invertido en un proyecto.

Es una herramienta financiera que ayuda a medir la relación que se tiene entre el beneficio y costos asociados a un proyecto con el fin de evaluar la rentabilidad. Entiéndase que proyecto de inversión no solo es la creación de un nuevo negocio, sino también, como inversiones que se pueden dar en marchas

actuales como el lanzamiento de un nuevo producto, compra de nueva maquinaria, compra de utensilios para una línea de producción y otros.

1.4.1. Importancia del análisis beneficio-costos

Determina la factibilidad de proyecto financiero mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto. Este método se aplica a obras sociales principalmente, proyectos colectivos o individuales, compra de maquinaria, nuevas líneas de producción, inversión en la compra de equipo para los trabajadores, teniendo como objetivo principal la importancia y cuantificación de sus beneficiarios y ganancias económicas.

La relación costo-beneficio (B/C), también conocida como índice neto de rentabilidad, es un cociente que se obtiene al dividir el valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el valor actual de los costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto.

$$B/C = VAI / VAC$$

Según el análisis costo-beneficio, un proyecto o negocio será rentable cuando la relación costo-beneficio es mayor que la unidad.

$$B/C > 1 \rightarrow \text{El proyecto es rentable}$$

De lo contrario, si el análisis costo-beneficio muestra la relación menor a la unidad, este indica que no es rentable, se está invirtiendo más de lo que se está ganando.

$B/C < 1 \rightarrow$ El proyecto no es rentable

Los pasos necesarios para hallar y analizar la relación costo-beneficio son los siguientes:

- Hallar costos de inversión o costos totales y los ingresos totales netos o beneficios netos del proyecto o negocio para un periodo de tiempo determinado.
- Convertir costos y beneficios a un valor actual, debido a que los montos proyectados no toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo (hoy día tendrían otro valor), se deben actualizar a través de una tasa de descuento.
- Hallar relación costo-beneficio dividiendo el valor actual de los beneficios entre el valor actual de los costos del proyecto.
- Analizar relación costo-beneficio: si el valor resultante es mayor que 1 el proyecto es rentable, pero si es igual o menor que 1 el proyecto no es viable pues significa que los beneficios serán iguales o menores que los costos de inversión o costos totales.
- Si se tendría que elegir entre varios proyectos de inversión se pueden comparar, teniendo en cuenta el análisis costo-beneficio, se elegiría aquel que tenga la mayor relación costo-beneficio.

1.5. Maquinaria y equipo

La maquinaria y equipo es todo lo que está destinado para el proceso de producción de bienes y servicios como: maquinaria de llenado de aguas,

carretas de hierro y vehículos empleados para movilizar materia prima o producto terminado dentro de la planta.

1.5.1. Descripción de la maquinaria de envasado

La máquina de llenado automático es utilizada para el llenado de baja o alta viscosidad como por ejemplo leche, agua, jugos. Posee una lámpara ultravioleta que esteriliza el empaque, forma la bolsa, llena de producto y corta simultáneamente.

Figura 2. **Máquina de llenado automática de líquidos GWTGXD600**



Fuente: Global Water Technologies S.R.L. de C.V.. ciberteca.net/equipos-para-purificadoras-y-embotelladoras-de-agua-purificada-y-mineral/maquina-llenadora-de-bolsa-para-liquidos/llenadora-de-agua-purificada-en-bolsa.htm> Consulta: septiembre 2018.

Esta máquina se utiliza extensamente para el llenado de líquidos de baja o alta viscosidad baja tales como agua, leche, jugo, fuente de la soja, vinagre y vino. Puede esterilizar automáticamente la película con la lámpara ultravioleta, formar la bolsa, imprimir el código y llenar los productos y el sellado / cortado simultáneamente. A partir de una película de polietileno (*pouch filler*)

Datos técnicos:

- Tipo de corriente eléctrica: 110V / 60 o 220 V / 50 HZ
- Tipo de bolsa (rango de llenado): de 75 a 500 ml
- Velocidad de empaclado: 1 500-2 000 bolsas/hora
- Peso de la máquina: 400kg
- Dimensiones de la máquina 1,06 x 0,70 x 1,70m
- Requisitos neumáticos
- No utiliza aire

1.5.1.1. Planes de mantenimiento

Un plan de mantenimiento son tareas programadas destinadas a realizarse cada cierto tiempo, pueden ser tareas agrupadas o desagrupadas, esto dependerá del criterio de cada supervisor de planta. Hay todo un conjunto de equipos que se considera no tan necesario de realizarle mantenimiento desde un punto de vista preventivo, y en los cuales en mucho más económico aplicar una política puramente correctiva (en inglés se denomina *run to failure*: utilizar hasta que falle).

El plan de mantenimiento abarca tres tipos de actividades:

- Actividades rutinarias, que se realizan a diario en la producción, esto normalmente se lleva a cabo en el equipo de operación.
- Actividades programadas que se realizan a cada cierto tiempo durante todo el año.
- Actividades que se realizan durante las paradas programadas.

Las tareas de mantenimiento, como se menciona anteriormente, son la base de un plan de mantenimiento, al determinar cada tarea debe determinarse además cinco informaciones referentes a ella: frecuencia, especialidad, duración, necesidad de permiso de trabajo especial y necesidad de parar la máquina para efectuarla.

Frecuencia:

Existen dos formas de fijar las frecuencias de las tareas:

- Determinado por las horas de funcionamiento
- Periodicidad fija

Cualquiera de las dos formas mencionadas anteriormente es válida, incluso para algunas tareas puede ser conveniente que se realice mantenimiento con periodicidad fija y que en otras tareas, incluso siendo del mismo equipo, requiera mantenimiento conforme a las horas trabajadas. Ambas formas de determinar la prioridad de las tareas que conforman un plan tienen sus propias ventajas y desventajas.

Por ejemplo, realizar tareas de mantenimiento de periodicidad fija a una máquina que no esté en funcionamiento y que, por tanto, no se han desgastado sus componentes en un periodo determinado. Y por el contrario, basar el mantenimiento en horas de funcionamiento tiene el inconveniente de que la programación de las actividades se hace mucho más complicada, cuando no se sabe de antemano cuándo exactamente se debe llevar a cabo dicho mantenimiento.

Un programa de mantenimiento que contenga tareas con periodicidades temporales fijas junto con otras basadas en horas de funcionamiento no es fácil de gestionar y siempre es necesario buscar soluciones para llevarlas a cabo.

No es fácil fijar las tareas de mantenimiento, teóricamente, una tarea de mantenimiento se debe realizar para evitar un fallo, con lo cual habría que determinar estadísticamente el tiempo efectivo del equipo hasta que ocurra el fallo sin haber aplicado mantenimiento.

El problema radica en que muchas empresas no tienen este dato estadístico, ya que implicaría que llegaría a la ruptura del equipo para determinar cuánto tiempo aguanta sin darle mantenimiento, o en otros casos, tener equipo especial en el área de mantenimiento para simular el equipo y obtener los valores necesarios para el estadístico. Así que es necesario buscar criterios globales para fijar estas periodicidades, buscando primar el coste, la fiabilidad y la disponibilidad en esta decisión, y no tanto el agotamiento de la vida útil de las piezas o los conjuntos.

Especialidad

En la elaboración de mantenimiento es necesario diferenciar qué actividades realizarán unos profesionales y cuáles los realizarán otros, de forma que al generar las órdenes de trabajo respectivas envíen a un profesional experto en la materia que se encargue del problema y pueda resolverlo.

Las especialidades más habituales de las tareas que componen un plan de mantenimiento son las siguientes:

- Operación: las tareas son realizadas por los propios operarios que trabajan diariamente con la maquinaria, y normalmente se trata de inspecciones sencillas que se realizan muy frecuentemente, lecturas de datos y en ocasiones trabajos de lubricación.
- Campo solar: este tipo de tareas son ejecutadas por especialistas en la realización de tareas en la zona de captación de radiación. Incluye normalmente tareas mecánicas, eléctricas y de instrumentación.
- Mecánica: las tareas de este tipo requieren especialistas que sepan del montaje y desmontaje de equipos, en ajustes, alineaciones, comprensión de planos mecánicos.
- Electricidad: las tareas de este tipo exigen que los profesionales que los llevan a cabo tengan una fuerte formación en electricidad, bien en baja, media o alta tensión.

- Instrumentación: las tareas de este tipo son realizadas por personas con formación en verificación y calibración de instrumentos de medida; por lo regular estas personas son profesionales en electrónica.
- Predictivo: los profesionales que llevan a cabo estas tareas son técnicos especializados en termografías, boroscopias, análisis de vibraciones, y otros especializados en las herramientas con las cuales se llevan a cabo estas mediciones.
- Mantenimiento legal: en ocasiones para llevar a cabo estas actividades se necesitan especialistas acreditados por algún ente externo, en las cuales solo esta persona puede llevar a cabo tareas de carácter obligatorio normados.
- Limpieza técnica: normalmente se contratan empresas externas para realizar este tipo de trabajos, se necesita a personal especializado y herramientas para llevar a cabo diversas actividades.
- Obra civil: se necesita a una persona que programe, analice y controle una categoría y puede ser conveniente crear una categoría específica.

Duración

La duración se debe tener contemplada al momento que se planifique el mantenimiento respectivo, se debe tener un aproximado de tiempo en el cual se realiza la limpieza y se le debe agregar un tiempo extra en el caso de que existieran errores o por defectos.

Permiso de trabajo

Ciertas tareas deben llevar un permiso de trabajo para llevarlas a cabo. Así, las tareas de soldadura y corte, las que requieren confirmación de espacio de trabajo, las actividades que presentan riesgo eléctrico, requieren un permiso de trabajo especial. Es importante que en la planificación de trabajo se contemplen las actividades que necesitan un permiso de trabajo y cuáles trabajos no los necesiten, así también, que contenga información de esta.

Máquina parada o en marcha

En el plan de mantenimiento se debe indicar si dicha maquinaria se debe parar para trabajarla o puede seguir trabajando mientras se realiza el manteniendo, con esta información resultará más eficiente el servicio y se evitará cometer accidentes durante la limpieza.

1.5.2. Descripción del contenedor

Un contenedor es un recipiente de carga con el objetivo de transportar producto, tanto internacional como nacionalmente mediante las vías marítimas, terrestres o aéreas.

Las jaulas

La jaula es utilizada para la manipulación o el almacenamiento de mercancías. Son típicamente jaulas apilables y plegables fabricadas de acero de alta resistencia que ofrecen una alternativa para la distribución y almacenamiento temporal de mercancías de gran volumen. Debido a que las jaulas son apilables, se pueden acomodar unas sobre otras, lo que permite una

alta eficiencia volumétrica en el transporte de jaulas llenas. Además, la estructura de hierro reforzado de las jaulas protege la carga durante la manipulación.

Sin embargo, poseen desventajas considerables, por ejemplo, debido a que las jaulas están diseñadas para soportar una manipulación ruda, las estructuras conocidas incluyen elementos, soldados y refuerzos, cuya finalidad principal es soportar grandes fuerzas. Al momento de reforzar las jaulas, ocurre que se vuelven robustas y son difíciles de utilizar. Aunque proporcionan una mejora de la economía del transporte, las jaulas tienden a requerir montacargas o espacio para maniobrar.

Figura 3. Jaulas para transportar productos



Fuente: Empresa ARJU, SA.

2. ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS DEL PROCESO

2.1. Descripción del proceso de envasado y embalaje

A continuación, se describe la manera en la cual es tratado el producto mediante las diferentes presentaciones de envases y diferentes tipos de empaques que conlleva cada uno de ellos.

Se debe tomar en cuenta que todas las empresas tienen diferentes presentaciones en sus diseños de empaque primario, los caracteriza su marca y los hacen únicos en el mercado.

Hay que recordar que el empaque primario o envasado es aquel que se encuentra en contacto directo con el producto que se está ofreciendo a los consumidores y el embalaje es la colocación de uno o más productos alimenticios envasados en un segundo recipiente.

2.1.1. Empaque primario

Como ya se anotó, este empaque es el que está en contacto directo con el producto, lo contiene y, además, lo protege. Contener se refiere a que posee la capacidad para confinar la cantidad de volumen, peso, unidades determinados de cada producto.

El empaque primario aísla el producto de factores que pueden alterar, cambiar su composición o cambiar su sabor, garantiza al consumidor que el producto que compra cumple con lo establecido en el envase y no contiene

sustancias tóxicas o peligrosas que puedan enfermar a los consumidores. También proporciona protección efectiva contra efectos químicos y biológicos durante su almacenaje, transporte y distribución.

2.1.1.1. Método de empaque

El empaque utilizado para las bolsas de agua pura y bebidas saborizadas es el polietileno, el cual viene en bobinas impresas (es el producto que más se produce y se consume), también, la empresa ARJU, S.A., utiliza otros tipos de empaques primarios como vasos, botellas y bolsas plásticas (teniendo en cuenta que para cada una de ellas poseen diferentes propiedades los plásticos y no son los mismos).

El procedimiento para el llenado de las bolsas es el siguiente:

- Al inicio de la jornada se empieza llenando las bolsas de polietileno con agua pura, para ello se cuenta con un purificador que cumple con esta labor.
- Se purgan las líneas de llenado para evitar que se tenga residuos de todos sabores y el agua purificada llegue sin sabor a las bolsas.
- La bobina de polietileno se coloca en la máquina la cual se empieza a desplegar, entra en la máquina y se forma un doblez en forma de “v”. Luego con unas placas de metal se calienta y se sella de forma vertical, y con ello deja la forma de una manga, baja esta y en la parte inferior de la máquina se encuentra otra plancha de calor la cual sella de forma horizontal y con ello se consigue una bolsa para llenarse del líquido correspondiente.

- El agua cae por gravedad mediante la línea de tubería hacia las máquinas de llenado.
- La máquina posee un temporizador el cual toma el tiempo necesario que se tarda una bolsa en llenarse y cumplir con las especificaciones del producto conforme a la cantidad requerida.
- Los trabajadores se cercioran que no haya ningún defecto en los productos o desperfecto en el empaque.
- Las bolsas selladas con el producto caen mediante la bandeja hacia una caja plástica donde se apilan para que, posteriormente, se embalaje.

Figura 4. **Colocación de bobinas en envasadora**



Fuente: VideosTME. <https://www.youtube.com/watch?v=SgVDxJo0Wrg>> Consulta: agosto de 2018.

Figura 5. **Sellado de bolsas**



Fuente: Envasadoras empacadoras, www.youtube.com/watch?v=pvVABch8SG8> Consulta: agosto de 2018.

2.1.1.2. Tipos de empaque

La empresa de bebidas y alimentos ARJU, S.A, posee diferentes productos que se encuentran en el mercado con alta demanda. Los diferentes productos que la empresa produce son:

- Bolsas de agua pura

Bolsa de polietileno con agua purificada en presentación de 500 ml.

Figura 6. **Presentación 500ml**



Fuente: ARJUSA. S.A. www.facebook.com/pg/ARJUSA1/photos/?ref=page_internal> Consulta: enero de 2017.

- Bolsas de agua saborizadas

Bolsa de polietileno con agua saborizada en presentación de 500 ml.

Figura 7. **Bolsas de productos agua saborizadas Chipi 500 ml**



Fuente: ARJUSA. S.A. www.facebook.com/pg/ARJUSA1/photos/?ref=page_internal> Consulta: enero de 2017.

- Bolsas de agua energizante

Bolsa de polietileno con agua saborizada en presentación de 500 ml y 250 ml.

Figura 8. **Bebida EnerMax**



Fuente: ARJUSA. S.A. www.facebook.com/pg/ARJUSA1/photos/?ref=page_internal> Consulta: enero de 2017.

- Botellas de agua pura

Botella de tereftalato de polietileno (PET) que contiene agua purificada en presentación de 600 ml.

Figura 9. **Botella de agua pura 600 ml**



Fuente: ARJUSA. S.A. www.facebook.com/pg/ARJUSA1/photos/?ref=page_internal> Consulta: enero de 2017.

- Botellas de polietileno con agua saborizada

Bolsa de polietileno en forma de botella que contiene agua saborizada en presentación de 600 ml.

Figura 10. **Chipi Plus 220 ml**



Fuente: ARJUSA. S.A. www.facebook.com/pg/ARJUSA1/photos/?ref=page_internal> Consulta: enero de 2017.

- Botellas de refrescos con diseños

Botella de tereftalato de polietileno (PET) que contiene agua saborizada en diferentes formas y presentaciones.

Figura 11. **Envase en forma de pelota**



Fuente: ARJUSA. S.A. www.facebook.com/pg/ARJUSA1/photos/?ref=page_internal> Consulta: enero de 2017.

- Gelatinas en forma de frutas

Bolsa de polietileno que contiene gelatinas de sabores con presentación de fruta.

Figura 12. Bolsas de gelatina **SQUISH**



Fuente: ARJUSA. S.A. www.facebook.com/pg/ARJUSA1/photos/?ref=page_internal> Consulta: enero de 2017.

- Gelatinas en vaso

Vaso de tereftalato de polietileno (PET) que contiene gelatina en presentación de vaso.

Figura 13. **Gelatina en vaso**



Fuente: ARJUSA. S.A. www.facebook.com/pg/ARJUSA1/photos/?ref=page_internal> Consulta: enero de 2017.

2.1.1.3. Materiales

Polietileno (PE)

El empaque más utilizado es la bolsa de polietileno, uno de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simplicidad en su fabricación, este viene en bobinas de diferentes tamaños. Para saber el tamaño se calcula mediante el peso, el peso promedio de las bobinas utilizadas en el proceso es de 45 libras. Las bobinas de polietileno pueden tener diferentes colores, gramaje y densidad, esto dependerá de las necesidades de los fabricantes.

Figura 14. **Bobina de PE**



Fuente: Empresa ARJU, S.A.

Las desventajas del uso del polietileno son:

- Fugas en empaque al momento de sellado
- Baja dureza durante la manipulación ruda
- Poca resistencia al rozamiento entre productos
- Las ventajas del uso del polietileno
- Material versátil
- Alta gama de colores
- Adaptable para cada espacio
- Reciclable

Tereftalato de polietileno (PET)

Es un tipo de plástico muy utilizado en botellas y textiles, es el más simple y de los más empleados en todo el mundo, con una producción de aproximadamente 60 millones de toneladas. Las botellas comunes están hechas de tereftalato de polietileno (PET), son muy utilizadas en la comercialización de líquidos en productos lácteos, bebidas, medicinas, y otros.

ARJUSA, S.A, utiliza este tipo de botellas plásticas para resguardar sus productos líquidos, como el del agua pura con el diseño tradicional de una botella y las aguas saborizadas con diseños diferentes, por ejemplo, pelotas de fútbol.

Figura 15. **Refresco en forma de balón**



Fuente: ARJUSA. S.A. www.facebook.com/pg/ARJUSA1/photos/?ref=page_internal

Consulta: enero de 2017.

Las ventajas del uso del PET son:

- Menor costo en comparación al vidrio
- Gran versatilidad de formas
- Las botellas de plásticos son aislantes eléctricos
- El material es resistente
- Se puede reciclar y crear otros productos

Las desventajas del uso del PET son:

- Inflamables
- Después de reciclado no puede usarse para consumo humano
- Contaminación que se produce cuando se crean los plásticos
- Tiempo de degradarse en el ambiente

2.1.1.4. Manipulación

Para impedir que materiales y trabajadores sufran daños, se han de tener en cuenta varios puntos durante la manipulación de los productos. El polietileno es un material muy importante en la fabricación de bebidas o transporte del producto, por lo tanto, se debe tener mucho cuidado durante el almacenamiento y el traslado de los productos con líquidos. En el caso de producto terminado, son los clientes quienes deben establecer unas pautas sobre cómo manipular esos productos.

En la planta de producción de bebidas ARJUSA, S.A, los operarios toman el producto sellado que sale de la máquina de llenado, estas bolsas deben estar selladas de manera vertical y horizontal, la cual corta las bolsas de manera individual.

Cuando las bolsas de agua están correctamente selladas no presentan fugas alrededor, para comprobar que estén correctamente selladas, los operarios las presionan ligeramente y las introducen manualmente una por una en una bolsa de plástico, la cual se llenan con veinticinco unidades. Dependiendo del tipo de producto pueden ser más o menos.

Luego de llegar la bolsa de plástico, realizan un nudo y la lanzan literalmente la bolsa hacia una banda transportadora que lleva el producto a otra habitación en la cual las apilan manualmente en las jaulas y un monta cargas se encarga de acomodarlas cuando ya están llenas.

La manipulación utilizada en el proceso posterior a envasar es la manipulación manual que consiste en las acciones que realiza un operario sin necesidad de utilizar maquinaria.

2.1.2. Empaque secundario

El empaque secundario es aquel que protege y resguarda el empaque primario, su objetivo principal es simplificar las cantidades de producto que se distribuirán o almacenarán temporalmente. Dentro del empaque secundario hay cajas de cartón, bolsas de plástico, canastas, plásticos.

Dentro de la planta de producción de ARJU, S.A, utilizan bolsas plásticas de polietileno con las cuales agrupa el producto, por ejemplo, las bolsas de agua pura se llenan bolsas de empaque secundario con veinticinco bolsas de agua pura de empaque primario. En el caso de bolsas de agua saborizadas se llenan de cincuenta a cien unidades por bolsa.

La cantidad de producto utilizada para llenar las bolsas depende del tamaño de las bolsas del empaque primario, por ejemplo, las bolsas de agua pura tienen las siguientes dimensiones:

Figura 16. **Bolsa de agua pura brisa 500 ml**



Fuente: ARJUSA. S.A. www.facebook.com/pg/ARJUSA1/photos/?ref=page_internal
Consulta: enero de 2017.

Al tomar en cuenta las dimensiones de estas bolsas de agua pura de 500 ml se obtiene el volumen que ocupa cada una de ellas, este corresponde a 616 cm³, y tomando en cuenta que se ocupan veinticinco bolsas para llenar el empaque secundario se obtiene un volumen total de 15 400 cm³.

2.1.2.1. Materiales

Para resguardar las bolsas de agua pura y las bebidas saborizadas, la planta de bebidas ARJU, S.A, utiliza bolsas de polietileno, ya que es un material termoplástico blanquecido, de transparente a translucido, que tiene una apariencia de cera.

Estas permiten la visibilidad del producto y su fácil manejo dentro de la planta y su transporte.

Se utiliza el polietileno por la simple y sencilla razón de que es el plástico más utilizado a nivel del mundo, por su alta utilidad, flexibilidad, dureza y bajo costo. Además, agrupando el producto en bolsas se pueden acomodar mejor en las jaulas para llevar más producto a diferentes destinos.

Figura 17. **Bolsas de polietileno**



Fuente: San Isidro Distribuciones S.A de C.V. <http://www.sanisidro.mx/polybags-y-liners/bolsas-de-polietileno/index.html>. >Consulta: febrero de 2017.

2.1.2.2. Manipulación

Para el segundo empaque también es manual, ya que cuando se llenan las bolsas con el respectivo producto, se realiza un nudo a la bolsa, esta es lanzada a las bandas transportadoras hacia otro apartado, en donde un operador toma las bolsas una por una y las coloca en las jaulas

correspondientes. Se identifican las jaulas con la fecha que se creó el producto y el destino que tendrá.

Pero la manipulación manual, solamente se tiene cuando se traslada el producto de una habitación a otra, cuando ya se encuentran las respectivas jaulas llenas del producto, se utiliza un monta cargas, el cual ordena las jaulas de forma estratégica para tenerlas preparadas al momento que llegue el camión a cargar.

2.1.3. Método de embalaje y estibación del producto

El embalaje cumple con la función de agrupar e inspeccionar colectivamente envases menores (bolsas de agua) y de proteger al producto durante las rudas etapas de la distribución tales como el manejo interno, la carga, transportación, descarga, el almacenamiento y la estiba.

El objetivo principal del embalaje es reducir las vibraciones durante el transporte, incrementar la resistencia a la compresión y disminuir los daños.

2.1.3.1. Método para agrupar el producto

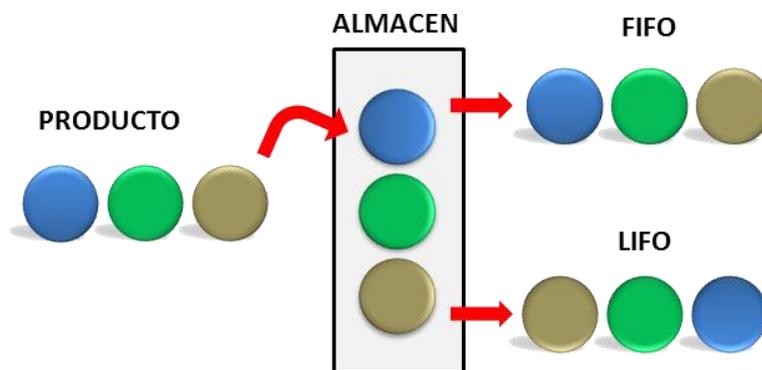
Las bolsas de agua pura y saborizada, después de ser embaladas, se colocan dentro de unos contenedores llamados jaulas, estos pueden almacenar cien bolsas, las cuales a su vez contienen de veinticinco a cien unidades cada una. Las bolsas se apilan una encima de otra dentro de la jaula, acomodándose para que contengan el pedido necesario.

Normalmente las jaulas que contienen bebidas se encuentran agrupadas en un espacio libre, unas a la par de otras, no se encuentran jaulas una encima

de otra, ya que el flujo de demanda de estos productos es muy alto, por tanto, el producto no pasa mucho tiempo en este lugar.

Estas jaulas se encuentra estratégicamente ordenadas mediante el método PEPS (primero en entrar primero en salir), este método consiste básicamente en darle salida del inventario a aquellos productos que se obtuvieron primero, por lo que en los inventarios quedarán aquellos producidos recientemente.

Figura 18. **Método PEPS (FIFO)**



Fuente: GONZÁLEZ, Rodrigo. www.pdcachome.com/5636/gestion-de-inventarios-para-aumentar-su-rentabilidad/> Consulta: marzo de 2018.

2.1.3.2. Descripción del contenedor

Los contenedores utilizados para el transporte de la mercadería son jaulas cuadradas de metal, reforzadas para soportar el peso de las bolsas de agua. Las dimensiones de estas jaulas son aproximadamente 1,35 m de alto, 1,18 m de ancho y 1,65 m de profundidad.

Dependiendo del tamaño del camión de carga así es la cantidad de jaulas que puede transportar, por ejemplo si el camión es pequeño, su capacidad máxima es de seis; si es de proporciones grandes, puede transportar de diez a ocho jaulas.

Figura 19. Despacho de producto

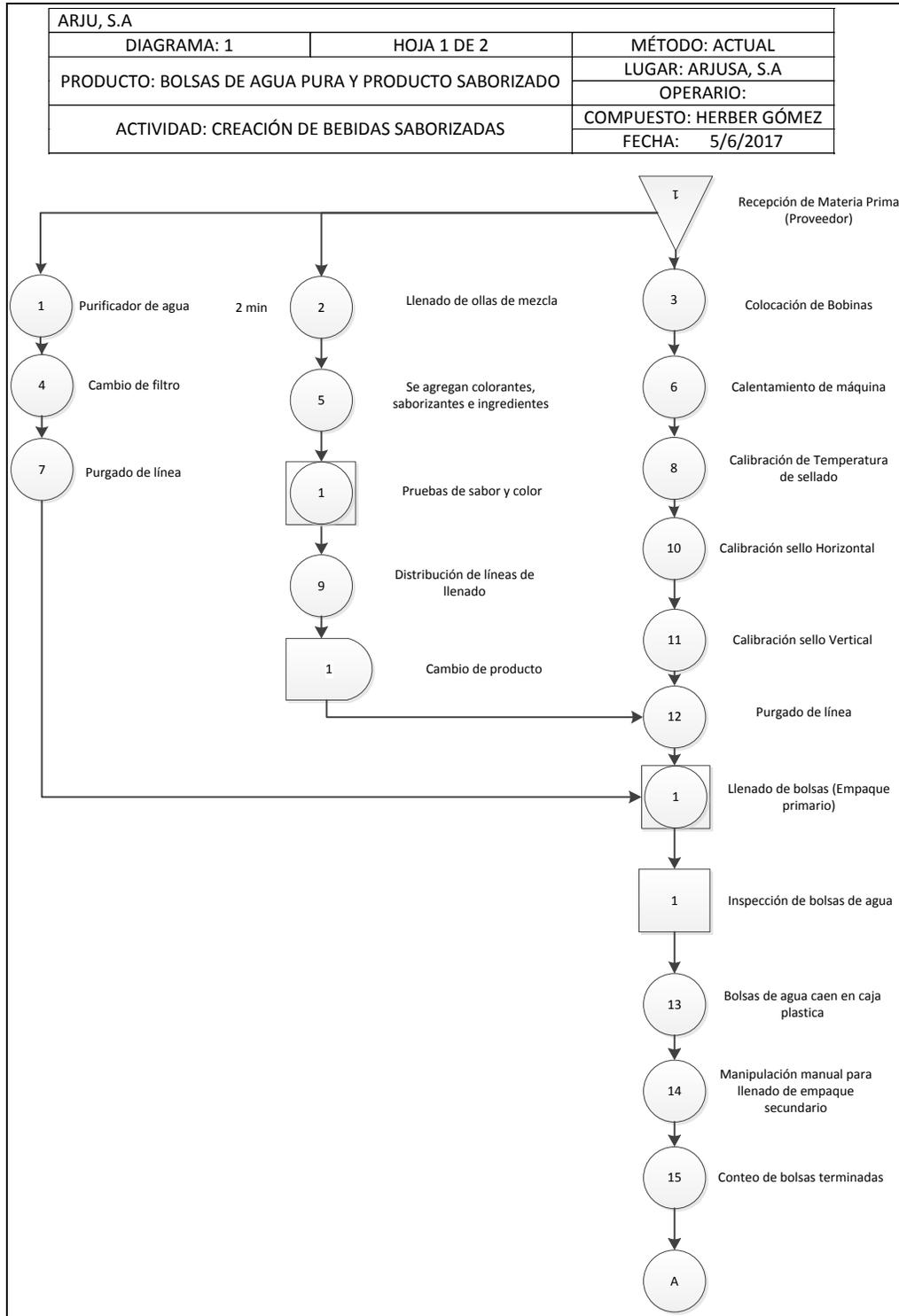


Fuente: Empresa ARJU, S.A.

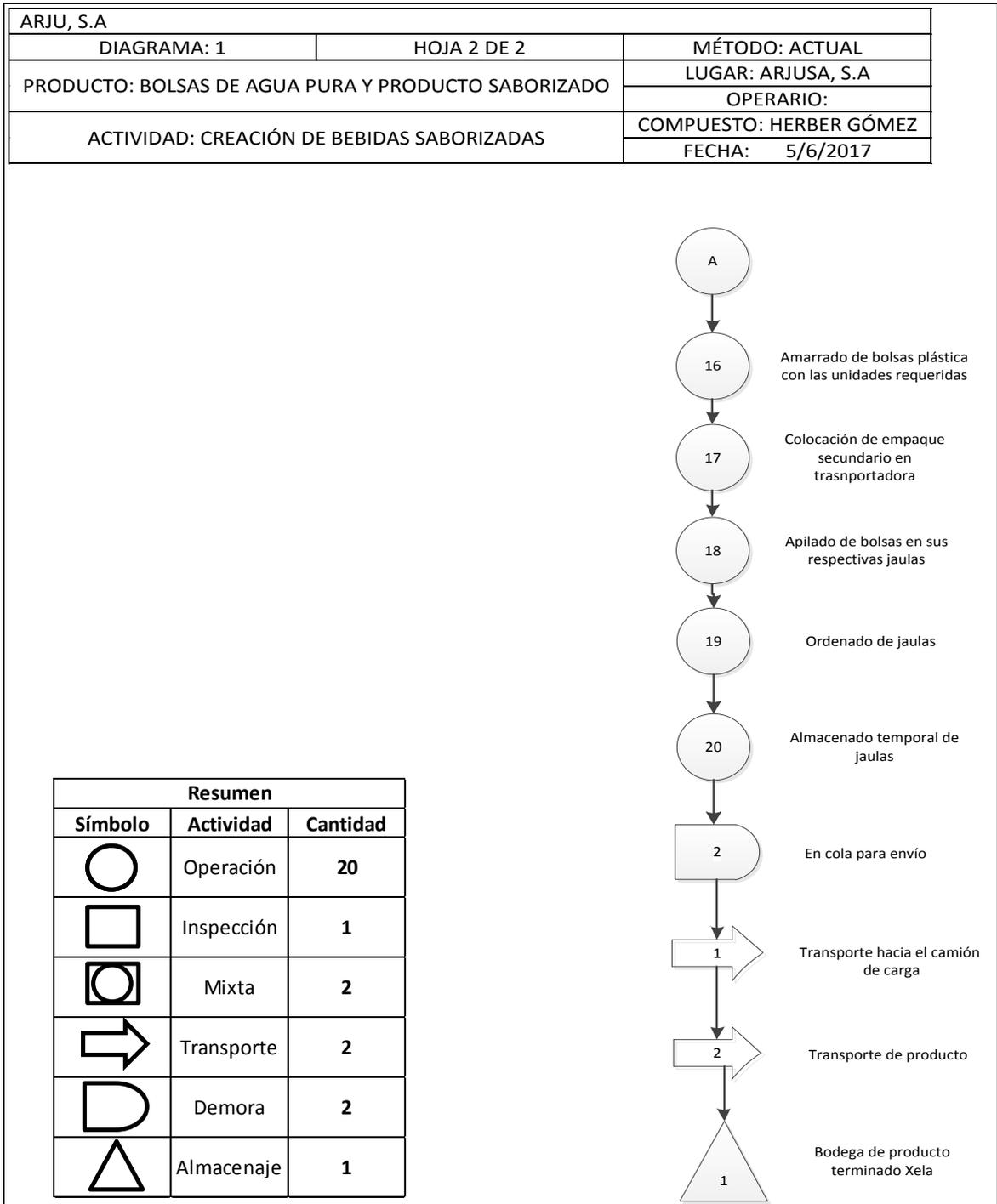
2.2. Diagramas de proceso de envasado y embalaje

Para entender de mejor manera el proceso de envasado y embalaje, se procede a crear un diagrama, el cual es la representación gráfica del proceso desde la recepción hasta el despacho en la bodega externa.

Figura 20. Diagrama de proceso de envasado y embalaje



Continuación de la figura 20.



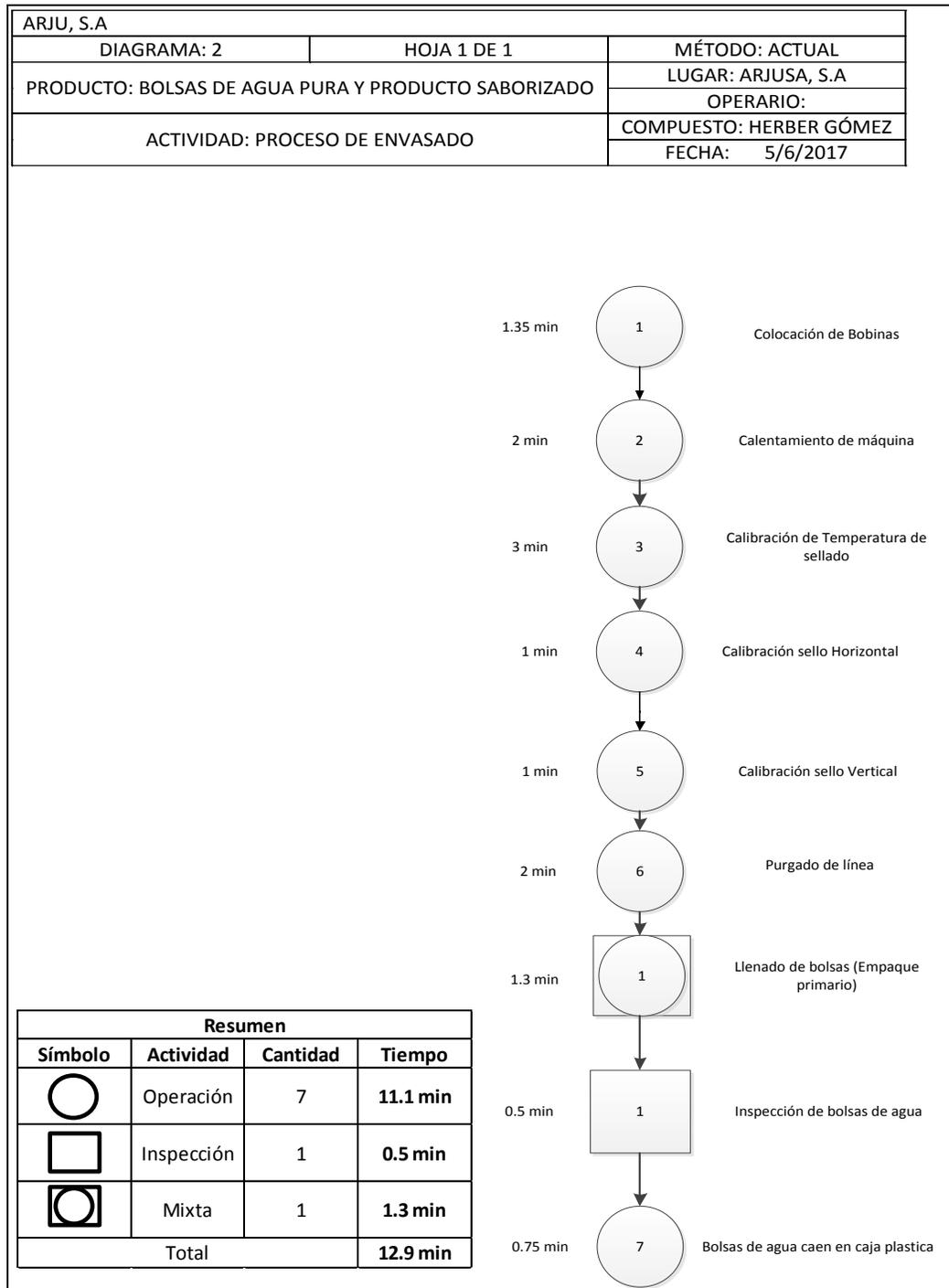
Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

2.2.1. Diagrama de flujo del proceso de envasado

Para entender de mejor manera el proceso de envasado, se realiza un diagrama de flujo de la operación, con este se tiene un panorama más amplio y una persona puede entender fácilmente cómo funciona el proceso y las actividades involucradas.

Este diagrama podría ser de utilidad al momento de contratar personal nuevo que desconozca el proceso, se puede utilizar como guía práctica de las actividades que debe realizar.

Figura 21. Diagrama de proceso de envasado



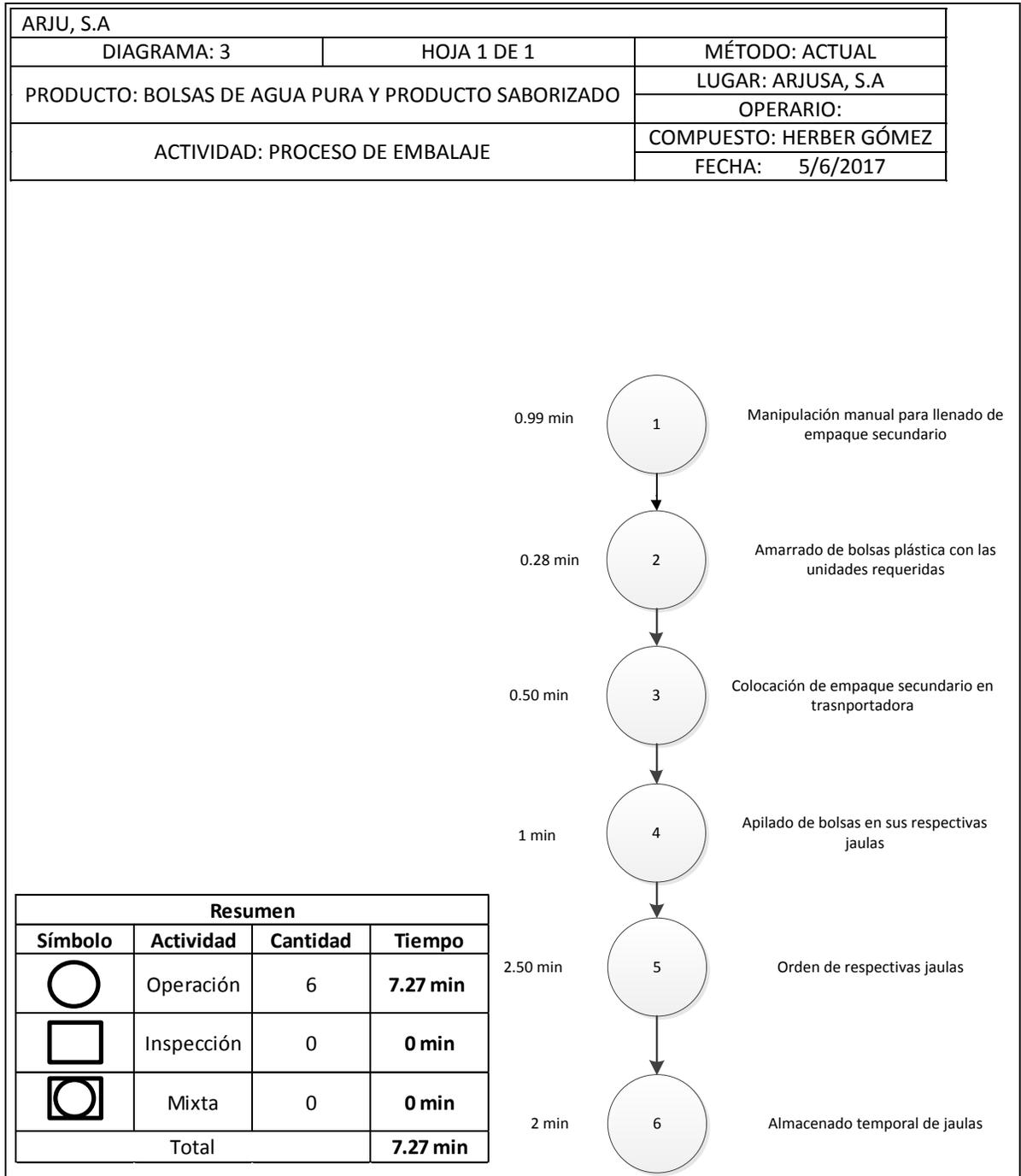
Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

2.2.2. Diagrama de flujo del proceso de embalaje

Para entender de mejor manera el proceso de embalaje, se realiza un diagrama de flujo de la operación, con este se tiene un panorama más amplio y una persona puede entender fácilmente cómo funciona el proceso y las actividades involucradas.

Este diagrama podría ser de utilidad al momento de contratar personal nuevo que desconozca el proceso, se puede utilizar como guía práctica de las actividades que debe realizar.

Figura 22. Diagrama de proceso de embalaje



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

2.3. Análisis FODA del proceso de envasado y embalaje

El análisis FODA se utiliza para examinar la interacción entre las características particulares del negocio y el entorno en donde compete. El análisis FODA tiene múltiples usos y aplicaciones como por ejemplo:

- Niveles de la corporación
- Producto
- Línea de productos
- Mercado
- Unidad estratégica de negocios
- Corporación
- Empresa

Cabe mencionar que, este objetivo es imprescindible para determinar, pronosticar y tomar decisión. Asimismo, para tener en conocimiento cuál es el entorno de la empresa y cuáles son las amenazas y oportunidades, e internamente saber sus fortalezas o debilidades con el objeto de hacerle frente a cualquier situación amenazante.

2.3.1. Determinar factores internos y externos

Determinar los factores internos y externos que producen el desperdicio en la planta de producción de bebidas saborizadas ayudará a entender mejor el problema y con ello obtener posibles soluciones que se le pueden dar a los problemas mediante el análisis de FODA.

Factores internos que interviene en la producción de mermas:

- Manipulación ruda por parte de los operarios
- Mala calibración del sellado vertical
- Mala calibración del sellado horizontal
- Variación de temperatura de sellado
- Colocación de bobinas en maquinaria

Factores externos que intervienen en la producción de mermas:

- Mal estado de carreteras
- Rutas tomadas por el camión de transporte
- Gramaje de las bobinas de polietileno
- Defectos de fábrica de la bobina de polietileno
- Exposición al ambiente

2.3.2. Análisis FODA

Para obtener un plan de acciones es necesario tener presentes los cuatro pilares de una empresa sus fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades. Con ello se podrá desarrollar un plan que pretende aprovechar al máximo las fortalezas y oportunidad de la empresa y minimizar el impacto de las amenazas y debilidades.

Tabla II. Análisis FODA

FODA	
Amenazas	Fortalezas
Mermas durante la producción	Alta demanda de los productos
Disminuye la clientela	Alta capacidad de transporte
Incumplimiento de pedidos	Variedad de productos líquidos
Disminuyen proveedores del producto	Variedad de productos de gelatina
Desabastecimiento de bodegas	Mercado insatisfecho
Competencia ambiente (mercado)	
Debilidades	Oportunidades
Falta de mantenimiento continuo	Reciclar bolsas rotas
Ausencia de registros de producción	Ingreso económico extra por reciclaje
Falta de mantenimientos	Ayudar al ambiente
Verificación de productos y materia prima	Aumento de ventas
Equipo idóneo	Mejora continua

Fuente: elaboración propia.

2.4. Maquinaria

La planta de producción ARJU, S.A, posee diferentes tipos de maquinaria, dentro de ellas las de transportar, llenado de bolsas líquidas saborizadas, llenado de botellas, reparación de maquinarias, selladora de vasos de gelatinas, recipientes para mezcla de productos y las máquinas llenadoras de bolsas de gelatina.

Figura 23. **Máquina envasadora JM-1000**



Fuente: *Mecánica moderna*. www.modernmech.com/spanish/mecánica> Consulta: 3 de marzo de 2011.

2.4.1. Vida útil de la maquinaria

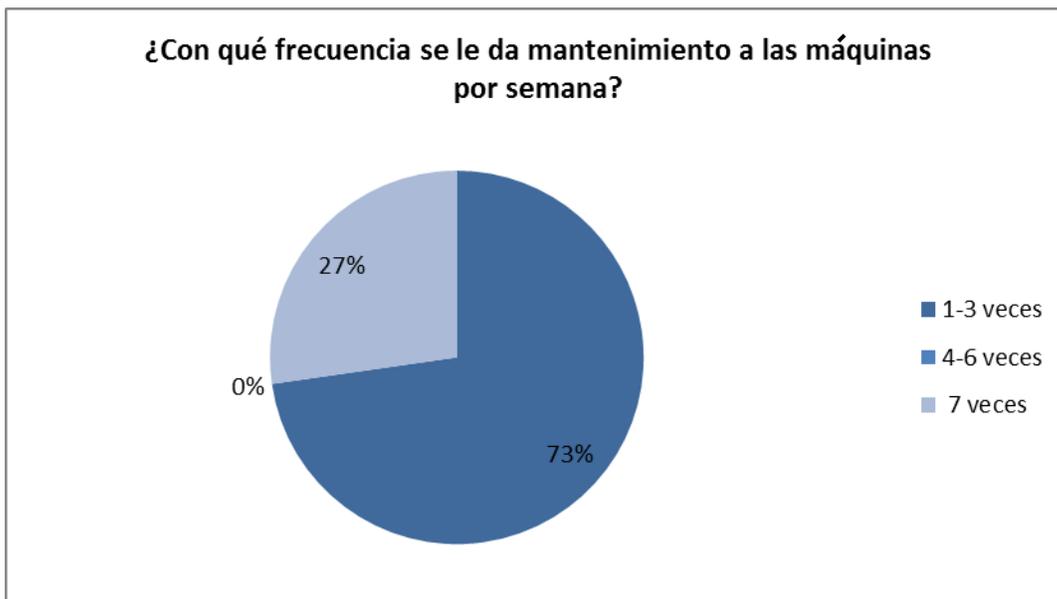
La vida útil de las máquinas de llenado es de aproximadamente 15 años, esto puede variar dependiendo de la calidad de servicio, lubricación y buen estado de la maquinaria. Siendo el valor de salvamento o residual de \$11 647,00 y un valor de depreciación anual de \$5 866,00.

Si se les proporciona el debido mantenimiento a las máquinas de llenado, entendiéndose, cambio de componentes, lubricación, aceites, *chips* y otros las máquinas pueden servir a la compañía por más tiempo en su vida útil. Se deben tomar en cuenta todas las recomendaciones indicadas por los proveedores de la maquinaria para que su rendimiento sea óptimo.

2.4.2. Periodicidad de mantenimiento

Debido a que la planta de producción ARJU, S.A, no posee un sistema de mantenimientos en sus maquinarias, se procedió a encuestar a cada uno de los empleados, preguntándoles la regularidad de mantenimiento, los resultados de dicha encuesta se encuentran en la siguiente gráfica.

Figura 24. Gráfica de mantenimientos por semana



Fuente: elaboración propia.

La interpretación de la gráfica indica, que el mantenimiento que se le da a las máquinas es de una a tres veces a la semana, claro, este valor puede variar, y depende de la cantidad de producción que tengan y si la maquinaria presenta molestias al inicio de la jornada.

2.5. Costos por desperdicio de producto asociado al método de envasado y embalaje

El desperdicio que se produce a diario en la planta con el método actual es de 9 libras al día, esto debido al inicio de producción, rompimiento de bolsas durante la producción, mal embalaje, estrujamiento de bolsas con productos.

Tabla III. **Tabla de costos asociados al método actual**

Costo del desperdicio asociado al método actual				
Libras de desperdicio al día	Precio de bobina por libra (Q)	Costo por desperdicio al día(Q)	Días hábiles	Total de costos al mes (Q)
9	13,00	117,00	24	2 808,00

Fuente: elaboración propia.

En total se tiene un costo de Q 2 808,00, tomando en consideración únicamente el costo del polietileno, sin tomar el costo del producto que contiene las bolsas de bebidas. Estas pueden ser desde agua pura hasta bebidas saborizadas.

3. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE DAN ORIGEN A LA EXISTENCIA DE MERMA

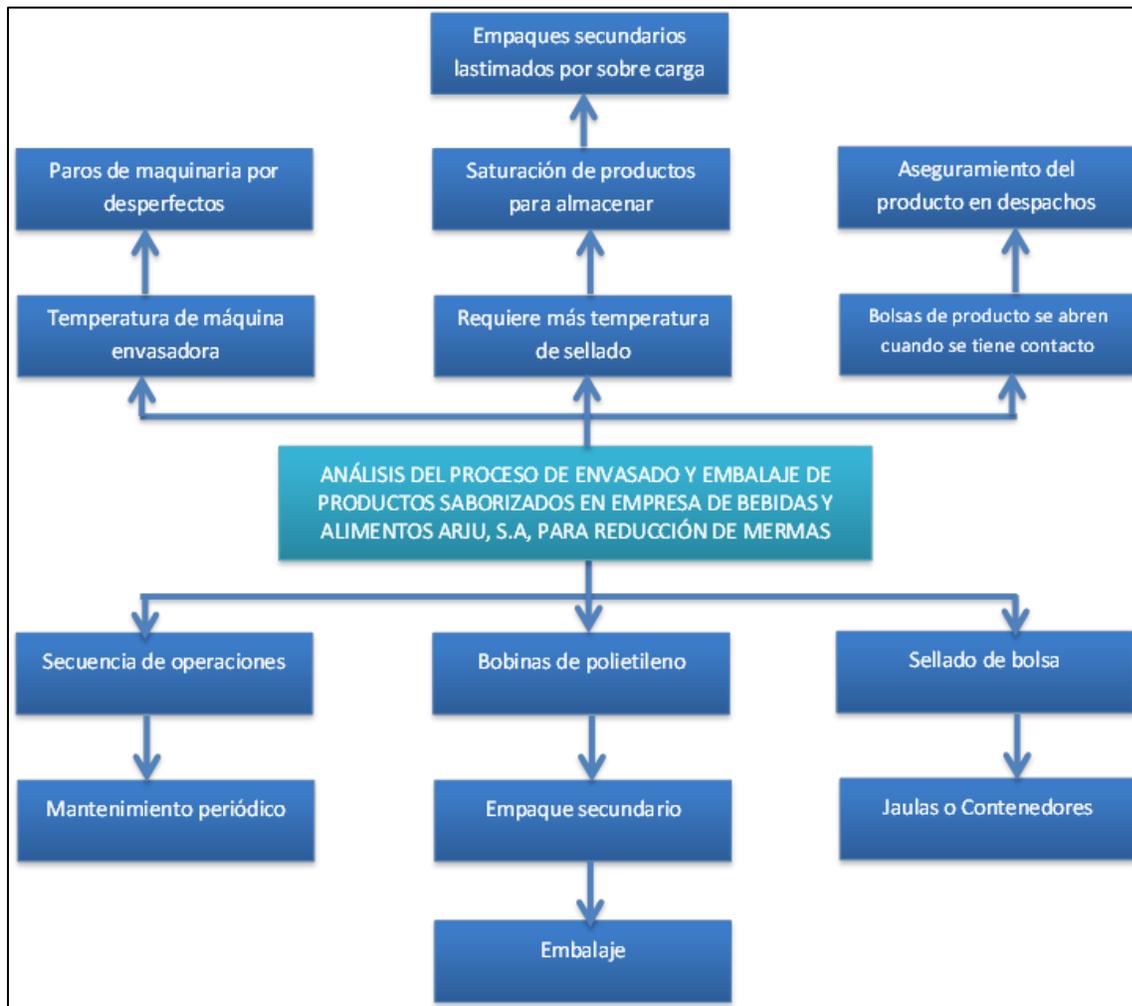
3.1. Determinación de causas

Este capítulo determinará las causas por las cuales se pueden producir mermas dentro de la operación de llenado de bolsas.

3.1.1. Diagrama árbol de problemas

Para determinar el problema central de la empresa se deben conocer las causas y los efectos que genera, para así atacarlos uno por uno y permitir que el proceso continúe de manera óptima y aprovechando de mejor manera los recursos.

Figura 25. **Árbol de problemas (causa-efecto)**

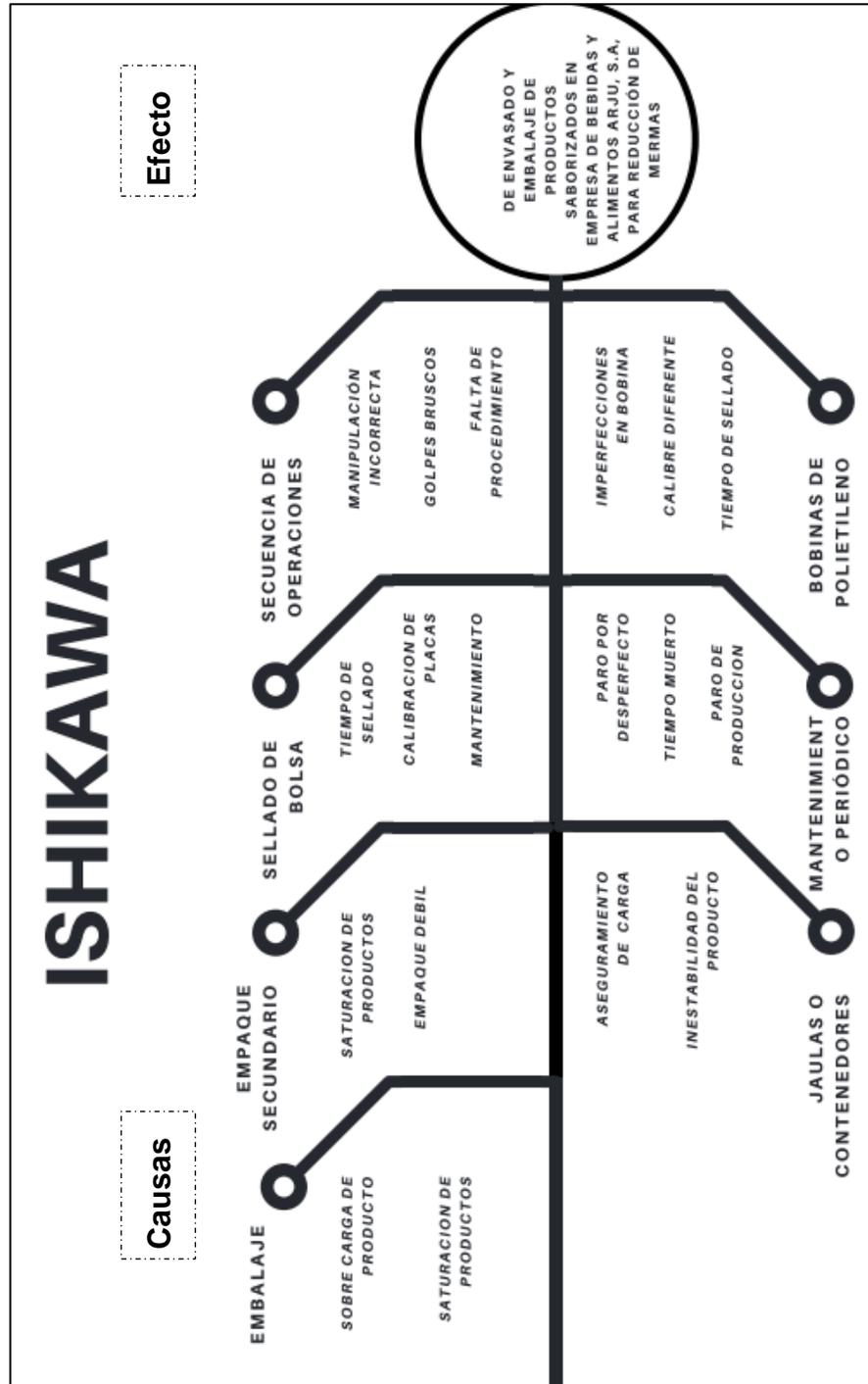


Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Diagrama de problemas Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de pescado (causa-efecto), permite formar una relación entre un problema específico y las causas posibles que lo originan.

Figura 26. Diagrama Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

3.2. Análisis de las causas en proceso

Teniendo claro el proceso de llenado, envasado, embalaje y despacho, es necesario conocer cuáles son los factores negativos que entorpecen la operación. Para ello se pueden utilizar una infinidad de herramientas con el objetivo de determinar las causas principales y atacarlas, generando un plan de acción y creando controles de proceso para que no vuelvan a ocurrir estos inconvenientes en el futuro.

3.2.1. Análisis de los cinco porqués

El análisis de los cinco porqués o escaleras de por qué, fue utilizada e introducida por primera vez en Toyota. Esta técnica permite preguntarse una y otra vez el porqué de una situación determinada con el objetivo de detectar fallos en la operación.

Tabla IV. Análisis de los cinco porqué

Problema a Estudiar	¿Por qué 1?	¿Por qué 2?	¿Por qué 3?	¿Por qué 4?	¿Por qué 5?	¿Por qué 6?	Resultado análisis
Merma en el proceso de envasado y empaque	La bobina	¿Por qué la bobina? Por el gramaje	¿Por qué el gramaje? Tiempo de sello				Por el tiempo de sellado
	Secuencia de operaciones	¿Por qué la secuencia de Manipulación de prod	¿Por qué la manipulación de Manipulación ruda	¿Por qué la manipulación ruda? Productividad			Aumento de productividad
	Sellado de Bolsas	¿Por qué el sellado de bolsa?	¿Por qué el tiempo de sellado? temperatura	¿Por qué la temperatura? Evitar se abra	¿Por qué evitar que se abra? Produce derrame	¿Por qué evitar derrames? No producir merma	Reducir mermas
	Mantenimiento de maquinaria	¿Por qué el mantenimiento? Placas no calientan	¿Por qué el las placas de sello? Falta de mantenimiento	¿Por qué la falta de mantenimiento? Por no tener plan			Plan de mantenimiento
	Empaque primario	¿Por qué el empaque primario? cantidad de bolsas	¿Por qué la cantidad de bolsas? Presionan el producto				Presionan el producto
	Jaula o contenedor	¿Por qué la jaula o contenedor? Diseño del contenedor	¿Por qué el diseño? comprime las bolsas	¿Por qué comprime las bolsas? producto expuesto	¿Por qué el producto esta expuesto? contenedor adecuado		Conseguir contenedor adecuado para impedir presión del producto
	Embalaje	¿Por qué el embalaje? Cantidad de producto	¿Por qué la cantidad para despacho? Aumento de ventas	¿Por qué el aumento de ventas? Ganancias			Aumento de ganancias para la empresa

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Determinación de causas primarias

En base a las encuestas realizadas a 11 miembros del personal de planta, se determinaron las posibles causas primarias que afectaban el proceso desde el envasado hasta el embalaje final para su despacho.

Se estableció que el proceso en donde más merma se produce directamente es en el envasado, debido a la calibración y pruebas que deben realizarse al momento de iniciar el llenado del producto.

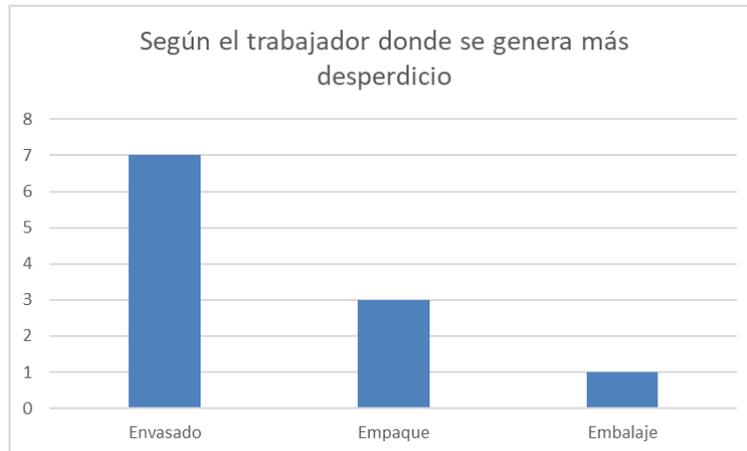
Entre las causas que afectan al proceso mediante la encuesta realizada son las siguientes:

- Proceso de envasado
- Manejo de materiales
- Uso de maquinaria de envasado
- Manipulación de producto terminado
- Concientización de BPM
- Mantenimiento periódico en maquinaria
- Desconocimiento de los procesos productivos

3.2.3. Gráficas de las causas primarias

Según la encuesta realizada a los empleados se pudieron determinar los siguientes datos:

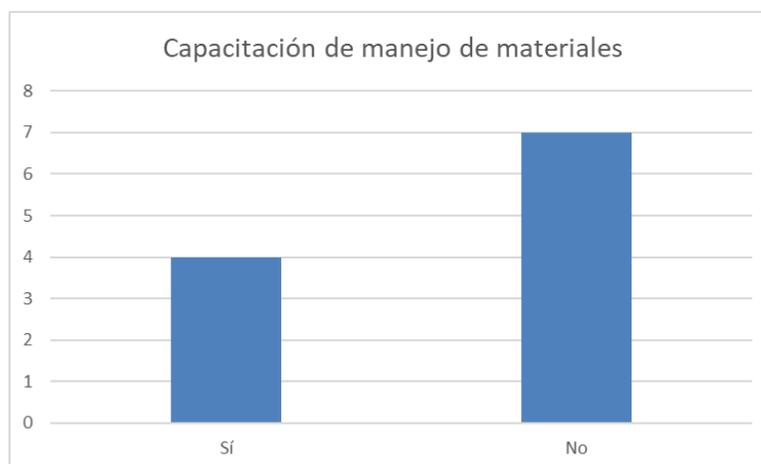
Figura 27. **Generación de desperdicios**



Fuente: elaboración propia.

Según personal de planta, en el proceso donde se genera mayor desperdicio es el área de envasado, debido a que constantemente deben desechar bolsas rotas o explotadas. Y el área de menor desperdicio es el embalaje.

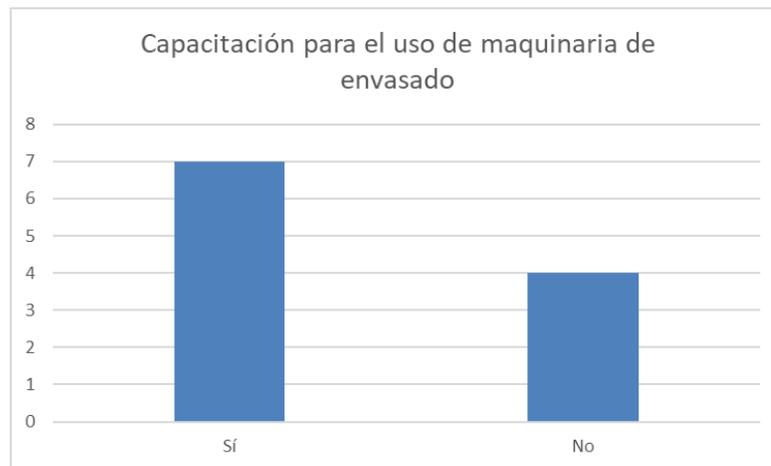
Figura 28. **Capacitación de manejo de materiales**



Fuente: elaboración propia.

Siete de las once personas entrevistadas indicaron no haber recibido alguna clase de charla, inducción o capacitación para el manejo correcto de materiales dentro de la planta de producción. Esto puede ser factor de desconocimiento de los procesos y provocar desperdicio.

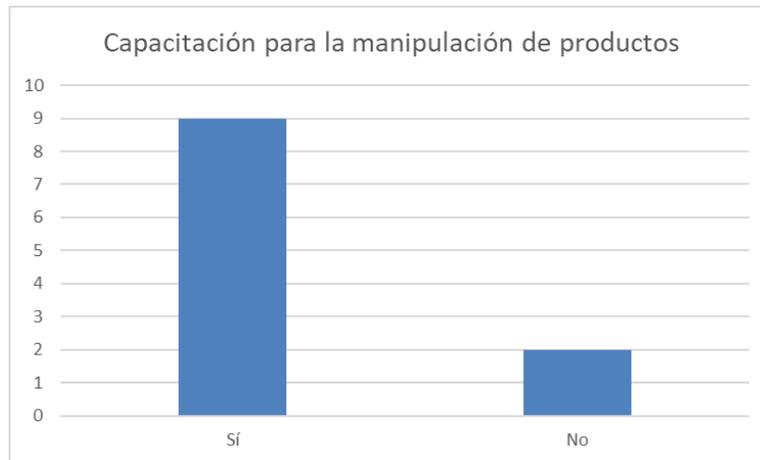
Figura 29. **Uso de maquinaria de envasado**



Fuente: elaboración propia.

Según la encuesta realizada, siete personas han recibido capacitaciones para el uso adecuado de la maquinaria de envasado, conociendo así la temperatura apropiada para el sellado de las bolsas, cambio de bobinas, purga de la máquina. Hay un 36 % que desconoce esto y puede generar inconvenientes en el proceso.

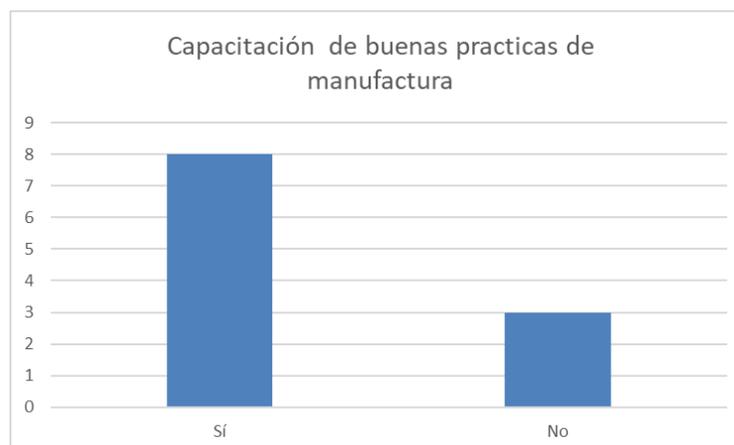
Figura 30. **Manipulación de productos**



Fuente: elaboración propia.

El 81 % de los trabajadores encuestados indicó que sí recibió capacitación en algún momento para la manipulación de productos dentro de la planta. Un 18% desconoce la manipulación y puede influir en el reventado de bolsas con producto.

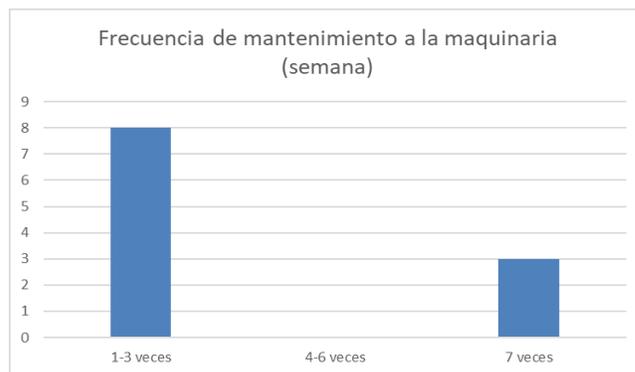
Figura 31. **Capacitación de buenas prácticas de manufactura**



Fuente: elaboración propia.

El 72 % de los entrevistados indicó haber recibido alguna capacitación de buenas prácticas de manufactura y el 23 % de personas indicó que no recibió capacitación alguna, por lo que desconoce varios puntos importantes.

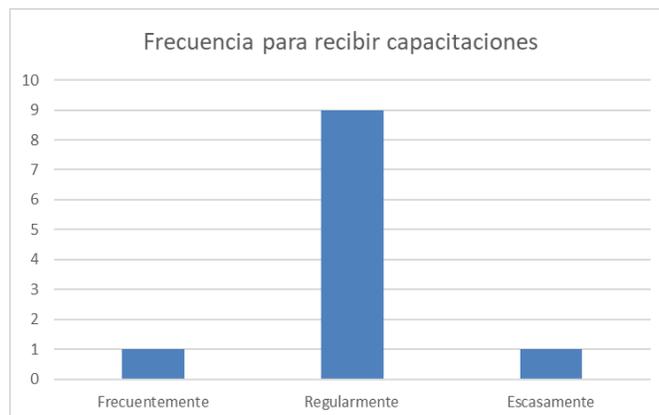
Figura 32. **Mantenimiento a la maquinaria**



Fuente: elaboración propia.

El personal de planta, comenta que el mantenimiento a la maquinaria se realiza tan solo de 1 a 3 veces por semana, siendo lo correcto mantenimiento diario para las diferentes producciones lanzadas en el día.

Figura 33. **Capacitación del personal**



Fuente: elaboración propia.

Se estableció que regularmente se reciben capacitaciones del personal, estas pueden ir desde BPM hasta procesos específicos donde requieran mayor énfasis de atención.

3.3. Variables principales

Las variables principales son aquellas acciones y actividades claves que pueden afectar la operación y constituyen las posibles fuentes de creaciones de desperdicios.

Estas variables principales fueron obtenidas a través del método de observación e información recabada por los trabajadores de la planta, con el objetivo de crear un plan para mejorar las actividades y el proceso producto para reducir el desperdicio.

3.3.1. Secuencia de operaciones

Cuando un operador trabaja por primera vez en envasar un producto, muy probablemente realizará erróneamente las operaciones, no tendrá un algoritmo lógico, y no poseerá un manual operativo en el cual se documente el proceso paso a paso desde la adquisición de materias primas hasta el despacho de producto final con el cliente.

Esto generará atrasos en los procesos de producción y aumento de mermas en el proceso. El objetivo de un manual operativo es informar al personal nuevo de las normas y lineamientos paso a paso que debe seguir para el proceso correcto de envasado.

3.3.2. Bobinas de polietileno

El calibre que tiene las bobinas de polietileno es un factor muy importante durante el proceso de envasado, cabe mencionar que dependiendo del calibre que este tenga dependerá la temperatura necesaria para su correcto sello.

Otros factores que influyen en la bobina de polietileno son la serigrafía aplicada, porque volverá más gruesa la cara de la bobina e influirá en la temperatura que necesitará para su sellado. Al igual el embobinado que tiene esta, ya que si no se tiene cierta tensión en la envoltura del core de la bobina pueda que esta se mueva y se llegue a enredar en alguna pieza de la máquina y se obstaculice la operación.

El costo de una bobina de polietileno impreso completa de aproximadamente 50 kilos es de Q 650, 00.

3.3.3. Sellado de bolsas

Para el sellado de las bolsas de refrescos se necesita una temperatura exacta la cual provoca que la bobina de polietileno se derrita y selle herméticamente con el otro lado de la bobina formando una bolsa que contiene el producto.

El inconveniente que se tiene actualmente se debe a la calidad de maquinaria de llenado, ya que estas máquinas no trabajan electrónicamente sino que manual. El operador debe graduar, ingresar la temperatura que cree es adecuada para el sellado de las bolsas con producto, esto genera el inconveniente que se debe estar sellando bolsas a prueba y error hasta alcanzar la temperatura adecuada y se selle de forma correcta.

La cantidad de bolsas producidas durante una hora es aproximadamente 196 bolsas de producto, entre más tiempo trascurra calibrando la máquina es la cantidad de bolsas que se dejan de producir durante el turno.

3.3.4. Mantenimiento periódico

Para el mantenimiento preventivo se deben identificar los equipos críticos en la operación, definir las actividad de mantenimientos requeridas en la maquina, la periodicidad de los mantenimientos, llenar las respectivas órdenes de trabajo antes de iniciar y, por último, la supervisión final del equipo al que se le brindó mantenimiento.

El correcto mantenimiento preventivo en la maquinaria posee las siguientes ventajas: averías, reduce los costos de mantenimiento, reducción de tiempos muertos invertido en reparación de la maquinaria, alarga la vida útil del equipo, disponibilidad del equipo, previene defectos en el producto y la contaminación tanto del producto final como de la materia prima.

Tabla V. **Costo por hora de paro de producción**

Línea de producción	Costo unitario	Total de venta
Promedio de producción mensual		
46,972 unidades	Q0,50	Q23 486,13
Producción diaria		
1,806 unidades	Q0,50	Q903,00
Producción por hora		
225 unidades	Q0,50	Q112,5

Fuente: elaboración propia.

3.3.5. Empaque secundario

La aglomeración del producto en bolsas de polietileno permite que este producto sufra daños durante la manipulación interna de la empresa, así como en los despachos de las mismas hacia las diferentes bodegas del país.

Al momento de comprimirse las bolsas, estas ceden de la parte en donde se encuentran selladas y, por lo tanto, las bolsas de polietileno se llenan de producto que se rompe durante el proceso. Es por ello la importancia de poseer un buen sellado en tres extremos de dicha bolsa.

Figura 34. **Aglomerado de bolsas**



Fuente: empresa ARJU, S.A.

3.3.6. Jaulas o contenedores

Las jaulas son recipientes en los cuales se transportan una cantidad elevada de bolsas saborizadas y de agua pura. Se utilizan por el fácil diseño que tiene, el cual puede ser tomado mediante un montacargas y colocado en un vehículo para su despacho.

Las jaulas con las cuales se transporta el producto terminado, no poseen soportes, divisiones ni marcos, el cual puedan sostener parte del producto y evitar que el peso del mismo presione el resto del producto al final de las jaulas.

Las jaulas son cuadrados metálicos rústicos, en los cuales se colocan bolsas de polietileno llenas de productos (refrescos, agua pura). Apilando bolsa sobre bolsa hasta un máximo de 50 bolsas.

Figura 35. Jaulas o contenedores



Fuente: empresa ARJU S,A.

3.3.7. Embalaje

Se colocan las bolsas de que contienen el producto dentro de jaulas o contenedores, de tal manera que van unas encima de otras, esto provoca que las bolsas que están en la parte inferior de la jaula se compriman y se dañen, por la fuerte carga que las estruja debido al peso excesivo de las demás bolas encima de ellas. Los contenedores no poseen algún tipo de dispositivo que evite el aplastamiento del producto que se encuentra en el fondo, ya que son bases de metal, simples y de gran tamaño con el objeto de transportar más productos durante los despachos.

Figura 36. Bolsa embalada



Fuente: empresa ARJU, S.A.

3.4. Clasificación de mermas

Existen dos tipos de clasificación de mermas, las inevitables, que son todas aquellas que no se pueden eliminar durante el proceso de producción, pero si tratar la manera de reducirlas lo más posible, y las mermas evitables, que son todas aquellas que se producen por la negligencia y descuidos de los trabajadores por desconocer el proceso o manipulaciones rudas. Cabe destacar que esta última sí se puede reducir el cien por ciento.

3.4.1. Inevitables

Las mermas inevitables son aquellas que a pesar de que se optimice al máximo el proceso siempre existirá alguna parte que se perderá de las bolsas de polietileno. Un ejemplo bastante claro es durante el proceso de llenado de bolsas, durante el inicio del llenado de producción ya que se debe obtener la temperatura adecuada para cerrar herméticamente las bolsas con producto.

Como se menciona anteriormente, estas pérdidas no se pueden evitar, pero sí se pueden reducir hasta el punto que solo sea necesario en puntos específicos de la operación.

3.4.2. Innecesarias

Las mermas innecesarias se dan cuando se puede evitar desperdicios durante el proceso y aun así se da este tipo de inconvenientes. Un ejemplo claro que se tiene es que durante el proceso de envasado, se tiene manipulación brusca del personal operativo, el cual puede desgastar el materia de polietileno y, en consecuencia, se provocan derrames y desperdicio de producción.

Figura 37. Manipulación brusca



Fuente: empresa ARJU S,A.

4. PLAN DE CONTROL

4.1. Implementación

Son todos aquellos controles o recursos que se utilizarán para lograr el objetivo de optimizar al máximo la producción reduciendo la cantidad de mermas durante el proceso. Logrando con esto generar menos costos en desperdicios y aumentando las ventas por medio de la producción.

4.1.1. Control de maquinaria

El objetivo de realizar un control de mantenimiento preventivo de maquinaria es para alargar su vida útil, garantizando el funcionamiento y fiabilidad durante los procesos.

La documentación de estos procesos es de mucha utilidad ya que con ellos el personal de la planta sabe cuál es el determinado rol que debe realizar en las acciones pre-operatorias. De igual manera, cuando ingresa personal nuevo o se está cubriendo algún descanso o vacaciones, puede guiarse con el instructivo y saber qué tareas le corresponde a cada operador, junto con su respectiva inducción.

4.1.1.1. Plan de mantenimiento

Las actividades por desarrollarse durante el mantenimiento se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla VI. **Plan de mantenimiento**

No.	Actividad	Descripción	Responsable
1	Arranque de máquinas	Se arrancan las máquinas para que calienten y no trabajen en frío	Operador
2	Drenado de líneas	Las líneas pueden que posean producto que se estaba trabajando de último en el turno anterior, por lo que hay que drenarlas para que no se mezclen los sabores.	Auxiliar
3	Limpieza externa de máquinas	Con un trapo se limpia la parte externa de la máquina	Auxiliar
4	Revisión de tablero	Cerciorarse que todos los indicadores, luces, alertas funcionen a la perfección.	Responsable de mantenimiento
5	Retirar restos de bobinas	Cuando se inicia turno se debe retirar las bobinas que se estaban trabajando en el día anterior	Operador
6	Limpieza interna de máquina	Con un trapo y una brocha se limpia la máquina por dentro por los residuos de agua y polietileno	Responsable de mantenimiento
7	Limpieza de placas de sellado	La limpieza de la placa de los sellos es muy importante ya que con esta se sellan las bolsas de los productos	Responsable de mantenimiento

Continuación de la tabla VI.

8	Ajuste de placas de sellado	Calibrar los sellos para que estos estén a la misma altura y permita el sello correcto	Responsable de mantenimiento
9	Ajuste de temperatura de placas	La temperatura adecuada derretirá correctamente el polietileno, permitiendo el sello hermético	Operador
10	Colocación de nueva bobina	Colocar la nueva bobina en el rodillo y en medio de las placas de sellado	Operador
11	Armado de bandejas	Colocación de bandejas en donde el producto terminado cae sobre la bandeja transportadora	Auxiliar

Fuente: elaboración propia.

4.1.1.2. Rutinas de mantenimiento

El mantenimiento de la maquinaria debe realizarse cotidianamente antes de iniciar la jornada laboral, esto garantizará que no se tendrá algún paro de producción o algún inconveniente en el proceso.

La jornada laboral de empresa es de 7:00 a.m. de la mañana hasta las 6:00 p.m. de lunes a sábado. Por tanto, para evitar atrasos en el proceso se recomienda realizar el mantenimiento antes de iniciar la jornada ordinaria de trabajo, tal como se muestra a continuación en el siguiente cuadro:

Tabla VII. Rutinas de mantenimiento

Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Hora inicial	06:30 a.m.					
Hora Final	07:00 a.m.					

Fuente: elaboración propia.

4.1.1.3. Registro de órdenes de trabajo

Se debe tener un documento en el cual se haga constar los mantenimientos realizados a las máquinas de lunes a sábado, este documento se debe archivar y en dado momentos se desea consultar que trabajo se realizó ese día, se puede consultar esta hoja y podrán enterarse que trabajos se le realizaron.

Figura 38. Boletas preoperatorias

<u>BOLETA PRE-OPERATORIA</u>				
Operador: _____		Fecha: _____		
Firma: _____		Turno: _____		
	Revisión y corrección	Bueno	Malo	Observaciones
1	Arranque de Maquinaria			
2	Drenado de líneas			
3	Limpieza externa de máquinas			
4	Revisión de tablero			
5	Retirar restos de bobinas			
6	Limpieza interna de máquina			
7	Limpieza de placas de sellado			
8	Ajuste de placas de sellado			
9	Ajuste de temperatura de placas			
10	Colocación de nueva bobina			
11	Armado de bandejas			

Fuente: elaboración propia.

4.1.1.4. Inventario de repuestos

Los repuestos representan todas aquellas piezas o componentes que se pueden reemplazar en una máquina para mantener la continuidad de la producción sin que se vea afectada. Los repuestos son importantes dentro de la operación ya que si no se cuentan con estos cuando se necesitan, se debe detener la máquina y, por lo tanto, detener producción. En otras palabras la máquina no producirá hasta que no se reemplace el repuesto.

Los inventarios de repuestos representan todas esas partes y piezas que se encuentran almacenadas, clasificadas y al alcance con el fin de apoyar logísticamente la operación de mantenimiento y cumplir con el objetivo de trabajar continuamente y no detener la producción.

Las ventajas de utilizar el inventario de repuestos son las siguientes:

- Apoyan las actividades de mantenimiento para mantener los equipos disponibles en todo momento.
- Los niveles del inventario de repuestos dependen de cómo es utilizado el equipo o la cantidad de veces que se le da mantenimiento.
- Reducción de tiempos de paro durante la producción.
- Aumento de la productividad durante los turnos normales sin extras.

4.1.2. Control de temperatura

Poseer un control de temperaturas para el sellado requerido de diferentes productos tendrá los siguientes beneficios:

- Reducción de materia prima utilizada en el proceso (bobinas, plásticos y líquidos).
- Tiempo de calibración de maquinaria reducido.
- Reducción de mermas.
- Disminución de incidentes durante el embalado y embalaje.
- Menor tiempo de mantenimiento.

4.1.2.1. Ficha técnica de control de temperatura

El objetivo principal del registro del control de temperatura es almacenar la información correcta de cuál es la temperatura adecuada en la que las placas de sellado derretirán el polietileno permitiendo así el sellado de las bolsas, evitando que se abran durante su manipulación.

Figura 39. **Ficha de control de temperatura**

<u>CONTROL DE TEMPERATURA</u>		
Producto: _____	Mes: _____	
Fecha: _____	Hora: _____	
Temperatura mínima	Temperatura estándar	Temperatura máxima
Operador: _____	Firma: _____	

Fuente: elaboración propia.

El contenido de esta ficha es el siguiente:

- Producto: descripción del producto que se está trabajando.
- Mes: da una idea de la época del año que se está preparando el producto.
- Fecha: registra el día que se tomó el dato.
- Hora: la hora que se estaba trabajando el producto.
- Temperatura mínima: luego de tener un promedio de temperatura se le restará el 5 %, este el valor es mínimo permitido de la temperatura de sellado.

- Temperatura estándar: es la temperatura registrada en el momento que se está trabajando en ese instante.
- Temperatura máxima: luego de tener un promedio de temperatura se le sumara el 5 %, siendo este el valor máximo permitido de la temperatura de sellado.
- Operador: nombre de la persona que está tomando el registro.
- Firma: firma del operador, el cual verifica que los datos tomados están correctos.

4.1.2.2. Gráfico de control de temperatura

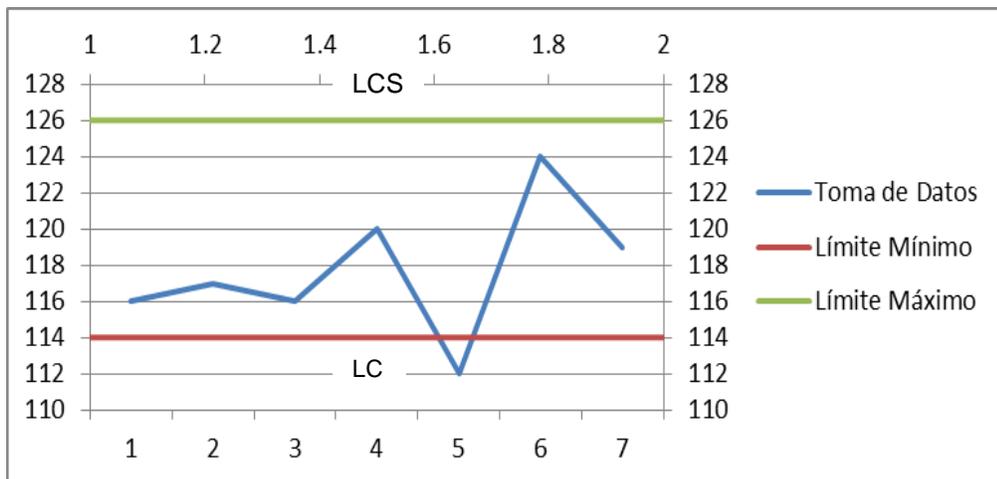
A continuación, se presenta un modelo en el cual se puede basar para tomar las temperaturas semanalmente, con ello se obtendrá una gráfica con límites del $\pm 5 \%$. Con la finalidad de ajustar la temperatura idónea para cada uno de los productos durante cada época del año, ya que un factor que puede intervenir en ello es el estado del clima.

Tabla VIII. **Control de temperatura**

Control de Temperatura	
No.	Toma de Datos C°
1	116°
2	117°
3	116°
4	120°
5	112°
6	124°
7	119°

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Límites críticos de la temperatura**



Fuente: elaboración propia.

Se debe tomar en cuenta que se debe ajustar el promedio, de igual manera, los intervalos se deben ajustar cada vez más pequeños con el objetivo de que se mantengan en la temperatura adecuada durante el sellado de las bolsas.

Los beneficios que se tendrá al utilizar este tipo de gráficas es el tiempo que se tarda el operador en preparar la máquina selladora, se reducirá incluso hasta un 50 % con ello haciendo más eficiente su tiempo laboral.

De igual manera, el costo de la energía eléctrica tendrá un pequeño impacto, se reducirá el costo, ya que no se tendrá que estar utilizando la misma intensidad para sellar una bolsa, la cual se podría sellar con menor temperatura.

4.1.3. Control de contenedores

Antes de iniciarse la carga del producto terminado en las jaulas para su despacho, es responsabilidad del auxiliar revisar el estado de las jaulas, verificar si estas no poseen óxido, partes golpeadas, puntas, astillas y otros.

En cualquier caso, el operador debe llenar el registro; control de contenedor o jaula, esto con el fin que el departamento de mantenimiento pueda darle servicio a las jaulas deterioradas y de esta manera seguir las utilizando en buenas condiciones.

Si la jaula es apta para cargar el producto, se procederá a colocar el producto envasado en las cajas agrícolas, las cuales pueden llevar hasta un máximo de 100 bolsas de productos. Estas cajas se colocarán de manera estratégica dentro de las jaulas, se colocarán 4 de base y 3 de altura, con lo

cual se estará transportando la cantidad de 12 cajas agrícolas de 100 bolsas cada una, dando un total de 1 200 bolsas por jaula.

4.1.3.1. Ficha de control de estado de contenedor

Se debe llevar un registro del estado de las jaulas, por lo menos una vez al mes, con lo cual se tendrá la certeza de su estado actual. Con este registro se pueden enviar las jaulas al taller para que reparen y las ajusten para transportar el producto.

El registro no debe ser complejo, lo más simple posible, la boleta contiene unos *ítems* de posibles descripciones que pueden presentar las jaulas y la verificación de estas con un sí o no, con el objetivo de evidenciar su mal estado y que se necesita reparación del taller.

Tabla X. **Boleta de estado de jaulas**

Estado de las Jaulas contenedoras		
No. De Jaula _____		
Descripción	Si	No
Preencia de Óxido		
Tubos rajados		
Tubos despegados		
Astillas		
Pintura en mal estado		

Nombre del responsable: _____

Fecha: _____

Fuente: elaboración propia.

4.1.4. Control de gramaje de bobina

Para obtener el gramaje de la bobina se debe cortar un recuadro de tamaño 10 x 10 cm, luego se debe pesar en la pesa analítica. Con ello se tendrá una relación de tamaño y peso, lo que daría como parámetro de gramaje de las bobinas.

Luego de establecerse el gramaje de las bobinas utilizadas en los procesos, se debe tener un registro el cual servirá como parámetro para la utilización en las producciones futuras. Si alguna de estas bobinas no cumple con el gramaje estándar establecido se puede proceder a reclamar al proveedor que la bobina de polietileno está fuera de rango de su gramaje, por lo tanto, requerir su cambio.

La toma de las muestras debe realizarse al momento en que se adquiere una bobina, no importa qué producto se programe para el llenado, siempre se debe revisar el gramaje de la bobina, ya que esta podría afectar el proceso de sellado y provoque fugas del envase.

4.1.4.1. Ficha técnica de aprobación de materia prima

La ficha técnica debe almacenar el auxiliar responsable que recibe la materia prima para la producción, de igual manera, se debe crear un instructivo en el cual se indique la manera correcta de cómo tomar las muestras.

Al momento de obtener los parámetros de todos los productos utilizados en la planta, se debe crear un archivo en el cual se pueda comparar las nuevas bobinas ingresadas.

La ficha técnica debe tener lo esencial e información útil para la empresa y el trabajador, por lo tanto, debería ser como por ejemplo:

Tabla XI. **Boleta de aprobación de materia prima**

Boleta de control de gramaje de bobinas				
Producto: _____				
Fecha de recepción _____				
Estado de bobinas	Si	No	Gramaje de bobina	
Libre de contaminantes			Cumple con el parámetro	
En buen estado				
Core en buen estado			SÍ NO	
Enrollado correcto				
Auxiliar responsable: _____				

Fuente: elaboración propia.

4.2. **Capacitación personal**

La capacitación del personal es importante ya que con ella se permite la mejora de conocimiento, habilidad o conductas y actitud del personal de una organización.

Asimismo, también hay que destacar que la capacitación conseguirá que el personal esté más preparado y cuente con mayor conocimiento y confianza sobre sus funciones. Esto se traducirá en una resolución mucho más rápida de los problemas, ahorrando tiempo en la toma de decisiones por parte del personal y, por tanto, la posibilidad de ahorrar recursos en la empresa.

4.2.1. Manipulación del producto

Para evitar que los trabajadores y producto sufra algún daño, se debe tener en cuenta varios puntos en la manipulación de productos.

Como por ejemplo el uso adecuado del equipo de seguridad, guantes, redecilla, lentes de seguridad y tapa bocas. que al utilizar su equipo correctamente se procede de manera eficiente a la cual manipulan el producto, en este caso bolsas de bebidas.

No aglomerar demasiados productos en una bolsa y cuando se llegue a su capacidad, no lanzarla de un lugar a otro, por ejemplo de la máquina selladora hasta la banda transportadora, se considera la velocidad cinética, la velocidad que se está lanzando y la masa que lleva cada bolsa, esto provoca que por la fuerza de las demás bolsas se estrujen las últimas y, así mismo, se convierte en desperdicio el producto porque se rompe.

4.2.2. Buenas prácticas de manufactura

Las buenas prácticas de manufactura se aplican a todo lo relacionado con alimentos y bebidas, son una herramienta primordial para la producción inocua, saludable y libre de contaminantes.

Para velar por el cumplimiento de las BPM, la empresa u organización debe tener a un encargado con conocimientos suficientes, experiencia y competencia. El cual pueda identificar las necesidades que se deben atacar durante el proceso, las cuales se puede corregir para que el proceso sea inocuo.

Los cursos o capacitaciones deben ser impartidas a los trabajadores con regularidad, pueden impartirla personal de la empresa que tenga conocimientos del tema o personal subcontratado, todo dependerá de la disponibilidad económica de la empresa.

Los programas de capacitación pueden ser impartidos incluso por los supervisores de planta, se debe llevar un registro del personal que ha recibido dicha charlas, se deben ejecutar, revisar las capacitaciones periódicamente.

Es importante incluir en la capacitación, conceptos sobre la manipulación de empaques, controles sobre el estado de salud de los empleados, evitando aquellos con posibles enfermedades que se pueden contagiar y adherir a los envases de los productos. Así también el uso correcto del equipo de seguridad industrial, cofia, mascarías tapa boca, botas y otros.

4.3. Costos

Para la inversión inicial de un proyecto, se debe tener claro el costo que tendrá, los insumos que necesitarán, mano de obra, maquinaria, y otros. Esto con el objetivo de realizar un análisis de beneficio/costo, cuyo resultado indicará si es rentable socialmente y vale la pena invertir en un proyecto.

4.3.1. Insumos de mantenimiento de maquinaria

Se debe habilitar un área específica para el almacenaje de repuestos para toda la maquinaria que se utiliza en planta, con el propósito de salvaguardar el equipo, repuestos, accesorios, herramientas, teniendo todos los repuestos disponibles y llevando un inventario sobre las existencias necesarias para el funcionamiento de toda la maquinaria dentro de la planta. Con esto se obtendrá

menos tiempos de paro en las máquinas por la búsqueda de repuestos dentro de bodega.

Una de las ventajas que se tiene actualmente en la empresa, es que el personal conoce muy bien las piezas de las maquinarias, y si pueden reparar algún accesorio o pieza, lo reparan para evitar gasto en la compra de repuestos.

Tabla XII. **Herramientas, accesorios y repuestos**

Insumos	Descripción	Costo
Repuestos	Partes de maquinaria	Q5 000,00
Accesorios de la máquina	Para uso de maquinaria	Q2 000,00
Accesorios y herramienta	Tornillos, desarmadores, tuercas, cautín, piñón, cuchillas, llaves	Q1 500,00
Mano de Obra	Conocimiento propio de trabajadores	Q0,00
TOTAL		Q8.500,00

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta que se tenga un inventario de repuestos, accesorios y herramientas, el valor no debe ser elevado.

4.3.2. Servicio de mantenimiento

La determinación del costo de mano de obra implementada para los servicios de la maquinaria dependerá prácticamente del tipo de falla o corrección por ejecutar, ya que actualmente se cuenta con mano de obra

interna calificada para realizar la mayoría de los mantenimientos, esto indicaría que se ahorraría en subcontratar personal externo para ello.

Los servicios de mantenimiento se realizarán antes de iniciar labores y en la finalización de la misma, por lo tanto, no se incurrirá en paros de producción durante los mismos. Esto indica que la producción será normal y se tendrá una mejora en la productividad porque la maquinaria no se detendrá por problemas mecánicos, electrónicos y otros. Haciendo más útil y aprovechando el máximo la operación.

Tabla XIII. **Costo de mantenimiento diario**

Costos de mantenimientos diarios			
Insumo	Cantidad	Costo	Total
Horas hombre	0,5 horas	Q11,27	Q5,64
Bobinas	1 kilos	Q13,00	Q13,00
Accesorios y herramientas	2	Q20,00	Q40,00
Mano de obra	0	Q0,00	Q0,00
Limpieza	0	Q0,00	Q0,00
Asesoría externa	0	Q0,00	Q0,00
Total de mantenimiento			Q58,64

Fuente: elaboración propia.

4.3.3. Capacitación personal operativo

Las capacitaciones al personal operativo pueden ser impartidas por personal de la empresa o personal subcontratado.

Los temas que se deben transmitir al personal operativo son los siguientes:

- Seguridad e higiene en el trabajo y BPM: con el objetivo de realizar las labores diarias de manera inocua y libre de contaminantes. Mostrar el equipo adecuado por utilizar durante la operación, y recalcar la importancia del uso del mismo, lavado de mano correcta.
- Mantenimiento de la maquinaria: se deben enseñar las acciones por tomar en los mantenimientos de la maquinaria, se debe incluir el mantenimiento preventivo, manejo de fichas técnicas, identificación de fallas y conocimiento básico de las partes de la maquinaria.
- Funcionamiento del proceso: se debe mostrar los indicadores de trabajo, de producción, mermas, con el objetivo de establecer una meta a la cual se debe llegar. Además de los registros de los procesos para aquellos empleados nuevos.
- Manejo de formatos de control: se debe enseñar el llenado correcto de los registros de control, en qué momento se deben de digitar con la finalidad de tener los registros de manera computarizada.

Estos temas no tienen complejidad alguna, por lo tanto, no sería necesario contratar personal externo para impartir las charlas o capacitaciones, se debe programar a un empleado supervisor para que pueda transmitir esta información a los empleados al menos una vez al año.

4.3.4. Costo de implementación del nuevo método

Al invertir en cualquier proyecto nuevo o de mejora de una empresa se debe realizar un estudio de costos. Con ello se determina si el proyecto es o no factible.

Crea la confianza del público, el conocimiento del bienestar social por su misma responsabilidad empresarial y crea una imagen corporativa de empresa desarrollada o en camino a un proceso de globalización sin ninguna dificultad en todo momento.

En este caso se evaluará la factibilidad de las mejoras en la planta de producción implementando la compra de cajas agrícolas que se utilizará de contenedores durante el transporte de jaulas para los despachos en los diferentes puntos de la ciudad de Guatemala.

Tabla XIV. **Costos iniciales de implementación**

Costos iniciales			
Artículo	Cantidad	Valor	Total
Cajas agrícolas	360	Q27,50	Q9 900,00
Reparación de jaulas	10	Q500,00	Q5 000,00
Pesa analítica	1	Q800,00	Q800,00
Total de costos iniciales			Q15 700,00

Fuente: elaboración propia.

Se tendrá un costo inicial de inversión de Q 15 700,00, con el cual el proyecto puede iniciarse y se espera cubrir esta inversión y obteniendo rentabilidad en términos no mayor de un año.

4.4. Medición y evaluación de las mejoras

Al momento de implementar nuevos métodos, registros e inducciones, es necesario evaluar constantemente dichos cambios, para garantizar que las actividades se están cumpliendo completamente y se logre alcanzar el objetivo.

4.4.1. Encuesta al personal

La importancia de una encuesta laboral es que se tiene un mejor panorama de las actividades, procesos, y maquinaria. Con ello se pueden tomar acciones correctivas y mejorar continuamente los procesos.

De igual manera, una encuesta de clima laboral es el canal de opinión de los trabajadores, con el cual, sus opiniones serán conocidas y tenidas en cuenta por los responsables de las áreas. Con ello se busca lograr una mejora continua en las diferentes áreas de la organización y a través de la línea de jerarquía.

Las ventajas que se tiene en realizar una encuesta laboral son las siguientes:

- Se tiene información honesta e imparcial
- Reduce la rotación del personal
- Personal más comprometido y productivo
- Proporciona anonimato

Una encuesta no debe ser compleja, debe ser lo más simple que se pueda, con el objetivo de lograr llegar al punto en cuestión.

4.4.2. Indicadores de producción

Son todos los indicadores que muestran un panorama amplio de cómo se está comportando la producción y en base a ellos, poder tomar acciones de mejora en caso sea necesario.

4.4.2.1. Porcentaje de merma

El porcentaje de desperdicio; se espera reducir de 9 libras a 1 libras, o sea el 66 % que actualmente se produce a diario.

Tabla XV. **Comparación de métodos (actual frente al nuevo)**

Sin el método nuevo			
Libras diarias	Días de trabajo	Total de desperdicio a la semana	Total de desperdicio al mes
9	6	54	216
Con el método nuevo			
Libras diarias	Días de trabajo	Total de desperdicio a la semana	Total de desperdicio al mes
1	6	6	24
Diferencia en libras de merma durante la producción			192

Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Comparación de métodos (actual frente al nuevo)**



Fuente: elaboración propia.

4.4.2.2. Costos de desperdicio con el nuevo método

A continuación se presenta un cuadro comparativo con el cual se espera que el nuevo método obtenga una reducción de 9 a 1 libra diaria de desperdicio. El desperdicio nunca podría llegar a ser cero ya que para las primeras rodadas al momento de colocar la bobina en la máquina envasadora y calibrar, siempre se producirá una pequeña parte de desperdicio.

Tabla XVI. Costo de desperdicios (actual frente al nuevo)

Sin el método nuevo					
libras diarias	días de trabajo	Total de desperdicio a la semana	Total de desperdicio al mes	Costo por kilo bobina	Costo de desperdicio
9	6	54	216	13	Q2 808,00
Con el método nuevo					
libras diarias	días de trabajo	Total de desperdicio a la semana	Total de desperdicio al mes	Costo por kilo bobina	Costo de desperdicio
1	6	6	24	13	Q312,00

Fuente: elaboración propia.

La reducción que se tiene del costo de desperdicio, únicamente de bobinas de polietileno es de Q 2 496,00.

4.4.2.3. Análisis beneficio/costo

El análisis beneficio costo es uno de los métodos para evaluar la factibilidad de un proyecto que se quiere llevar a cabo. El cálculo consiste en el valor presente de los ingresos dividido dentro del valor presente de los costos.

Para ello se necesita aplicar fórmulas de ingeniería económica y como el proyecto se espera que recupere lo invertido durante 6 meses se tiene que elaborar un flujo de efectivo.

En este método se pueden obtener los siguientes resultados que servirán para evaluar y decidir si se acepta el proyecto o no.

$$\frac{B}{C} = \frac{VPN_{Ingresos}}{VPN_{egresos}}$$

Entonces, si la relación beneficio costo es:

- $\frac{B}{C} > 1$ *El proyecto es rentable*
- $\frac{B}{C} = 1$ *El proyecto es aceptable*
- $\frac{B}{C} < 1$ *El proyecto es rechazado*

Para determinar el valor presente neto de los ingresos y egresos es necesaria la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR), es un porcentaje que por lo regular la persona que invierte en un proyecto espera. La tasa de descuento es la de interés con la cual se evaluará el proyecto donde:

$$TMAR = i + f + (i * f)$$

Donde:

I= tasa de inflación en Guatemala es de 4,74 %

F= prima de riesgo

El proyecto será financiado por completo por la empresa, por lo cual desea obtener un 20 % sobre su inversión mínima. Por ello, se calcula la TMAR de la siguiente manera:

$$TMAR = 4,43 \% + 20 \% + 4,74 \% * 20 \% = 25,37 \%$$

Tabla XVII. **Ingresos anuales de la empresa**

Mes proyectado	Total pronosticado (unidades)	Precio de venta	Venta
Mayo	54 446	Q0,50	Q27 223
Junio	50 232	Q0,50	Q25 116
Julio	55 689	Q0,50	Q27 844
Agosto	46 788	Q0,50	Q23 394
Septiembre	43 755	Q0,50	Q21 877
Octubre	45 860	Q0,50	Q22 930
Noviembre	40 336	Q0,50	Q20 168
Diciembre	38 672	Q0,50	Q19 336
Promedio de ventas			Q23 486

Fuente: elaboración propia.

$$Ventas\ anuales = Q23,486 * 12\ meses = Q\ 281,833$$

Tabla XVIII. **Costos anuales de la empresa**

Costos mensuales			
Artículo	Cantidad	Valor	Total
Capacitaciones	2	Q125,00	Q250
Costo de mano de obra por hora (operador)	8	Q20,00	Q38 400
Costo de mano de obra por hora (mezclador)	2	Q20,00	Q9 600
Costo de mano de obra por hora (supervisor)	2	Q25,00	Q12 000
Costo de bobina libra	40	Q13,00	Q520
Consumo energético	30	Q40,91	Q1 227
Costo de mezcla bach	1	Q300,00	Q300
Costo de producción	45 682	Q0,30	Q13 705
Costo de repuestos	1	Q3 000 00	Q3 000
Total de costos			Q79 002

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Costos anuales} = Q79\ 001,95 * 12 \text{ meses} = Q\ 948,023$$

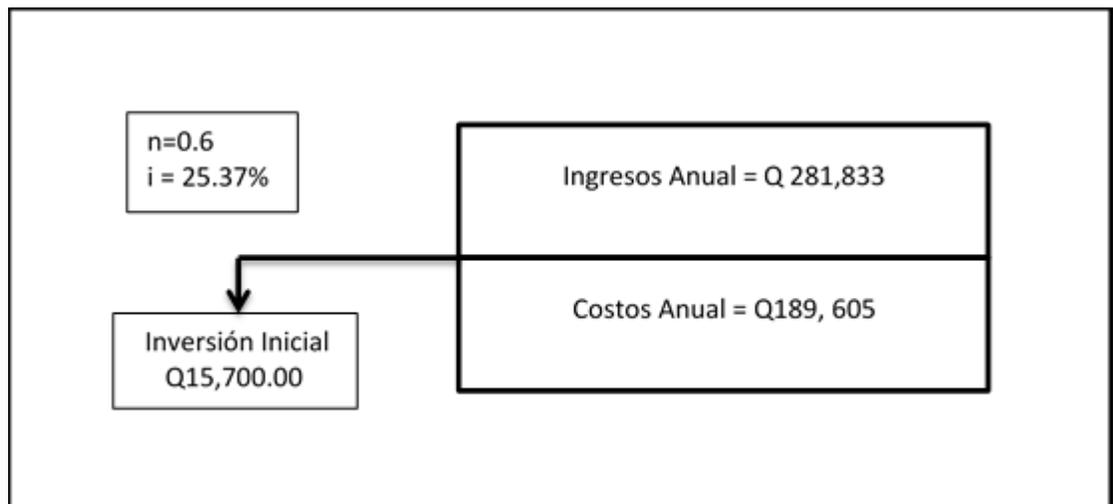
Tomando en consideración que únicamente se está trabajando con las bolsas de agua pura como producto piloto para el nuevo método, el costo total anual se utilizará únicamente el 20 % que representa la producción de agua pura en la empresa. Por lo tanto se tiene lo siguiente:

$$\text{Costos anuales} = Q\ 948\ 023,39 * 20 \% = Q\ 189\ 605$$

Por lo tanto el costo asignado al producto de envasado de agua pura es de Q189 604,68.

La tasa de descuento que se utilizará en los cálculos del análisis beneficio costo es de 23,37 % anual. El diagrama de flujo de efectivo se muestra a continuación.

Figura 41. **Valor presente anual**



Fuente: elaboración propia.

Como se tiene el diagrama de flujo, se procede a calcular los valores presentes netos de los costos y de los ingresos, para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$VP(A) = \frac{A}{i} * \left(1 - \frac{1}{(1 + i)^n}\right)$$

Valor presente neto de ingresos

$$VP(Ingresos) = \frac{Q\ 281\ 833}{0,2537} * \left(1 - \frac{1}{(1 + 0,2537)^1}\right) = Q\ 174\ 549,73$$

Valor presente neto de los egresos

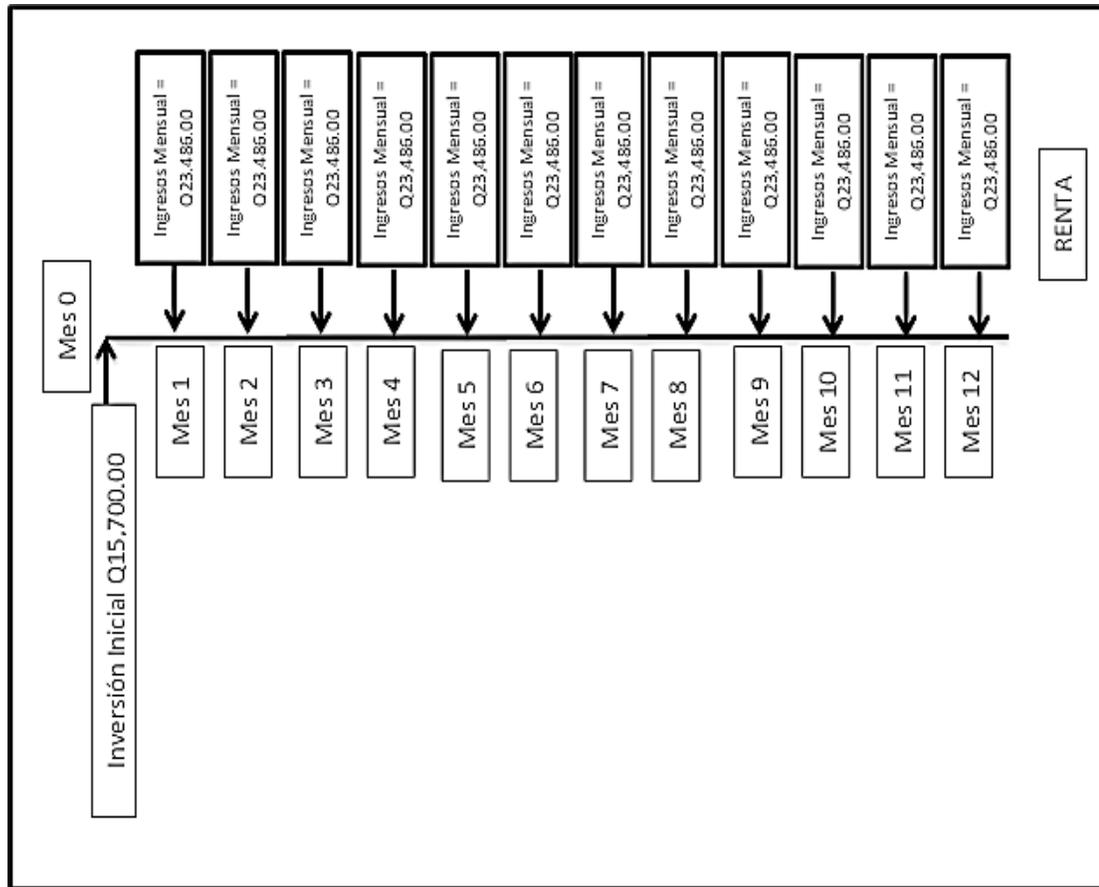
$$\begin{aligned} VP(Egresos) &= \frac{Q189\ 605}{0,2537} * \left(1 - \frac{1}{(1 + 0,2537)^1}\right) \\ &= Q\ 151,236.34 + inversion\ inicial \\ VP(Egresos) &= Q\ 151\ 236,34 + Q\ 15\ 700 = Q\ 166\ 936,34 \end{aligned}$$

Una vez obtenidos los valores presentes netos de los costos y los ingresos, se calcula la relación de beneficio costo, la cual se muestra a continuación:

$$\frac{B}{C} = \frac{VPN_{Ingresos}}{VPN_{costos}} = \frac{Q\ 174\ 549,73}{Q\ 166\ 936,34} = 1,04$$

Con base a los resultados obtenidos con los cálculos anteriores se puede concluir que el valor de 1,04 representa que el proyecto debe aceptarse, ya que por cada quetzal invertido por la impreza obtendrá una utilidad de 40 centavos.

Figura 42. Flujo de efectivo del proyecto



Fuente: elaboración propia.

4.4.2.4. Productividad

Es importante conocer la producción mensual de bolsa de agua pura con el método antiguo para tener una base y ver la relación que existe entre la cantidad de productos obtenida y los recursos utilizados para obtener dicha producción, con esta información se podrá realizar una comparación entre el método de producción actual y el método nuevo.

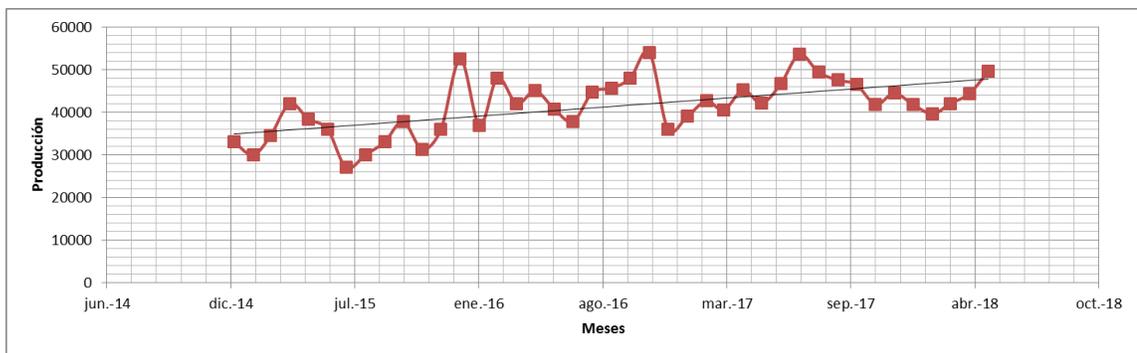
Tabla XIX. Producción mensual de bolsas de agua pura

Producción mensual de bolsa de agua pura											
2015			2016			2017			2018		
	Producción mensual		Producción mensual		Producción mensual		Producción mensual		Producción mensual		Producción mensual
ene-15	33000	ene-16	52500	ene-17	39000	ene-18	41700				
feb-15	30000	feb-16	36900	feb-17	42630	feb-18	39600				
mar-15	34500	mar-16	48000	mar-17	40500	mar-18	42000				
abr-15	54000	abr-16	42000	abr-17	45180	abr-18	44340				
may-15	45000	may-16	45000	may-17	42090	may-18	x				
jun-15	36000	jun-16	40680	jun-17	46650	jun-18	x				
jul-15	27000	jul-16	37800	jul-17	53580	jul-18	x				
ago-15	30000	ago-16	44610	ago-17	49350	ago-18	x				
sep-15	33000	sep-16	45600	sep-17	47520	sep-18	x				
oct-15	37800	oct-16	47970	oct-17	46440	oct-18	x				
nov-15	31200	nov-16	54000	nov-17	41820	nov-18	x				
dic-15	36000	dic-16	36000	dic-17	44460	dic-18	x				

Fuente: elaboración propia.

Una vez tabuladas las producciones mensuales desde 2015 hasta abril de 2018, se procede a realizar una gráfica con los valores. De esta manera se podrá entender el comportamiento de la curva y se puede determinar a qué tipo de familia pertenece. A continuación, se muestra la gráfica de producción mensual.

Figura 43. Ventas anuales



Fuente: elaboración propia.

En dicha gráfica se pueden observar los valores de esta curva, que por su forma, pertenecen a las familias cíclicas ascendente. Por lo consiguiente, se realizan cálculos correspondientes a dicha familia.

- Cálculos preliminares

Se tabulan los datos agrupándolos en periodos. Los gastos fueron agrupados en periodos de diez meses. Después se calculan los índices estacionales para los cuarenta datos.

Para el cálculo de estos índices se utiliza la siguiente expresión:

$$i(n) = \frac{Xhor_{(n)}}{Xvert_{(n)}}$$

Donde:

$Xhor_{(n)}$ = promedio de producciones al mes horizontal

$Xvert_{(n)}$ = promedio de producciones al mes vertical

Los resultados se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Tabla XX. **Pronóstico de ventas**

	Periodo1	Periodo2	Periodo3	Periodo4	Xhor(40)	i(40)
Periodo2015	33000	31200	45600	53580	40845	0.99209385
	30000	36000	47970	49350	40830	0.99172952
Periodo2016	34500	52500	54000	47520	47130	1.1447517
	42000	36900	36000	46440	40335	0.97970634
Periodo2017	38400	48000	39000	41820	41805	1.01541152
	36000	42000	42630	44460	41272.5	1.0024775
Periodo2018	27000	45000	40500	41700	38550	0.93635006
	30000	40680	45180	39600	38865	0.94400117
	33000	37800	42090	42000	38722.5	0.94053995
	37800	44610	46650	44340	43350	1.05293839
		Xver(40)	41170.5			

Fuente: elaboración propia.

Por último, se calcula el pronóstico de riesgo para el siguiente periodo. El cálculo se realiza por el producto del índice estacional y el último periodo completo de producción, en este caso el periodo cuatro.

Cabe mencionar que se calcularon las producciones de mayo hasta diciembre con el fin de comparar las producciones del método antiguo con el nuevo mediante un análisis de B/C.

Pronóstico de producciones de mayo a diciembre.

Tabla XXI. **Resultados del pronóstico**

Mes proyectado	i(40)	Periodo4	Pronostico
Mayo	0,992093854	53 580	53 156
Junio	0,991729515	49 350	48 941
Julio	1,144751703	47520	54 398
Agosto	0,979706343	46 440	45 497
Septiembre	1,01541152	41 820	42 464
Octubre	1,002477502	44 460	44 570
Noviembre	0,936350056	41 700	39 045
Diciembre	0,944001166	39 600	37 382
Promedio de producción mensual			45 682

Fuente: elaboración propia.

La cantidad de bolsas recuperadas al momento de utilizar el nuevo método se muestra en la siguiente tabla.

Tabla XXII. **Recuperación de bolsas con nuevo proceso**

Desperdicio con el método actual (Lb)	Desperdicio con el método nuevo (Lb)	Diferencia de libras entre métodos	Peso de una bolsa para producción (Lb)	Cantidad de bolsas recuperadas (unidades)
9	1	8	0,006200942	1 290

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, se puede observar que se recuperarían un total de 1 290 bolsas las cuales puede ser utilizada en el proceso, llenadas y luego vendidas sin ningún inconveniente.

La producción mensual de bolsas de agua pura utilizando el método nuevo se muestra en la siguiente tabla.

Tabla XXIII. Pronóstico de ventas con el método nuevo

Mes proyectado	i(40)	Periodo4	Pronostico	Desperdicio	Total Pronosticado
Mayo	0.992093854	53580	53156	1290	54446
Junio	0.991729515	49350	48942	1290	50232
Julio	1.144751703	47520	54399	1290	55689
Agosto	0.979706343	46440	45498	1290	46788
Septiembre	1.01541152	41820	42465	1290	43755
Octubre	1.002477502	44460	44570	1290	45860
Noviembre	0.936350056	41700	39046	1290	40336
Diciembre	0.944001166	39600	37382	1290	38672

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior se está tomando en cuenta el desperdicio ya que con el método nuevo aplicado se pretende reducir esto en lo más mínimo posible, por tanto, este desperdicio se convertirá en bolsas en buen estado para utilizarlas en los procesos.

CONCLUSIONES

1. En cuanto al proceso de envasado y embalaje se pudo determinar que la secuencia lógica es la adecuada para el proceso, pero debido a la manipulación burda del producto y al sobrepeso, el producto sufre daño y se revienta.
2. Actualmente, la empresa en sí no posee un programa de control de mantenimiento de la maquinaria de envasado, por lo que cuando fallan estas, interviene el personal de planta para reparar dicho desperfecto. Con ello, se incurre en paros de la línea de producción y se afecta a la producción en el día.
3. El proceso actual la manipulación del embalaje secundario es de manera burda, y en el embalaje final se tiene una sobrecarga de peso en los productos, el cual conlleva a la producción de mermas. Por lo que se determinó que no es correcta dicha manipulación por parte de los trabajadores.
4. El calibre que poseen las bobinas de polietileno es un factor que influye al momento del llenado de bolsas, esto debido a que entre mayor densidad de polietileno, mayor temperatura necesitará para su sellado. Caso contrario, si su densidad es menor y la temperatura es alta, no se logrará el sellado, sino que se quemará, incrementando la velocidad y reduciendo el tiempo de contacto puede ser factible.

5. Durante el periodo de visitas realizadas en la planta ARJUSA, S.A. se pudieron observar diferentes actividades que podrían ser factores negativos durante los procesos productivos. Los puntos críticos son: secuencia de operaciones, materia prima, envasado, manipulación, mantenimiento periódico, empaque, jaulas y embalaje.

6. Con la utilización de los controles de producción y estandarización del plan de trabajo, se minimizará el impacto producido de mermas durante la producción en un 66 % diario, dejando un pequeño margen del 44 %, el cual se puede vender como desperdicio y generar una rentabilidad o ganancia en venta de desperdicios.

RECOMENDACIONES

1. Los desperdicios que son inevitables durante el proceso pueden ser vendidos a un proveedor que recicle y con ello generar una pequeña ganancia económica.
2. Realizar capacitaciones constantes al personal, por lo menos una vez al mes, tomando como temas principales la manipulación correcta del producto, controles, llenado correcto de registros y BPM. El supervisor de planta puede ser el encargado de impartirlas.
3. Prestar atención al estado de jaulas metálicas, debido que algunas muestran deterioro por su uso, por lo que se recomienda repararlas, pintarlas y enderezarlas.
4. Llenar los formatos de control del estado de jaulas, boletas preoperatorias, temperaturas y recepción de materias primas de manera correcta y diariamente. Posteriormente, almacenar los registros y crear una data de temperaturas óptimas para establecer los límites críticos en el llenado.
5. Toda materia prima ingresada, entiéndase bobinas de polietileno, debe pasar la prueba de densidad, utilizando la balanza para determinar la relación de masa y área, de forma empírica. Ya que esto se ve afectado en la temperatura por utilizar en el sellado.

6. Utilizar el equipo de protección personal, para garantizar la seguridad de los trabajadores y la inocuidad de los productos dentro de la planta y llevar los controles sanitarios requeridos.

7. Aplicar los controles de proceso a las demás líneas de productos alimenticios, esto con el fin de obtener una línea esbelta, es decir, un flujo correcto, sin demoras y mermas.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR, Ernesto y ALVARADO, Alonso. *Propuesta metodológica para la reducción de desperdicios en la empresa “Us Technologies”*. México, DF: Trabajo de graduación de Maestría en Ingeniería Industrial, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas. 2011. 55 p.
2. ALMENGOR, José Luis Cardona. *Implementación de un control de desperdicios de materiales de empaque, para fábrica de productos alimenticios René y Cía, S.C.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 116 p.
3. CABRERA, Manuel de Jesús Vendrell. *Optimización del uso y manejo de bolsas plásticas de polietileno de empaque y desperdicio, en una fábrica de botanas de fritura de maíz.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006, 141 p.
4. ESCOBAR, Byron y MANSILLA, Ottoniel. *Control de calidad en la elaboración de productos de polietileno, regido por las Normas Iso 9001:2000.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2004. 211 p.

5. EVANS R. James y WILLIAM, Lindsay. *Administración y control de la calidad*. 4ª ed., México: Editorial International Thomson Editores, 2000. 215 p.
6. GREENE, James H. *Control de la producción: sistemas y decisiones*. Colombia: Diana. 1968. 204 p.
7. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. 2ª ed. México: McGraw-Hill, 2007. 421 p.
8. MEYERS, Fred J. *Estudio de tiempos y movimientos*. 2a ed. México: Pearson Educación. 1998. 348 p.
9. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12a ed. México: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A, 2009. 28p.
10. REYES, Romeo y REGALADO, Humberto. *Análisis, estudio y optimización de las líneas de empaque en área de líquidos y sólidos de Lancasco S.A*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010. 218 p.

APÉNDICE

Apéndice 1. Resultados de encuesta

Resultados de encuesta			
¿En dónde cree usted que se genera más desperdicios?			
	Envasado	7	
	Empaque	3	
	Embalaje	1	
	Otro	0	
¿Ha recibido alguna capacitación de manejo de materiales?			
	Sí	4	
	No	7	
¿Ha recibido capacitación para el uso de la maquinaria de envasado?			
	Sí	7	
	No	4	
¿Ha recibido capacitación para la manipulación de productos?			
	Sí	9	
	No	2	
¿Ha recibido capacitación de buenas prácticas de manufactura?			
	Sí	8	
	No	3	
¿Con que frecuencia se le da mantenimiento a las maquinas por semana?			
	1-3 veces	8	
	4-6 veces	0	
	7 veces	3	
¿Con que frecuencia recibe capacitaciones e inducciones?			
	Frecuentemente	1	
	Regularmente	9	
	Escasamente	1	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Modelo de encuesta**

¿Ha recibido capacitación para el uso de la maquinaria de envasado?

- Sí
- No

¿Ha recibido capacitación para la manipulación de productos?

- Sí
- No

¿Ha recibido capacitación de buenas prácticas de manufactura?

- Sí
- No

¿Con qué frecuencia se le da mantenimiento a las maquinas por semana?

- 1-3 veces
- 4-6 veces
- 7 veces

¿Con qué frecuencia recibe capacitaciones e inducciones?

- Frecuentemente
- Regularmente
- Escasamente

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Productos producidos



Fuente: empresa ARJU S,A.

Anexo 2. Productos



Fuente: empresa ARJU S,A.