



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

**PROPUESTA PARA CAMBIO DE MÉTODO DE EMPAQUE EN MÁQUINAS  
DE SNACKS EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

**Natalia Jenoveva España Serrano**

Asesorado por la Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Guatemala, septiembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA CAMBIO DE MÉTODO DE EMPAQUE EN MÁQUINAS DE  
SNACKS EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**NATALIA JENOVEVA ESPAÑA SERRANO**

ASESORADO POR LA INGA. AURELIA ANABELA CORDOVA ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2021

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. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado de León
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **PROPUESTA PARA CAMBIO DE MÉTODO DE EMPAQUE EN MÁQUINAS DE SNACKS EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 5 de agosto de 2015.

**Natalia Jenoveva España Serrano**

Guatemala, septiembre del 2017

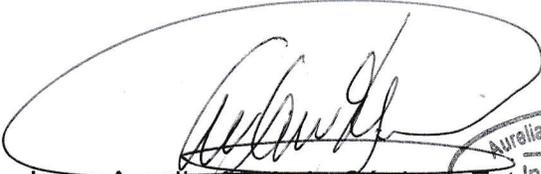
Ingeniero  
José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería, Usac

Ingeniero Gómez Rivera

Por medio de la presente hago de su conocimiento que como Asesor de la estudiante Universitaria, Natalia Jenoveva España Serrano, con número de carné: 201114287, he tenido a la vista el trabajo de graduación **“PROPUESTA PARA CAMBIO DE MÉTODO DE EMPAQUE EN MÁQUINAS DE SNAKS EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS”** el cual encuentro satisfactorio.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirle.

  
Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada  
Catedrática, Escuela de Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería, USAC  
Número de Colegiado: 7141





REF.REV.EMI.098.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA PARA CAMBIO DE MÉTODO DE EMPAQUE EN MÁQUINAS DE SNAKS EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**, presentado por la estudiante universitaria **Natalia Jenoveva España Serrano**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Eobar  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2018.

/mgp



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

REF.DIR.EMI.095.021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA PARA CAMBIO DE MÉTODO DE EMPAQUE EN MÁQUINAS DE SNACKS EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**, presentado por la estudiante universitaria **Natalia Jenoveva España Serrano**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Motivo: Ingeniero Industrial  
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial, USAC  
Colegiado 4,272

**Ing. César Ernesto Urquizú Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

Guatemala, septiembre de 2021.

/mgp



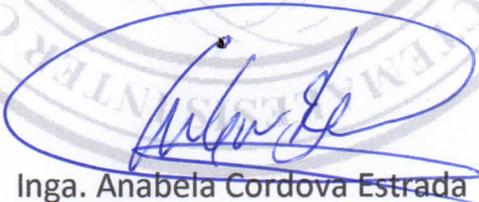
**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**Decanato**  
**Facultad de Ingeniería**  
**24189101 - 24189102**  
**secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt**

DTG. 454.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA PARA CAMBIO DE MÉTODO DE EMPAQUE EN MÁQUINAS DE SNACKS EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**, presentado por la estudiante universitaria: **Natalia Jenoveva España Serrano**, 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 2021

AACE/asga

## **ACTO QUE DEDICO A**

<b>Dios</b>	Por guiar mis pasos y darme la sabiduría en cada una de mis decisiones.
<b>Virgen María</b>	Por cuidarme en cada paso que doy y ayudarme en las decisiones de mi vida.
<b>Mis padres</b>	Jenoveva Serrano y Victor España, por su apoyo incondicional, por darme la mejor herencia que una hija puede recibir, siendo la educación, gracias por todos sus consejos y regaños, gracias a ellos estoy aquí.
<b>Mi abuelita</b>	Natalia Verbena gracias por ser una madre para mí, por tu cariño, consejos y sabiduría, gracias a ello estoy aquí.
<b>Mis hermanos</b>	Gabriela y Victor España, por mostrarme siempre frases de ánimo y lucha en el transcurso de mi carrera y en la vida.
<b>Mi tío</b>	Eduardo Serrano por ser como un segundo padre para mí, gracias por apoyarme en cada una de las decisiones y por tus consejos.
<b>Sobrino</b>	Sebastián España por ser una bendición en mi vida y mostrarme un cariño sincero.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA .....	1
1.1. Inicios de la empresa.....	1
1.2. Información general.....	1
1.3. Organización .....	2
1.3.1. Organigrama.....	3
1.3.2. Puestos y funciones.....	4
1.4. Línea de productos.....	11
1.5. Empaque .....	12
1.6. Calidad .....	16
1.7. Máquinas industriales.....	19
1.8. Mantenimiento .....	21
2. SITUACIÓN ACTUAL.....	25
2.1. Departamento de calidad.....	25
2.1.1. Proceso de <i>snack</i> .....	27
2.1.2. Proceso de llenado de <i>snack</i> .....	29
2.1.3. Diagrama toma de decisiones .....	30

2.1.4.	Interpretación del RTCA cantidad de productos pre empacados.....	32
2.2.	Análisis FODA de la empresa .....	34
2.3.	Muestreo de producto terminado .....	36
2.4.	Maquinaria volumétrica .....	37
2.4.1.	Funcionamiento .....	37
2.4.2.	Capacidad de trabajo y tiempo operativo .....	38
2.4.3.	Especificaciones de maquinaria .....	44
2.4.4.	Volumen de llenado teórico .....	46
2.4.5.	Volumen de llenado real.....	47
2.5.	Costos operativos de maquinaria volumétrica.....	48
2.5.1.	Costos fijos.....	48
2.5.2.	Costos variables.....	49
2.5.3.	Costos totales.....	51
2.6.	Mantenimiento de maquinaria .....	51
2.6.1.	Preventivo .....	52
2.6.1.1.	Procedimiento .....	52
2.6.2.	Mantenimiento realizado por operarios .....	53
2.6.2.1.	Procedimiento .....	54
2.7.	Capacitación de operarios.....	55
3.	PROPUESTA PARA EL CAMBIO DEL MÉTODO DE EMPAQUE ..	59
3.1.	Análisis de maquinaria gravimétrica.....	59
3.1.1.	Funcionamiento.....	60
3.1.2.	Capacidad de producir .....	61
3.1.3.	Especificaciones de maquinaria .....	61
3.1.4.	Procedimiento .....	62
3.1.5.	Ventajas .....	63
3.1.6.	Desventajas.....	64

3.1.7.	Costos para instalación .....	64
3.1.7.1.	Montaje de instalación .....	64
3.1.7.2.	Materiales de instalación .....	66
3.1.7.3.	Transporte de maquinaria.....	66
3.2.	Determinación del tipo de mantenimiento a aplicar a maquinaria.....	67
3.2.1.	Manteamiento productivo total.....	67
3.2.1.1.	Ventajas.....	71
3.2.1.2.	Desventajas .....	72
3.2.1.3.	Metodología para la implementación.....	72
3.2.1.4.	Capacitación a operarios .....	73
3.2.1.5.	Costos de implementación.....	74
3.3.	Análisis de costos .....	74
3.3.1.	Análisis de costos maquinaria gravimétrica .....	75
3.3.1.1.	Evaluación financiera.....	75
3.3.1.1.1.	Valor actual neto VAN .....	83
3.3.1.1.2.	Tasa de interés retornable TIR.....	85
3.3.1.1.3.	Relación costo/beneficio RCB .....	85
3.3.2.	Análisis de costos para mantenimiento a maquinaria actual .....	86
3.3.2.1.	Tiempo operativo .....	87
3.3.2.2.	Tiempo total de trabajo de maquinaria.....	88
3.3.2.3.	Capacidad.....	88

4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	91
4.1.	Implementación de maquinaria gravimétrica.....	92
4.1.1.	Instalación .....	92
4.1.1.1.	Distribución.....	93
4.1.1.2.	Balance de líneas.....	97
4.1.1.2.1.	Número de operarios asignados.....	100
4.1.1.2.2.	Cantidad de trabajo proyectado .....	101
4.1.2.	Capacitación a operarios de empaque.....	101
4.1.2.1.	Frecuencia de capacitación.....	104
4.1.3.	Mantenimiento preventivo .....	105
4.1.4.	Mantenimiento correctivo .....	109
4.1.5.	Mantenimiento proactivo .....	113
4.2.	Mantenimiento productivo total a maquinaria volumétrica.....	115
4.2.1.	Verificación funcionamiento actual .....	119
4.2.2.	Implementación mantenimiento productivo total .....	121
4.2.2.1.	Formación de equipos de mejora	128
4.2.2.2.	Capacitación a personal .....	130
4.2.2.2.1.	Frecuencia de capacitación .....	133
4.2.2.3.	Creación de objetivos del mantenimiento.....	134
4.2.2.3.1.	Actividades a realizar .....	135
4.2.2.3.2.	Actividades diarias	136

	4.2.2.3.3. Actividades semanales .....	141
4.3.	Implementación en la mejora de mantenimiento en el manejo de vasos de maquinaria volumétrica .....	143
4.3.1.	Stock de vasos para bolsas de 26 gramos .....	144
4.3.2.	Diferenciación de tipo de vasos de 26 gramos.....	147
5.	SEGUIMIENTO .....	151
5.1.	Mantenimiento de maquinaria gravimétrica .....	151
5.1.1.	Mantenimiento preventivo .....	152
5.1.2.	Capacitación .....	153
5.2.	Seguimiento de mantenimiento de maquinaria volumétrica .....	155
5.2.1.	Verificación de procedimientos .....	156
5.2.2.	Capacitación a operarios de maquinaria .....	156
5.2.3.	Control de hojas de mantenimiento .....	157
5.3.	Auditorías.....	158
5.3.1.	Auditoría de desempeño .....	158
5.3.2.	Auditorías externas.....	158
5.3.3.	Auditorías internas.....	159
	CONCLUSIONES .....	161
	RECOMENDACIONES .....	163
	BIBLIOGRAFÍA.....	165
	ANEXOS .....	167

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama .....	3
2.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso .....	28
3.	Flujograma toma de decisiones respecto a pesos .....	31
4.	Planes de muestre para preempacados.....	33
5.	Deficiencia tolerable .....	34
6.	Gráfico control de medias .....	36
7.	Maquinaria volumétrica .....	38
8.	Funcionamiento.....	60
9.	Medidas contenedor.....	67
10.	Inspección TPM .....	69
11.	Informe inspección TPM.....	70
12.	Croquis de planta .....	96
13.	Ejemplo de diagrama de precedencias .....	98
14.	Trifoliar de capacitación .....	103
15.	Orden de trabajo .....	107
16.	Calendario mantenimiento preventivo .....	108
17.	Mantenimiento correctivo .....	111
18.	Verificación de funcionamiento .....	120
19.	Interrelación hombre-mantenimiento.....	122
20.	Ciclo Deming.....	128
21.	Equipo de trabajo .....	129
22.	Inspección diaria .....	139

23.	Actividades semanales .....	142
24.	Base de alimentación.....	143
25.	Check list control de vasos .....	146
26.	Etiqueta de colores .....	149
27.	Seguimiento de capacitaciones .....	155
28.	Control de hojas.....	157
29.	Auditoria de desempeño .....	159

## TABLAS

I.	Línea de productos .....	11
II.	Resumen diagrama de flujo de operaciones.....	29
III.	Matriz FODA .....	35
IV.	Descripción de tiempos.....	40
V.	Capacidad de producción .....	43
VI.	Datos de maquinaria.....	44
VII.	Especificaciones de maquinaria.....	45
VIII.	Volumen teórico .....	46
IX.	Volumen real.....	47
X.	Cronograma de capacitación actual.....	57
XI.	Capacidad.....	61
XII.	Montaje de instalación .....	65
XIII.	Costos de implementación.....	74
XIV.	Costos maquinaria .....	76
XV.	Costos transporte.....	77
XVI.	Costos servicio técnico .....	77
XVII.	Costos por paro de producción .....	77
XVIII.	Inversión total .....	78

XIX.	Ventas netas año 2015 .....	79
XX.	Previsiones para las ventas netas.....	80
XXI.	Egresos año 2015 .....	81
XXII.	Previsión para egresos.....	82
XXIII.	Flujo de efectivo .....	84
XXIV.	Comparación propuesta mantenimiento.....	89
XXV.	Ejemplo de tabla de diagrama de precedencias .....	98
XXVI.	Proyección de trabajo.....	102
XXVII.	Etapas mantenimiento autónomo.....	117
XXVIII.	Calendarización .....	134
XXIX.	Actividades.....	136
XXX.	Punteos .....	140
XXXI.	Ejemplo punteos .....	140
XXXII.	Descripción de colores .....	141
XXXIII.	Tipo de vasos.....	144
XXXIV.	Vasos en inventario.....	145
XXXV.	Colocación de colores.....	147



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Cmaq</b>	Capacidad de maquinaria
<b>Cprod</b>	Capacidad de producción por minuto
<b><math>\sigma_w</math></b>	Desviación estándar
<b>g</b>	Gramos
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>kW</b>	Kilowatt
<b>LCI</b>	Límite de control inferior
<b>LCS</b>	Límite de control superior
<b>m</b>	Metros
<b><math>\mu_w</math></b>	Media con subíndice
<b>min</b>	Minutos
<b>mL</b>	Mililitros
<b>mm</b>	Milímetros
<b>min</b>	Minutos
<b>“</b>	Pulgadas
<b>te</b>	Tiempo efectivo
<b>to</b>	Tiempo operativo
<b>tp</b>	Tiempo de preparación de trabajo
<b>tr</b>	Tiempo de revisiones y calibraciones
<b>tv</b>	Tiempo de trabajo en vacío
<b>ttt</b>	Tiempo total de trabajo de maquinaria



## GLOSARIO

<b>ASQ</b>	<i>American society for quality.</i>
<b>BPM</b>	Buenas prácticas de manufactura.
<b>Calidad</b>	Conjunto de características de un producto o servicio, que satisface en su totalidad las necesidades de un cliente.
<b>Empaque</b>	Envoltura diseñada para proteger un producto final en la manipulación, transporte y almacenaje del mismo.
<b>Fritura</b>	Conjunto de alimentos cocinados en a partir de grasas o aceites a altas temperaturas.
<b>HACCAP</b>	<i>Hazard analysis and critical control points.</i>
<b>Incoterms</b>	<i>International commercial terms.</i>
<b>ISO</b>	<i>International organization for standardization.</i>
<b>Muestreo</b>	Técnica utilizada para la selección de una muestra a partir de una población estadística.
<b>Multicabezal gravimétrico</b>	Máquina para tomar pesos por gravedad.

<b>POES</b>	Procedimientos operacionales estandarizados de saneamiento
<b>TIR</b>	Tasa interna de retorno, medida geométrica de los rendimientos futuros esperados de una inversión.
<b>TPM</b>	<i>Total productive maintenace</i>
<b>RCB</b>	Relación costo beneficio, indicador de conveniencia de una inversión según los ingresos que esta genere
<b>RTCA</b>	Reglamento técnico centroamericano
<b>RRHH</b>	Recursos humanos
<b><i>Snack</i></b>	Pequeña cantidad de alimento, como frutos secos, papas fritas o galletas, considerado como acompañamiento.
<b>VAN</b>	Valor actual neto, procedimiento para calcular el valor presente de una inversión.

## RESUMEN

En la industria alimenticia existen muchas causas que afectan directamente la productividad de una línea de producción, causando pérdidas significativas y disminuyendo los márgenes de ganancias. Una de las causas más comunes de dichas pérdidas son los paros no programados ocasionados por la falta de mantenimiento preventivo; así como el mantenimiento juega un rol importante en la eficiencia de la producción, la estandarización y control de calidad son básicos para evitar mermas y por lo tanto pérdidas.

En la empresa de alimentos que fue seleccionada para la realización de este trabajo de graduación, se lograron detectar grandes pérdidas provenientes de paros inesperados y de la utilización de un equipo de empaque de frituras de snack ineficiente, causando gastos más elevados de lo esperado, por lo que se decidió realizar un análisis utilizando herramientas de ingeniería tanto para el diagnóstico, como para la propuesta.

Mediante un diagrama flujo se determinó el proceso de elaboración y empaque de frituras, estableciendo el tiempo estándar de producción el cual fue utilizado para determinar la capacidad de la Máquina y la eficiencia de la línea y se procedió al cálculo del volumen de llenado de los vasos dosificadores de la maquinaria volumétrica, tanto teórico como real, determinando con la ayuda de un gráfico de medias el descontrol del proceso de llenado, al encontrarse muchas muestras fuera de los límites permisibles.

Por otro lado, las pérdidas no solamente se concentraban en el proceso de llenado, sino también en los múltiples paros no programados por fallas mecánicas

en la maquinaria, la cual no contaba con un mantenimiento establecido. Para solucionar las fuentes de pérdidas monetarias identificadas en el análisis anterior descrito se propusieron dos mejoras importantes que involucran tanto la eficiencia de la Máquina, como el mantenimiento preventivo requerido, las cuales se pueden apreciar en el siguiente trabajo de graduación.

# OBJETIVOS

## General

Proponer un cambio de método de empaque en máquinas de *snacks* en una industria de alimentos.

## Específicos

1. Conocer la situación actual del peso neto de frituras.
2. Conocer el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria.
3. Conocer la importancia de la normativa RTCA, en el producto de fritura de maíz de 26 g.
4. Realizar un análisis de costos de producción en maquinaria volumétrica.
5. Analizar la maquinaria gravimétrica, sus características y productividad.
6. Identificar los factores que afectan al proceso de llenado actual.
7. Realizar una comparación entre máquina volumétrica y gravitacional.



## INTRODUCCIÓN

En Guatemala actualmente existen muchas empresas las cuales están dedicadas a la elaboración de productos alimenticios, como son jugos, cereales, snacks dulces y snacks salados, entre otros, los cuales deben cumplir los requerimientos necesarios para satisfacer las expectativas del consumidor.

Además de satisfacer las necesidades del consumidor, también deben de seguir ciertos procedimientos los cuales certifican que el producto alimenticio es de buena calidad. En una industria donde se realice la elaboración de snacks se debe de tener muy en cuenta que el contenido de cada bolsa de producto sea el correcto, debe de cumplir con todas especificaciones requeridas y además debe de tener el peso exacto el cual se encuentra en el peso neto de cada bolsa.

El presente trabajo de graduación trata sobre un estudio para mejorar el control de pesos en bolsas de fritura de maíz de 26 g, en los cuales existe una variación en el peso neto real, por medio de un análisis de ingeniería que ayudara a conocer los mantenimientos, capacitaciones, métodos de mejora continua que son ideales para este proceso.

Para realizar dicho trabajo se realizará un análisis de las carencias y problemas que se tiene con la maquinaria de empaque actual, con ello llevar a cabo la propuesta de inversión de nueva maquinaria para mejorar la producción de dicho *snacks* o bien un mantenimiento enfocado al operario. El análisis se hará por medio de observar la situación actual del proceso identificando las oportunidades de mejora, habilidades, fortalezas, amenazas y debilidades por medio del análisis FODA.

Es importante tomar en cuenta la retroalimentación en las propuestas que se desarrollaran, por lo que el seguimiento que se dará a las opciones es de carácter obligatorio, un claro ejemplo sobre este paso son las capacitaciones periódicas con temas que enriquezcan al trabajador, hojas de seguimiento las cuales ayudaran a detectar oportunidades de mejora a una etapa futura.

Cada uno de los capítulos es desarrollado de la manera más comprensible y objetiva posible, para poder dar una solución óptima a problemas cotidianos en el área de producción enfocada en una empresa de alimentos que se dedique a la elaboración de *snacks*.

# **1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA**

## **1.1. Inicios de la empresa**

La empresa con la cual se trabajo es una empresa dedicada a la elaboración de productos alimenticios como frituras de maíz, bebidas nutricionales, aperitivos dulces, entre otros.

La organización fue fundada en 1980 con más de 30 años de experiencia fue formada por un grupo de familiares con el objetivo de distribuir alimentos de consumo humano que tuvieran proteínas, vitaminas, carbohidratos y minerales que ayudaran y complementaran el organismo de una persona. Años después la empresa logró adquirir presencia en el mercado con su gran variedad de productos los cuales fueron aceptados de una manera positiva por las personas, con su gran éxito aprovecharon para expandirse en diferentes puntos del país como distribuidoras, entre los cuales se encuentra el departamento de Guatemala en el municipio de San José Pinula y en el departamento de Alta Verapaz en el municipio de Cobán.

## **1.2. Información general**

La entidad cuenta con generalidades las cuales ayudan a conocer más sobre lo que son, sus responsabilidades y el objetivo al cual desean llegar, es de suma importancia conocer estas características ya que ayudan a saber las metas de la empresa.

- **Ubicación**

La empresa de producción está ubicada en el departamento de Guatemala, específicamente en el municipio de San José Pinula, además cuenta con una distribuidora ubicada en el departamento de Alta Verapaz, en el municipio de Cobán.

- **Misión**

Somos una empresa dedicada a la elaboración y distribución de alimentos de consumo humano con el objetivo de alimentar, mantener el bienestar y satisfacción, mediante innovación y mejora continua de cada uno de nuestros productos y servicios.

- **Visión**

Ser una de las mejores empresas dedicadas a la elaboración y distribución de productos alimenticios en Latinoamérica, siendo reconocida por sus valores, por su compromiso con las personas de una manera directa y su transparencia.

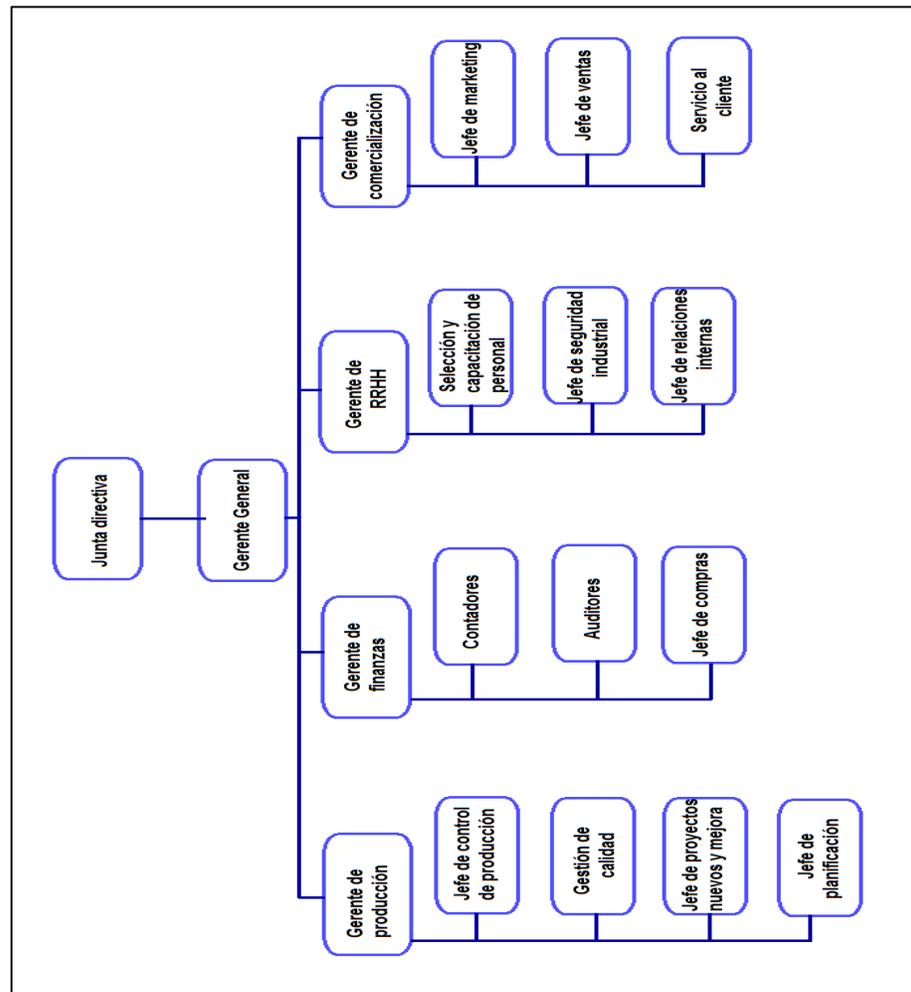
### **1.3. Organización**

La empresa está conformada por una organización la cual se basa en un principio funcional la cual ayuda a una mejor dirección de actividades o funciones, al igual que existen órganos de ejecución y de asesoría los cuales ayudan a mantener una mejor comunicación en cada uno de los diferentes departamentos que existen en la organización.

### 1.3.1. Organigrama

La estructura organizacional se encuentra detallada en la siguiente figura:

Figura 1. Organigrama



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

### **1.3.2. Puestos y funciones**

En el organigrama anterior se mostró los puestos de trabajo que se tiene en la empresa de alimentos actualmente, la descripción de cada uno de los puestos de trabajo es muy importante ya que con ella se conoce la función de cada empleado y la importancia que se debe de dar, se describe cada una de las funciones ya descritas en el organigrama:

- Junta directiva

La junta directiva es la encargada de tomar las decisiones de suma importancia para la mejoría de la organización, es importante mencionar que ellos son quienes autorizan los fondos para los diferentes departamentos de la empresa, tomando en cuenta la viabilidad y factibilidad del mismo.

- Gerente general

El gerente general en ocasiones es el dueño de la empresa o accionista de la misma, como bien lo dice la palabra administra de una manera general cada una de las estaciones y departamentos de la organización. El Gerente tiene la potestad de tomar decisiones sumamente importantes que en ocasiones la junta directiva no toma ya que es parte de sus funciones, además organiza las decisiones de contrataciones, inversiones, proyectos, despidos, entre otros, evaluando de una manera eficiente cada uno de los trabajos elaborados. Es importante mencionar que este puesto es bastante serio por lo que el enfoque en análisis que se tome debe ser lo más preciso y confiable ya que debe tenerse en cuenta todos los indicadores para contribuir a este proceso.

- Gerente de producción

El gerente de producción es el encargado y responsable de que el área de producción trabaje de una manera eficiente y cumpla con los objetivos y políticas establecidas por la alta gerencia, así mismo realiza la programación de lo establecido para cumplir con los clientes en tiempo de entrega, al igual da seguimiento a los índices de productividad para poder aumentarlos, realizando acciones correctivas o de mejora con cada uno de los encargados de las diferentes áreas dentro de la planta de producción.

- Jefe de control de producción

Es el encargado de cada uno de los trabajadores que se encuentran dentro del área de producción, controla que cada uno de los empleados realice su trabajo de una manera eficiente y que se ejecute de una manera correcta para no tener contratiempos, da seguimiento a los índices de productividad para que se mantengan estables y no bajen, más bien trata de aumentarlos y al mismo tiempo mantiene informado al gerente de producción de los sucesos y trabajos realizados en planta.

- Gestión de calidad

El departamento de gestión de calidad, es el encargado de hacer cumplir las normas impuestas por la organización a si mismo hacer cumplir las certificaciones y acreditaciones con las que se cuente, se hace mediante un sistema de gestión organizado y autosuficiente por medio del cual se gestiona toda la documentación incluyendo: formatos, manuales de calidad, registros, instructivos y procedimientos, todos los cuales estén con su código respectivo para ejecución de calidad.

- Jefe de productos nuevos y mejora

El jefe de productos nuevos y mejora es el encargado de ver el desarrollo de productos nuevos que se deseen introducir al mercado, entre sus funciones cuenta con el análisis del producto dependiendo si es alimenticio, farmacéutico, cosmético, intangible, entre otros, es muy importante mencionar que el desarrollo se hace continuamente para una mejora tanto de la empresa como del área en sí.

- Jefe de planificación

El jefe de planificación es el encargado de planificar, ejecutar y controlar el lanzamiento de un proyecto, debe de tomar las decisiones para poder realizar un proyecto el cual cumpla con las necesidades requeridas por las diferentes áreas de la empresa, tiene la facilidad y conocimiento de estudios de campo e índices financieros los cuales ayudaran a conocer la factibilidad de un proyecto, entre sus principales funciones debe de saber manejar un equipo el cual tiene que alcanzar los objetivos del proyecto tangible como intangible para el desarrollo de la empresa en su totalidad.

- Aseguramiento de calidad

Aseguramiento de calidad es el responsable de realizar los monitoreos necesarios para garantizar la calidad del producto, debe implementar indicadores en el área de laboratorios, ejecutar el cumplimiento de los estándares de calidad del cliente, así como mantener, mejorar o implementar planes como HACCAP y BPM'S para una mejor calidad en la elaboración de cada uno de los productos.

- Gerente de finanzas

El gerente de finanzas es la persona encargada de buscar opciones de inversión, administración monetaria, cuenta de ahorro, entre otras que favorezcan tanto a los empleados como a los accionistas de la empresa. Entre sus principales funciones es gestionar como bien lo dice la palabra financiar la empresa, viendo tanto sus activos como pasivo, realizando los estados financieros, cumpliendo con las normativas nacionales para no incurrir en ninguna demanda por este tipo de problemas, además tiene que el grupo de auditores realicen su trabajo con precisión y excelencia, contadores y velar y monitorear la disponibilidad de fondos, administración de capital, control financiero y planes de negocios con el objetivo de que la organización de baje sus indicadores de ingresos.

- Contadores

El departamento de contadores es el apoyo de la empresa para poder realizar los inventarios de la empresa, cierres de mes, entre otros. Los inventarios generales a manejar son de bodega, insumos para producción, maquinaria, activos de la empresa que se encuentren detallados dentro de los inventarios.

- Auditores

Tiene la función de asegurar que todas las declaraciones que se realicen en los estados financieros sean veraces y exactas, además uno de sus principales objetivos es mejorar la productividad de los procesos mediante acciones financieras que ayuden a su optimización y además evaluar que cada uno de los procesos financieros se realicen de la mejor manera.

- Jefe de compras

El jefe de compras es la persona de buscar, evaluar y seleccionar a los proveedores de insumos para la empresa, es importante realizar este proceso de manera correcta ya que los proveedores ayudaran a tener un producto de buena calidad y esto se logra realizando una constante evaluación y actualización de los mismos que cumplan con las necesidades.

- Gerente de RRHH

El gerente de RRHH es un puesto de suma importancia ya que administra la evaluación y selección de personal que laborara dentro de la organización, en este departamento se ve todo lo relacionado con capacitaciones, quejas internas, ambiente laboral, realiza programación de actividades extracurriculares.

- Selección y capacitación de personal

El departamento de selección y capacitación de personal es el área encargada de la selección de todo el personal de la empresa, debe de realizar los diferentes exámenes como son los psicométricos, aptitudes y los especiales para cada uno de los tipos de puestos a aplicar, además realiza las entrevistas necesarias, con las características y aptitudes que deba tener una persona para poder desempeñar un trabajo. También además de realizar la selección, programa y realiza las diferentes capacitaciones al personal de toda la empresa para tener un mejor desempeño y motivación en el trabajo.

- Jefe de seguridad industrial

El área de seguridad industrial es la encargada de analizar todo lo relacionado con la seguridad y salud ocupacional del trabajador y su ambiente, por medio de esta área se pueden analizar y mejorar las diferentes áreas y puestos de trabajo, mediante el estudio ergonómico e inspección de las áreas respecto a las diferentes normas internacionales y nacionales que existen para hacer cumplir y dar seguridad al trabajador durante la jornada laboral.

- Jefe de relaciones internacionales

El jefe de relaciones internacionales tiene la función de realizar, coordinar y gestionar las actividades que se tengan internacionalmente, además debe de realizar planes a corto, mediano y largo plazo con actividades con los diferentes países que se tiene algún tipo de convenio o se desea iniciar uno, también debe de mantener comunicación constante con cada uno de los países para que los lazos se fortalezcan con el objetivo de mejorar los ingresos que beneficien a ambas partes siempre de una manera eficiente.

- Gerente de comercialización

El gerente de comercialización es la persona encargada de realizar las estrategias para el área comercial esto con la finalidad de adquirir más clientes y generar mucho más ingresos a la empresa mediante las diferentes estrategias a nivel nacional como internacional, esto mediante la contribución para innovar en nuevos productos, analizando los diferentes mercados para así proponer proyectos que ayuden a un mejor desarrollo de la empresa, entre los cuales se encuentra los presupuestos de ventas, gastos, estrategias de posicionamiento y *branding* para un mejor posicionamiento de la organización.

- Jefe de marketing

El jefe de marketing es el encargado de realizar los diferentes estudios de mercado y hacer el análisis de las diferentes competencias y de ello poder realizar y generar las oportunidades de mejora para la organización, esto con el objeto de abarcar el mayor mercado posible y posicionarse como una empresa competitiva. Además abarca las necesidades de los clientes como el análisis de los productos por medio de las 4C y 4P.

- Jefe de ventas

Es el encargado de realizar el análisis y distribución de los diferentes productos que se fabrican en una empresa, además de persuadir al mercado para que compre el bien, debe de tener un equipo de ventas el cual ayude mediante técnicas y políticas vender el producto de una forma original y eficaz. El jefe de ventas debe de coordinar los envíos que se realicen a los diferentes puntos nacionales e internacionales, tiene las características de mandar los productos a adecuados y sin ningún defecto a su punto de distribución.

- Servicio al cliente

El departamento de servicio al cliente es el encargado de dar seguimiento a las quejas que son ingresadas a la empresa, además de ello también una de sus funciones es poder dar un servicio de calidad y resolver las dudas de los clientes sobre cualquier servicio que es hecho por la organización. Generalmente este departamento es de bastante ayuda para la solución de problemas y la adquisición de nuevos clientes.

#### 1.4. Línea de productos

La empresa con la cual se trabajo tiene una gran gama de productos los cuales se describen a continuación:

Tabla I. Línea de productos

<b>LÍNEA DE PRODUCTOS DE LA EMPRESA DE ALIMENTOS</b>	
<b>PRODUCTO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Fritura de maíz	<ul style="list-style-type: none"><li>- Boquitas hechas a base de maíz, yuca, plátano, chicharrón.</li><li>- Sazonadas con diferentes saborizantes como limón, barbacoa, queso, chile, entre otros.</li></ul>
Cereales	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cereales hechos a base de maíz y avena.</li><li>- Cubiertos de con diferentes sabores entre los cuales se encuentra chocolate negro, chocolate blanco, banano y frutas.</li><li>- Fortificado con vitaminas y minerales que ayudan a un mejor metabolismo.</li></ul>
Atoles	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bebidas fortificas hechas a base de maíz, soya y avena.</li><li>- Saborizados con diferentes elementos entre los cuales chocolate, fresa y vainilla.</li><li>- Fortificado con vitaminas y minerales.</li></ul>
Harinas	<ul style="list-style-type: none"><li>- Harinas hechas a base de maíz, precocidas, crudas y desgrasadas.</li><li>- Fortificado con vitaminas y minerales.</li></ul>
Avenas	<ul style="list-style-type: none"><li>- Hojuelas hechas a base de grano de avena.</li><li>- Fortificado con vitaminas y minerales para su mejor consumo.</li><li>- Hecho de diferentes sabores entre los cuales se encuentra chocolate, vainilla, fresa, frutas mixtas, frutos rojos y canela.</li></ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

## 1.5. Empaque

El empaque es un tipo de embalaje, además de ser una parte muy importante y fundamental en el proceso de la realización de un producto, ya que en ella se guardan, preservan y protegen los diferentes artículos, con el objetivo que lleguen en óptimas condiciones al consumidor y se fomenten las promociones y ventas de los productos.

Es muy importante saber qué tipo de empaque se utilizará, ya que para cada producto en especial existe un embalaje que se adecue a las necesidades y requerimientos de un artículo, ya se alimenticio, medicinal, cosmético, algún tipo de producto de limpieza, juguetes, productos industriales, mecánicos, entre otros. También se debe tomar muy en cuenta el tipo de material que se utilizara para fabricar dicho empaque, ya que una mala condición de embalaje puede causar pérdidas significativas a la empresa y riesgo para el consumidor.

- Características

El empaque tiene varias funciones las cuales son muy importantes, desde proteger el producto hasta su comercialización, entre sus principales características se tiene:

- Debe mantener protegido el producto de diferentes condiciones que puedan afectarlo de una manera significativa, entre derrames, temperatura, luz, deterioro, roturas, entre otros, sin importar que sea líquidos, materia prima y granulados.
- Debe ser un empaque competitivo, esto quiere decir que tiene que diferenciar de los productos de la competencia, es muy importante

saber y manejar el diseño del embalaje, se debe seleccionar bien los diseños, colores, materiales y formas para que sean atractivos al consumidor.

- Es importante que el empaque se utilice para embalar un producto sea de fácil almacenamiento, uso y que tenga las especificaciones del artículo, ya que ello ayuda a que el potencial consumidor lo acepte de una manera favorable y se logre posicionar en el mercado.
  - Otro aspecto muy importante en la toma de decisión del tipo de empaque, es la reducción de daño hacia el medio ambiente.
- Tipos de empaque

Es importante recalcar que el empaque sirve para colocar la información sobre el artículo, además de manipular de una mejor manera el mismo. Existen varios tipos de empaque, como se describió anteriormente uno específico para el tipo de producto que se desea embalar de acuerdo a sus necesidades y requisitos, algunos de ellos son los siguientes:

- Empaque de metal

Este tipo de empaque utiliza diferentes clases metales, esto dependerá del producto que se embale, por ejemplo, si se empaca un producto alimenticio como frutas o verduras, se utiliza el acero o bien si es una bebida o gaseosa normalmente se utiliza el aluminio. El metal es un material muy utilizado, ya que tiene una larga vida, sirve como un aislador del medio ambiente, ayuda mantener el producto protegido, además de ser livianos y resistentes.

- Empaque de papel

Generalmente este material es utilizado para cubrir otros embalajes. En este tipo de empaque existe una gran gama de materiales los cuales tiene una función especial para almacenar productos, entre los cuales se cuenta con los siguientes:

- **Cartón:** este tipo de material es muy rígido ya que está compuesto de varias capas de papel, esto ayuda a que los productos que sean embalados se mantengan protegidos sin importar su peso y tamaño, además de ser fáciles de manipular y trasladar.
- **Papel *tissue*:** es un tipo de material que se caracteriza por ser elástico, suave y absorbente, además de liviano y tener micro arrugas llamadas crepado, generalmente es utilizado en el ambiente doméstico, pero también es utilizado para embalar productos de vidrio, herramientas, calzado y utensilios.
- **Papel encerado:** este tipo de papel es generalmente utilizado para empacar cereales, alimentos congelados y productos de repostería, el material del cual está hecho ayuda a proteger los productos de vapores y líquidos.
- **Papel *kraft*:** este tipo de papel es grueso por lo que es resistente, generalmente se utiliza para productos como frutas o bien como bolsas para empacar otros productos.

- Papel vegetal: este tipo de papel generalmente es utilizado para envolver productos alimenticios como lo son quesos, pescados, pollo, manteca, mantequilla, ya que está hecho de un material que es resistente a los aceites, grasas y humedad.

- Empaque de madera

Es un tipo de empaque que el cual está hecho de un material resistente lo que hace que el producto tenga una alta protección. Es utilizado para transportar productos grandes, pesados y frágiles, entre los artículos que se empaquetan con este material son: juegos de mesa, botellas, vidrio, entre otros.

- Empaque de plástico

Este tipo de empaque es uno de los más utilizados ya que es fácil de manipular, es económico, es resistente al calor, frío, oxígeno y a la humedad lo cual resulta atractivo a las empresas. Normalmente almacena distintos productos alimenticios como frituras, cereales, avenas, entre otros.

- Empaque de vidrio

El vidrio es un material el cual es utilizado para almacenar generalmente productos alimenticios ya que tiene la característica de que este recubrimiento no afecta el sabor, color, aroma, además que evita que se vea alterado por altas temperaturas. Existen dos tipos de empaques los cuales son hechos de vidrio, son los siguientes:

- Botellas: es utilizado para almacenar productos líquidos ya sean alimenticios, medicinales, entre otros, además ayuda a

mantener los olores, gases, sabores y colores, esto debido a su abertura reducida.

- Frascos: es un empaque que se utiliza para embalar productos alimenticios, farmacéuticos o químicos, además su abertura amplia permite el fácil almacenamiento.

## 1.6. Calidad

La calidad es un tema muy amplio tiene una gran variedad de definiciones ya que no existe una oración con el cual se pueda explicar el concepto, debido a que para cada persona puede tener un significado diferente. Por su parte la ASQ define:

Calidad es un término subjetivo para el que cada persona o sector tiene su propia definición. En un sentido técnico, la calidad puede tener dos significados: 1) son las características de un producto o de un servicio que influyen en su capacidad de satisfacer necesidades implícitas o específicas; 2) Es un producto o un servicio libre de deficiencia<sup>1</sup>.

Como se mencionó anteriormente calidad es un término muy importante dentro de una empresa el cual debe satisfacer las necesidades de los clientes, así como debe de ser un producto que no tenga ningún desperfecto que pueda alterar sus características, incluyendo el empaque y anuncios.

Entre algunos teóricos que se han dedicado a la gestión de la calidad se puede mencionar:

- J. M. Juran
- P. B. Crosby

---

<sup>1</sup> GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 20.

- G. Taguchi
- A. Feigenbaum
- Métodos estadísticos para el control de procesos

Los métodos estadísticos son un tipo de control que ayuda a que la calidad tanto de un producto como del personal sea alta. Se utiliza en diferentes áreas entre las cuales se puede mencionar: control de procesos, ingeniería, desarrollo de productos nuevos, análisis de procesos, proyectos e investigación, entre otros.

Existen varios métodos estadísticos que ayuden a un mejor funcionamiento y mejora a la calidad los cuales son:

- Gráficos de control
- Distribución de frecuencia, histogramas y diagramas de Pareto
- Distribución estadística
- Ensayo de significación
- Inspección por muestreo<sup>2</sup>

En el presente trabajo se utilizarán algunos de estos métodos para analizar datos.

- Gráficos de Control

Las gráficas de control llamados también cartas de control, es una herramienta que ayuda a analizar si un proceso está cumpliendo con las especificaciones ya establecidas por la organización o bien mantener el control sobre alguna ejecución. Un gráfico de control ayuda a conocer y determinar el estado de un proceso, analiza el comportamiento de un intervalo en un rango de tiempo el cual define ciertos intervalos de confianza los cuales benefician a la calidad de un producto.

- Tipos de cartas de control

---

<sup>2</sup> GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Herramientas estadísticas para el control de procesos*. p.62.

Existen dos grandes tipos de cartas de control “Las cartas de control para variables se aplican a características de calidad de tipo continuo, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición (peso, volúmenes, voltajes, longitudes, resistencias, temperaturas, humedad, entre otros)<sup>3</sup>.

Las cartas de control para variables tipo SheWhart más usuales son:

- $\bar{X}$ (de medias),
- R (de rangos),
- S (de desviaciones estándar) y
- X (de medidas individuales)”

Un gráfico de control mantiene una estructura la cual contiene las siguientes partes:

- Línea central
- Límite superior de control
- Límite inferior de control

Los graficas además contienen puntos los cuales especifican cierta información individual. Los límites descritos anteriormente son fundamentales ya que gracias a ellos se pueden detectar los cambios que existen en un proceso, para establecer un límite de control se debe utilizar las siguientes formulas:

$$LCS = \mu_w + 3\sigma_w$$

$$LCI = \mu_w - 3\sigma_w$$

---

<sup>3</sup> GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 221.

$$LC = \mu_w$$

Dónde:

- LCI = Límite de control inferior
- LCS = Límite de control superior
- LC= Limite central
- $\mu_w$  = Media con su subíndice el cual se va a graficar
- $\sigma_w$  = Desviación estándar.

## 1.7. Máquinas industriales

En una empresa donde se tenga una alta producción, las máquinas industriales son indispensables, ya que ellas ayudan a realizar tareas desde las más sencillas hasta las más complicadas que la mano de obra no lo logra hacer en su totalidad, además que son una herramienta que minimiza tiempo.

Es indispensable el uso de maquinaria cuando se tiene una gran demanda de producción, ya que realizan los trabajos con la mejor perfección posible, aumentan la producción, minimizan tiempo y aumentan la calidad de un producto.

Existen varios tipos de maquinarias, los cuales tienen un uso específico para diferentes necesidades las cuales son:

- Maquinaria hidráulica:

Es un tipo de maquinaria que trabaja a base de fluidos como el agua, es especial para realizar labores pesadas, en la empresa un ejemplo de ellas son

los montacargas que ayudan a transportar tanto la materia prima como el producto terminado a las bodegas correspondientes.

- Maquinaria térmica:

Las maquinarias térmicas son muy funcionales en la industria, ya que por medio de un intercambio de energía mecánica generan calor el cual ayuda a mantener y distribuir a ciertos procesos y productos calor o frío. En la empresa actualmente se cuentan con 6 calderas pirotubulares que generan el vapor suficiente para el uso de la planta.

- Máquina eléctrica:

Este tipo de maquinaria utiliza la energía cinética para transformarla y utilizarla en diferentes procesos. Existen varias clases de Máquinas las cuales son transformadores, generadores y motores, los cuales son esenciales en la producción de cualquier industria. Por ejemplo en la planta de la empresa se contaba con un generador eléctrico de emergencia, el cual es activado en el momento que la luz fuera suspendida.

- Maquinaria de brazo robótico:

Es un tipo de maquinaria moderna que en su mayoría no se requiere de mano de obra ya que son automatizadas, se utilizan generalmente en industrias que tienen gran demanda de producción, ayudan a transportar y ensamblar piezas donde la mano humana se dificulta o bien lo realiza en un espacio de tiempo. Existen brazos eléctricos utilizados dentro de la planta de producción en el área de empaque de productos, lo cual ayuda a optimizar tiempos de proceso.

- Maquinaria volumétrica

Este tipo de maquinaria es utilizado para el llenado de una gran variedad de productos entre los cuales pueden ser granos o líquidos, como su nombre lo dice llena por medio de unos vasos los cuales tiene la especificación de volumen al cual deben de llenar, esto se realiza bajo un llenado a vacío, luego el producto cae al empaque donde es automáticamente sellado para luego ser embalado.

## **1.8. Mantenimiento**

- Definición

El mantenimiento es una parte fundamental en una industria, ya que para que una maquinaria o equipo trabaje de una mejor forma de mantener constantes mantenimientos que ayuden a su mejor funcionamiento, a generar ganancias, optimizar tiempo y toma de decisiones sobre máquinas o procesos.

Cuando se realiza un mantenimiento se debe planificar y programar con anterioridad ya que llevar un control sobre ello ayuda a realizar de una manera más organizada y rápida para poder reducir materiales y costos sobre operación y repuestos.

- Objetivos

Los objetivos principales cuando se ejecutiva un mantenimiento en cualquier ambiente de una organización son:

- Garantizar la seguridad tanto de los trabajadores como del producto
- Minimizar costos por producción.

- Reparar o reducir desperfectos
  - Evitar paros por producción
  - Mantener la vida útil del elemento
  - Elaborar un producto de calidad
- Tipos de mantenimiento

En la actualidad existen varios tipos de mantenimiento los cuales se realizan en varias empresas con el objetivo de mejorar constantemente, entre los principales se tiene:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento TPM

Cada uno tiene una función dentro de los manteamientos, a continuación, se define cada uno de ellos.

- Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento es aquel que se realiza en el momento que aparece el desperfecto, se hace mediante una reparación o modificación de piezas de alguna maquinaria, el principal objetivo de este mantenimiento es poner a trabajar la maquinaria defectuosa lo antes posible para minimizar costos por paro.

- Mantenimiento preventivo

La principal característica de este mantenimiento es que se realiza periódicamente, en todas las máquinas de una planta de producción. Para poder realizar una ejecución de esta manera es importante saber que debe realizarse una planificación de actividades sobre el equipo como las revisiones, ayudando a anticiparse a cualquier tipo de problema que pueda darse, además de evitar costos innecesarios por una inspección no realizada con anterioridad.

- Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento por medio de ensayos y mediciones realizadas a la maquinaria en ejecución de producción da a conocer que parte o partes del equipo están sufriendo algún tipo de fractura o deterioro. Este tipo de ensayos ayudan a cambiar o reparar piezas que se estén viendo afectadas y prevenir un evento futuro que pueda afectar la producción o calidad de un producto.

- Mantenimiento productivo total

El mantenimiento productivo total, es aquel que está enfocado en mantener las instalaciones un buen estado, aumentar la productividad e involucrar a todo personal dentro de la planta incluyendo al de mantenimiento. Una de sus principales características es que el operario que está directamente manejando algún equipo realiza pequeñas tareas sobre la maquinaria, entre las cuales se encuentra inspecciones, pueden realizarse en pequeños grupos o individuales, esto ayuda a mejorar la producción, además de que el trabajador se sienta más involucrado con su trabajo. Los tipos de mantenimiento definidos en este capítulo por medio de la teoría son detallados al proceso de una manera más específica en el capítulo 4.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Departamento de calidad**

El departamento de calidad en una empresa es muy importante ya que es un área donde se realizan varios análisis para que la calidad tanto de un producto como de un proceso sea buena. Dentro de esta área se realizan varios análisis entre los cuales se encuentra:

- Análisis de materia prima
- Análisis de producto en proceso
- Análisis de producto terminado
- Análisis de pesos de producto en empaque
- Análisis de producto en anaquel
- Análisis de procesos de elaboración
- Análisis de productos nuevos

Los procesos que se realizan en el área de calidad en una empresa de elaboración de alimentos, tienen como objetivo medir y verificar la calidad de los productos que se fabrican en la planta de producción, ya que por ser una organización dedicada a la elaboración y producción de alimentos debe cumplir con ciertos requerimientos para que el alimento se mantenga inocuo al momento de su consumo.

El departamento de calidad maneja ciertos parámetros los cuales ayudan a conocer el origen del problema en un producto alimenticio, los cuales son:

- Contaminación química
- Contaminación física
- Contaminación biológica

Estos parámetros son esenciales para que un producto mantenga la calidad con la cual son reconocidos. Además de preocuparse por la higiene de un producto desde la preparación hasta el empaque, también se preocupan porque los empaques del alimento este en buenas condiciones, lo cual incluye que la presentación sea la correcta, que las indicaciones de cada producto sea la correcta: peso y tabla nutricional y que el producto que se embale sea el correcto.

Además de contar con parámetros cuenta con certificaciones que avalan que cada uno de los productos que se elabore dentro de la empresa con la más alta calidad e inocuidad necesaria para que el consumidor pueda saborearlas sin ningún problema. Entre las certificaciones y procesos con los que se cuenta, se encuentran los siguientes:

- Norma ISO 9000:2005
- Norma ISO 9001:2015
- Análisis de peligros y puntos críticos de control HACCP
- Gestión de calidad total TQM
- Procedimientos operacionales estandarizados de saneamiento POES
- Manual de buenas prácticas de manufactura BPM
- Reglamento técnico centroamericano RTCA

Una mala inspección de calidad en los productos en la empresa puede traer graves consecuencias, ya que debido a las certificaciones con las que cuenta, tiene un gran compromiso para asegurarse de calidad, no solo de que el producto mantenga la inocuidad debida, también debe cumplir con requisitos del

empaque los cuales son: tipo de ingredientes, vitaminas, peso neto de producto, entre otros.

### **2.1.1. Proceso de *snack***

El proceso de la elaboración de una fritura de maíz es muy minucioso ya que cada uno de los pasos es inspeccionado por los asistentes de aseguramiento de calidad de la empresa, con el objetivo de que cada uno de los elementos empleados se mantenga dentro de los rangos ya establecidos por la empresa. La elaboración de la fritura de maíz comienza en el almacén de materia prima donde se encuentra los sacos con el maíz ya procesado y hecho un tipo de hojuela el cual es llevado al área de producción para ser cocinado, los pasos de elaboración son los siguientes:

- Pasa por un inspector de metales el cual detiene la banda transportadora cuando detecta alguna materia ajena al producto.
- Luego la banda transportadora lleva las hojuelas a un freidor el cual trabaja a una temperatura de 150 - 200 °C.
- Luego de ser freída la hojuela pasa por una banda vibradora la cual quita el exceso de grasa en el producto.
- Al estar seca por el exceso de aceite es puesto a un horno el cual sazona el producto del sabor deseado.
- Estando ya sazonada la hojuela es transportada a las Máquinas de empaque, la cuales cumplen la función de verificación de llenado, peso y sellado.
- Luego de ser empacado el producto es embalado para luego transportarse al almacén de producto terminado.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo el cual muestra las diferentes etapas del proceso.

Figura 2. Diagrama de flujo de operaciones del proceso

Ubicación: Línea de Frituras		Resumen				LOGO			
		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorro				
Proceso:	Actual	Operación	6						
		Traslado	4						
Fecha:	10/03/2015	Demora	0						
		Inspección	2						
Elaborado por:		Almacén	2						
	Natalia España	Distancia	18.5						
Pág. 1 de 1		Tiempo	10.703						
No.	Descripción	Símbolos					Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones
		○	→	D	□	▽			
1	Almacenamiento de materia prima	○	→	D	□	▽	N/A	N/A	N/A
2	Traslado a línea de frituras	○	→	D	□	▽	5	8	N/A
3	Colocación en tanques	●	→	D	□	▽	0.75	N/A	N/A
4	Inspección	○	→	D	■	▽	0.25	N/A	N/A
5	Traslado a freidor	○	→	D	□	▽	0.11	2.5	N/A
6	Proceso de cocimiento	●	→	D	□	▽	0.66	N/A	N/A
7	Proceso de secado	●	→	D	□	▽	0.16	N/A	N/A
8	Proceso de sazonado	●	→	D	□	▽	0.33	N/A	N/A
9	Traslado a empaque	○	→	D	□	▽	0.36	3	N/A
10	Envasado	●	→	D	□	▽	0.083	N/A	N/A
11	Inspección	○	→	D	■	▽	0.5	N/A	N/A
12	Empacado	●	→	D	□	▽	1	N/A	N/A
13	Traslado a bodega	○	→	D	□	▽	1.5	5	N/A
14	Almacenamiento de producto terminado	○	→	D	□	▽	N/A	N/A	N/A
Totales							10.703	18.5	N/A

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Tabla II. **Resumen diagrama de flujo de operaciones**

<b>OPERACIÓN</b>	<b>TOTALES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>DISTANCIA</b>
<b>Operación</b>	6	2,983	0
<b>Inspección</b>	2	0,75	0
<b>Transporte</b>	4	6,97	18,5 m
<b>Almacenamiento</b>	2	0	0
<b>TOTALES</b>	12	10,703 min	18,5 m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 2.1.2. **Proceso de llenado de *snack***

El llenado de producto terminado, en este caso fritura de maíz es un proceso semiautomático, ya que utiliza tanto maquinaria como mano de obra. El llenado en si es realizado por una maquinaria volumetría, esto quiere decir que el producto es llenado por medio de unos vasos que tienen la medida en volumen que se requiere para llegar a la versión requerida, en este caso la versión que se analizara es la de 26 g.

Luego pasa por unos tubos los cuales llenan a presión con el objetivo de que exista inocuidad en el alimento e inmediatamente es sellado por unas pinzas que se mantienen a una temperatura de 50 °C, por cada ciclo se llenan 6 bolsas las cuales salen automáticamente de la maquinaria para que operarios las empaquen en bolsas de 10 filas, para luego embalarlas en cajas y llevarlas a la bodega de producto terminado.

### **2.1.3. Diagrama toma de decisiones**

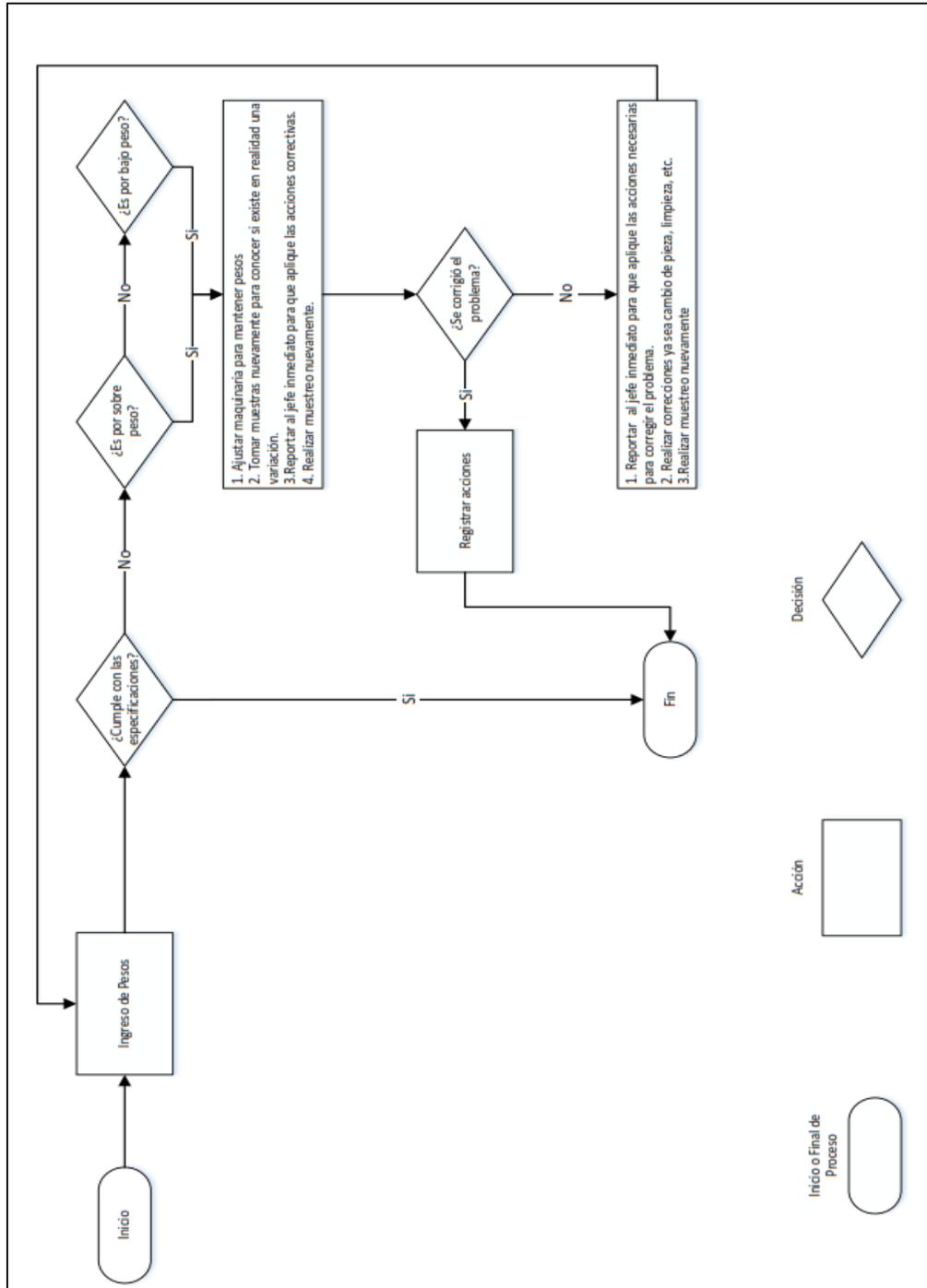
Debido a que el tipo de maquinaria que se utiliza para el llenado de bolsas de 26 g, es volumétrico se tienen varios inconvenientes para el análisis de peso neto de bolsas, ya que existen variaciones en ellos.

Para poder tener un mejor control en peso neto de bolsas de 26 g, se realizan toma de pesos cada hora para conocer si existe una variación significativa en cada bolsa.

En el flujograma mostrado en la figura 3 comienza con el ingreso de los pesos de las bolsas, las cuales deben cumplir las especificaciones ideales de pesos, si cumplen se termina la inspección, pero si no se cumple es necesario realizar varias preguntas para llegar a la causa raíz, lo primero es preguntar si es por sobre o bajo peso, las dos preguntas llegan a un proceso, que es realizar un ajuste en la máquina volumétrica, tomar muestras nuevamente, reportar al jefe inmediato para realizar las acciones correctivas pertinentes al caso, luego se vuelve a tomar muestra de pesos y de cumplir finaliza el proceso, de lo contrario se indica al jefe para realizar nuevamente el análisis para encontrar la causa raíz del problema y poderlo solucionar lo antes posible.

La importancia de realizar este paso es poder cumplir con las características de calidad enfocadas en peso, ya que de no contar con ellas no se podría llegar al mercado meta y llegar al objetivo final, que es superar las expectativas del cliente que al final de todo es el consumidor final y confía que lo colocado en la información del empaque es totalmente cierto.

Figura 3. **Flujograma toma de decisiones respecto a pesos**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Entre los problemas que se puede mencionar al no cumplir con el consumidor son: demandas por incumplimiento de información, perder la credibilidad de la marca por colocar información ficticia en los empaques y sobre todo disminución de la demanda hecha por los consumidores por encontrar este hecho concurrentemente.

Cuando se toma una decisión sobre la variación de peso neto en bolsas, utilizan como referencia un diagrama el cual ayuda a tomar una decisión sobre que se debe hacer con el producto ya llenado.

#### **2.1.4. Interpretación del RTCA cantidad de productos pre empacados**

El reglamento RTCA es aquel que da ciertas estipulaciones para poder realizar procesos y procedimientos. La normativa especifica ciertos requisitos de metrología legal para productos pre empacados, los cuales son etiquetados en cantidades pre determinadas en masa, volumen, longitud y área.

Este tipo de reglamento es emitido por los comités técnicos de normalización a través de los entes normalizados en los países que se encuentran en toda Centroamérica, son encargados de realizar estudios para adoptar las normas a los diferentes países que están y son involucrados en los procesos. Estos comités están representados por representantes de empresas privadas, gobierno y entre otros.

Figura 4. **Planes de muestre para pre empacados**

Tamaño del lote de inspección	Tamaño de muestra	Factor de corrección de la muestra $\frac{(1-a)^t}{\sqrt{n}}$	Número de preempacados en la muestra permitidos que exceden la deficiencia tolerable
Hasta 150	5	2059	0
151 a 1200	20	0.640	1
1201 a 10000	32	0.485	2
10001 a 35000	50	0.379	3
35001 a 50000	80	0.295	5
Más de 50000	125	0.234	7

Fuente: Mineco. *Planes de muestra*. <http://dace.mineco.gob.gt/Protempore/upload/PPT14216072007164442.pdf>. Consulta: 5 de mayo de 2015.

Para poder cumplir con estos requisitos se debe de realizar un plan de muestreo, además de definir ciertas variables las cuales son necesarias para la interpretación, las cuales son:

- Capacidad nominal: es la cantidad de producto pre empacado el cual es declarado en la etiqueta del producto.
- Deficiencia tolerante: es la deficiencia en la cantidad de producto permitida en un pre empacado.
- Pesos y medidas

Para realizar los muestreos se cuenta con tablas de las cuales se obtiene el tipo de lote y la medida permisible:

Figura 5. Deficiencia tolerable

**Tabla 2. Deficiencia tolerable en el contenido real para preempacados**

<b>Cantidad nominal del producto (<math>Q_n</math>) en g o mL</b>	<b>Deficiencia tolerable (<math>T</math>)<sup>a</sup></b>	
	<b>Porcentaje de <math>Q_n</math></b>	<b>g o mL</b>
0 a 50	9	-
50 a 100	-	4,5
100 a 200	4,5	-
200 a 300	-	9
300 a 500	3	-
500 a 1 000	-	15
1 000 a 10 000	1,5	-
10 000 a 15 000	-	150
15 000 a 50 000	1	-

<sup>a</sup> los valores de  $T$  están redondeados al próximo 1/10 de un g o mL para  $Q_n = 1\ 000$  g o mL y al próximo entero superior de g o mL para  $Q_n > 1\ 000$  g o mL

<b>Cantidad nominal del producto (<math>Q_n</math>) en longitud</b>	<b>Porcentaje de <math>Q_n</math></b>
$Q_n = 5$ m	No se permite deficiencia tolerable
$Q_n > 5$ m	2

<b>Cantidad nominal del producto (<math>Q_n</math>) en área</b>	<b>Porcentaje de <math>Q_n</math></b>
Todos los $Q_n$	3

<b>Cantidad nominal del producto (<math>Q_n</math>) en unidades de</b>	<b>Porcentaje de <math>Q_n</math></b>
$Q_n = 50$ ítems	No se permite deficiencia
$Q_n > 50$ ítems	1 <sup>b</sup>

<sup>b</sup> Calcule el valor de  $T$  multiplicando la cantidad nominal por 1 % y redondeando el resultado al próximo número entero. El valor puede ser mayor que el 1 % debido al redondeo pero esto es aceptado ya que los productos como un solo ítem no pueden ser divididos.

Fuente: Mineco. *Deficiencia tolerable*. <http://dace.mineco.gov.gt/Protempore/upload/PPT14216072007164442.pdf>. Consulta: 20 mayo de 2015.

## 2.2. Análisis FODA de la empresa

Un análisis FODA es una herramienta que ayuda a conocer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del proceso que se desea examinar. Con ello se puede encontrar los puntos críticos que ayuden a mejorar las fortalezas y oportunidades, que se puedan reducir las amenazas y debilidades.

Tabla III. **Matriz FODA**

<p style="text-align: center;"><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La empresa cuenta con una gran variedad de productos en el mercado, los cuales son aceptados de una manera positiva por los consumidores.</li> <li>• Es una empresa que tiene varios años que haber abierto sus puertas, por lo que tiene renombre.</li> <li>• Se cuenta con una gran variedad de maquinaria las cuales agilizan la producción de productos.</li> <li>• Cuentan con certificaciones que acreditan a la empresa con productos de calidad.</li> <li>• Cada uno de los trabajadores está comprometido con sus labores</li> <li>• Es una organización que cuenta con varias distribuidoras en todo el país, lo que ayuda a una mejor distribución del producto.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento del consumo de productos alimenticios.</li> <li>• Debido a que sus productos son de alta calidad, puede expandirse a mercados internacionales.</li> <li>• Búsqueda de nuevos segmentos de mercado nacionales debido al consumo de productos alimenticios.</li> <li>• Búsqueda de nuevas maquinarias, las cuales faciliten la producción de productos alimenticios.</li> <li>• Expansión de sus instalaciones, debido al alto crecimiento de demanda.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de organización en el ambiente de trabajo.</li> <li>• Proveedores que limitan sus servicios.</li> <li>• Desperdicio de material y productos, debido a descontroles de organización.</li> <li>• Mala introducción de productos nuevos.</li> <li>• Deudas causadas por adquisiciones.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de cumplimiento sobre información en descripción de diferentes productos.</li> <li>• Competencia de otras empresas dedicadas a la elaboración de productos alimenticios.</li> <li>• Malas inversiones debido a la falta de realización de pre proyectos dentro de la empresa y disminución de utilidades.</li> </ul>

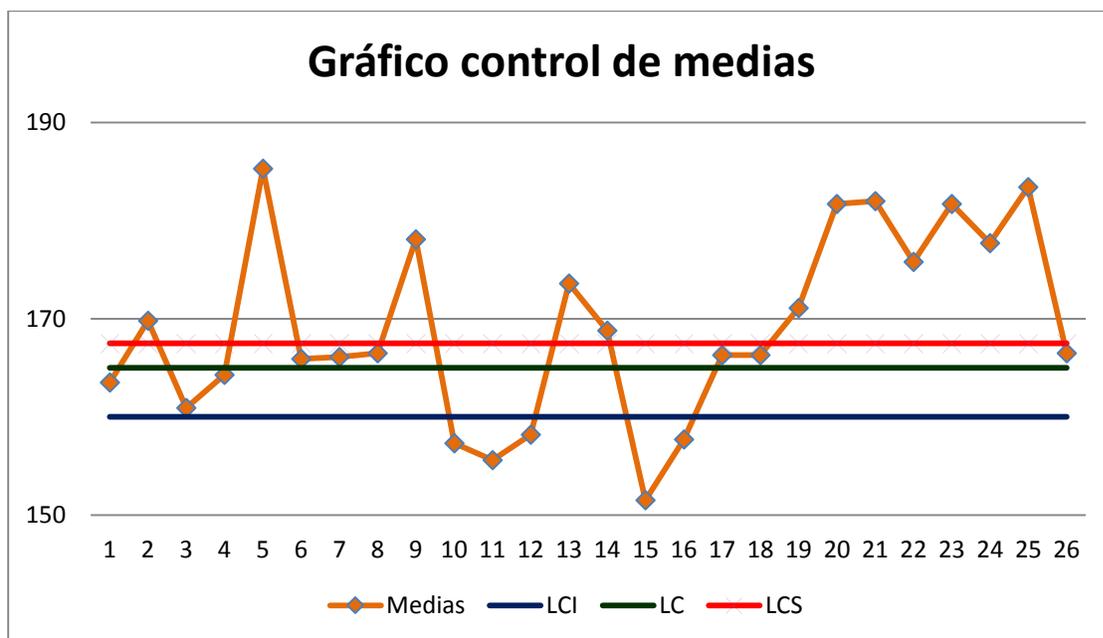
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

### 2.3. Muestreo de producto terminado

Para poder conocer la situación actual de la problemática que en este caso es un descontrol en el peso de bolsas de 26 g, se realizó una toma de datos, la cual ayudara a conocer más a fondo la situación en la que se encuentra la línea de empacado de frituras. Para ello se realizó una muestra aleatoria de bolsas y se procedió a realizar la toma de datos, a diferentes horas y días para tener una muestra un poco más verídica al momento de realizar la gráfica de medias.

Además de realizar una toma de datos, se hizo una interpretación por medio de gráficos de control teniendo como base los límites de control ya establecidos por la empresa.

Figura 6. Gráfico control de medias



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La utilización de esta herramienta ayuda a una mejor comprensión gráfica del descontrol en pesos que existe debido al tipo de llenadora que se utiliza en la línea de snacks de 26 g.

En el caso de la línea de fritura de maíz, cada subgrupo se tomó como las bolsas que salían la empacadora, por lo cual para este caso  $n$  es igual a 26 muestras por empacadora. El gráfico de control de medias, se describe en la figura 6.

Interpretación: se puede observar que los datos están dispersos tanto de la media central como de los límites superior e inferior, esto quiere decir que las bolsas no llevan su peso exacto están fuera de los límites y por lo tanto hay un descontrol en la línea de empaqueo de fritura.

Estos pesos como se puede observar asilan muy frecuentemente debajo de la media y fuera del límite central superior, esto quiere decir que generalmente los pesos se encuentran como una falta de peso.

## **2.4. Maquinaria volumétrica**

Para el proceso de empaqueo de frituras de maíz en versión de 26 g., se cuenta con un tipo de maquinaria volumétrica, la cual tiene varias especificaciones que se desarrollaran a continuación.

### **2.4.1. Funcionamiento**

La maquinaria volumétrica es un tipo de maquinaria que se utiliza en la planta de producción de alimentos para empaocar producto terminado de fritura de maíz *snack* en versión de 26 g. El proceso de llenado se realiza mediante

llenado de vasos que se encuentran en el cabezal de la maquinaria, seguidamente llenados, para luego ser empacados en las bolsas de producto terminado.

#### **2.4.2. Capacidad de trabajo y tiempo operativo**

La maquinaria llenadora y empacadora de snack de 26 g, es una máquina automática, volumétrica de dosificación de cabeza, entre sus características esta que sus costos de mantenimiento son bajos debido a sus características.

Para que una máquina sea factible en el proceso de producción de cualquier producto debe de cumplir con especificaciones las cuales deben de ser ideales para la capacidad de trabajo, el tiempo operativo, la tecnología que utiliza, entre otras.

Figura 7. **Maquinaria volumétrica**



Fuente: Solpak. *Proveedores estratégicos*. [www.solpak.com](http://www.solpak.com), Consulta: 3 de mayo de 2017.

A continuación, se muestran las especificaciones de la maquinaria empacadora volumétrica:

Las características de capacidad de llenado y tiempo operativo se describen a continuación:

- Tiempo operativo

El tiempo operativo es aquel en el que una maquinaria se encuentra en activa e inactiva, esto implica desde el momento que es encendida hasta el momento que es apagada

Este tiempo se desglosa de la siguiente manera:

- Tiempo de preparación de trabajo
- Tiempo de calibraciones y revisiones
- Tiempo de trabajo en vacío
- Tiempo efectivo

Tabla IV. Descripción de tiempos

No.	Clase de tiempo	Descripción	Tiempo
1	Tiempo de preparación de trabajo.	Es aquel tiempo que el operario gasta en la preparación de la maquinaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustes de implementos: 5 minutos</li> <li>• Encendido de maquinaria: 3 minutos</li> <li>• Verificaciones iniciales: 5 minutos</li> </ul>
2	Tiempo de calibraciones y revisiones.	Es el tiempo que se gasta por ajustes, implementaciones y calibraciones en el tiempo de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibración: 15 minutos</li> <li>• Daños reparables en el instante: 10 minutos</li> <li>• Implementación de papel para empacar: 5 minutos</li> </ul>
3	Tiempo de trabajo en vacío	Es el tiempo en que la maquinaria se mantiene sin realizar trabajo, es decir el tiempo inactivo y no existe desperfecto alguno en ella.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paro por falta de fritura de maíz: 30 minutos</li> <li>• Paro por desperfecto en otra maquinaria del proceso: 15 minutos</li> </ul>
4	Tiempo efectivo	Es el tiempo total el cual trabaja la maquinaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo total de trabajo de maquinaria: 480 minutos</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

- Tiempo total de operación:

$$(1) \quad t_o = t_e - t_p - t_r - t_v$$

Donde:

$t_o$  = tiempo operativo

$t_p$  = tiempo de preparación de trabajo  
 $t_r$  = tiempo de revisiones y calibraciones  
 $t_v$  = tiempo de trabajo en vacío  
 $t_e$  = tiempo efectivo

Sustituyendo en la ecuación 1 se obtiene:

$$t_o = 480 - 18min - 30min - 45min$$

$$t_o = 387 \text{ minutos}$$

- Tiempo total de trabajo de maquinaria

$$(2) \quad t_{tt} = t_1 + t_o$$

Donde:

$t_{tt}$  = tiempo total de trabajo de maquinaria  
 $t_1$  = tiempo de transporte  
 $t_o$  = tiempo operativo

Sustituyendo los valores obtenidos en la ecuación 2, se pueden obtener los siguientes valores:

$$t_{tt} = 0 + 387 \text{ min}$$

$$t_{tt} = 387 \text{ minutos}$$

- Capacidad

La capacidad de una máquina es fundamenta en la elaboración de un producto, ya que dependiendo la cantidad que se produzca, así se reducirá el tiempo de entrega, se cumplirá con metas asignadas y se generara una mayor ganancia.

Los elementos que se utilizan para calcular la capacidad de producción de la máquina de empaque, son los siguientes:

- Tiempo operativo
- Jornada de trabajo
- Cantidad de producción por minuto
- Grado de eficiencia de labores

Para el cálculo de la capacidad de la máquina se realiza el siguiente procedimiento:

- Capacidad de maquinaria

$$(3) \quad C_{maq} = C_{prod} * t_o$$

Donde:

$C_{maq}$  = capacidad de maquinaria

$C_{prod}$  = cantidad de producción por minuto

$t_o$  = tiempo operativo

Tabla V. **Capacidad de producción**

No.	Elementos	Definición	Descripción
1	Tiempo total de trabajo	Es el tiempo donde se emplea la maquinaria.	La maquinaria en la jornada de trabajo labora aproximadamente 573 minutos.
2	Jornada de trabajo	Es el tiempo en que los operarios laboran efectivamente.	El tiempo de trabajo dentro de planta es de 12 horas, que en minutos es 720 minutos.
3	Cantidad de producción por minuto	Es la cantidad de producto que se produce en un minuto por maquinaria.	La maquinaria volumétrica de snacks empaqua 70 bolsas por minuto.
4	Grado de eficiencia labores	Es el grado que se tiene de eficiencia del trabajo.	El grado de eficiencia de los trabajadores es de un 80 %.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Sustituyendo en la ecuación 3 se obtiene:

$$C_{maq} = 70 * \frac{Bolsas}{minuto} * 387 minutos$$

$$C_{maq} = 27\ 090\ bolsas$$

La capacidad de la maquinaria al día es de 27 090 bolsas.

- Capacidad de producción

$$C_{aprod} = \frac{j^t}{t} * G_{eficiencia}$$

$$C_{aprod} = 36\ 000\ unidades\ por\ jornada\ de\ trabajo\ de\ 12\ horas$$

La capacidad de producción por jornada de trabajo de 12 horas es de 36 000 unidades.

### 2.4.3. Especificaciones de maquinaria

Las especificaciones de una maquinaria deben de incluir el tipo de tecnología, la capacidad, el tipo de productos para que es apta, las dimensiones, entre otras. A continuación, se muestra la tabla en la cual se encuentra las diferentes características y especificaciones de la maquinaria.

Tabla VI. **Datos de maquinaria**

<b>Estructura</b>	<b>Estructura en CR o Acero Inox</b>
<b>Dimensiones</b>	1600(L) X 1100(W)X 2100(H)
<b>Tipo de Bolsa</b>	Bolsa de 3 costuras con sello longitudinal, central o lateral
<b>Capacidad</b>	Desde 250 g hasta 2500 g
<b>Rendimiento</b>	Hasta 3 600 bolsas/hora
<b>Exactitud</b>	± 2%, Con motor reductores
<b>Energía</b>	4,0 kW. 220 VAC o 440 VAC
<b>Aire</b>	50 Lt/min a 6 bar
<b>Tecnología</b>	Siemens, telemecanique y Allen Bradley.
<b>Equipos Opcionales</b>	Bandas evacuadoras, elevador de tornillo, codificadores, sistema fondo plano y servomotores.
<b>Productos</b>	Arroz, fríjol, maíz, café en grano, garbanzos y lentejas.

Fuente: Solpak. *Datos de maquinaria*. [www.solpak.com.co/](http://www.solpak.com.co/). Consulta: 20 de mayo de 2017.

La maquinaria utilizada en la línea de producción de frituras de *snack* en versión de 26 g, cuenta con vasos los cuales se encuentran en un dosificador, los cuales son llenados hasta una medida ya establecida, para luego ser empacado, sellado y embalado el producto.

A continuación, se muestran las medidas de los diferentes vasos utilizados en el llenado de *snacks* en versión de 26 g, además del tipo de dosificador y vaso que se utiliza para colocar el producto.

Tabla VII. **Especificaciones de maquinaria**

<b>No.</b>	<b>Imagen</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medidas</b>
1		Es un vaso el cual está conformada por una parte metálica y la otra plástica, combinadas forman la pieza que es llenada.	Diámetro plástico: 78,56 mm Altura plástica: 28,88 mm Diámetro metal: 72,18 mm Altura metal: 44,31 mm
2		Es un vaso el cual está conformada por una parte metálica y la otra plástica, combinadas forman la pieza que es llenada.	Diámetro plástico: 97,66 mm Altura plástica: 22,95 mm Diámetro metal: 89,56 mm Altura metal: 33,26 mm
3		Es un vaso el cual está conformada por una parte metálica y la otra plástica, combinadas forman la pieza que es llenada.	Diámetro plástico: 98,59 mm Altura plástica: 28,07mm Diámetro metal: 90,39 mm Altura metal: 32,77 mm
4		Es un vaso el cual está conformada por una parte metálica y la otra plástica, combinadas forman la pieza que es llenada.	Diámetro plástico: 89,35 mm Altura plástica: 31,79 mm Diámetro metal: 82,32 mm Altura metal: 47,42 mm

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

#### 2.4.4. Volumen de llenado teórico

El volumen teórico es la medida a la cual debería de estar llenado cada uno de los vasos con respecto a los 26 g ya establecidos. A continuación, se muestra la tabla con el porcentaje de llenado teórico con sus medidas correspondientes.

Tabla VIII. Volumen teórico

No.	Imagen	Medidas	Volumen teórico $m^3$
1		Diámetro plástico: 78,56 mm Altura plástica: 28,88 mm Diámetro metal: 72,18 mm Altura metal: 44,31 mm	0,00028865
2		Diámetro plástico: 97,66 mm Altura plástica: 22,95 mm Diámetro metal: 89,56 mm Altura metal: 33,26 mm	0,000402739
3		Diámetro plástico: 98,59 mm Altura plástica: 28,07 mm Diámetro metal: 90,39 mm Altura metal: 32,77 mm	0,000383672
4		Diámetro plástico: 89,35 mm Altura plástica: 31,79 mm Diámetro metal: 82,32 mm Altura metal: 47,42 mm	0,000331581

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

### 2.4.5. Volumen de llenado real

El volumen real es la medida a la cual se encuentra llenado cada uno de los vasos con respecto a los 26 g ya establecidos. A continuación, se muestra la tabla con el porcentaje de llenado real con sus medidas correspondientes.

Tabla IX. **Volumen real**

No.	Imagen	Medidas	Volumen real $m^3$
1		Diámetro plástico: 78,56 mm Altura plástica: 28,88 mm Diámetro metal: 72,18 mm Altura metal: 44,31 mm	0,000292288
2		Diámetro plástico: 97,66 mm Altura plástica: 22,95 mm Diámetro metal: 89,56 mm Altura metal: 33,26 mm	0,000489265
3		Diámetro plástico: 98,59 mm Altura plástica: 28,07 mm Diámetro metal: 90,39 mm Altura metal: 32,77 mm	0,000513773
4		Diámetro plástico: 89,35 mm Altura plástica: 31,79 mm Diámetro metal: 82,32 mm Altura metal: 47,42 mm	0,000400037

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

## **2.5. Costos operativos de maquinaria volumétrica**

Los costos operativos de una maquinaria conforman una gran parte del costo de producción de un producto, un mal cálculo de ellos puede incurrir en los costos totales y por consiguiente en el cálculo del precio de venta.

A continuación, se describe cada uno de los costos operativos que se tienen en la maquinaria de empaque.

### **2.5.1. Costos fijos**

Los costos fijos son aquellos que permanecen constantes independientemente si la maquinaria está trabajando o no. Estos costos se desglosan de la siguiente manera:

- Amortizaciones

Es el valor que se tiene de la maquinaria actual el cual se va calculando y distribuyendo en la vida útil del mismo, además es la fuente de ingreso que se tiene para adquirir un equipo nuevo al momento del reemplazo.

En la empresa de frituras la máquina actual volumétrica tiene un precio de: Q 1 100 000,00.

- Interés

Es el correspondiente al costo de oportunidad, se aplica al valor actual de la maquinaria, en este caso a la mitad. El interés a utilizar es del 10 %.

- Sueldos

Los sueldos del personal que se encuentran directamente relacionados con la producción, entre los cuales se puede mencionar: jefe de línea, personal de mantenimiento y ayudantes. El total de la planilla de sueldos involucrado directamente con el proceso analizado es de Q. 25 000,00 mensual.

- Resguardo

Son los gastos fijos que se tienen destinados para el taller mantenimiento, gastos de conservación y reparaciones. El presupuesto que el departamento de mantenimiento cuenta actualmente es de Q. 15 000,00 para mantenimientos preventivos.

- Administración fija

Son aquellos gastos, los cuales se desembolsan, aunque la maquinaria se encuentre parada, entre los cuales se puede mencionar: seguros. La empresa incurre en costos administrativos fijos de apropiadamente Q 120 000,00 en seguros de maquinaria, robos e incendios.

### **2.5.2. Costos variables**

Son aquellos costos que varían en función de la necesidad que se tiene con la maquinaria, no se encuentran fijos, ya que son los que aumentan o disminuyen de acuerdo a los requerimientos que se tengan en producción. Estos costos se desglosan de la siguiente manera:

- Lubricantes

El costo de los lubricantes dependerá del buen mantenimiento que se le dé a la maquinaria y equipo, así como la eficiencia del operario para realizar dicho mantenimiento. El lubricante utilizado por las máquinas es aceite mineral, nomenclatura 80W90 y la grasa para los distintos componentes mecánicos de la maquinaria, es grasa azul, libre del molibdeno en presentación de pomo, para proteger los componentes y evitar su desgaste prematuro. El costo del aceite y grasa utilizado en las Máquinas según datos históricos es de Q 0,25 cada 100 unidades producidas.

- Gastos de conservación y reparación

Estos gastos son los que se desembolsan al momento de realizar el mantenimiento correctivo, realizando reparaciones las cuales incluyen repuestos por cualquier desperfecto mecánico, estos costos son muy difíciles de estimar, ya que son causa de imprevistos o fallas en la maquinaria, pero mensualmente en la empresa se destinan Q 50 000,00 para mantenimientos correctivos.

- Traslados

Estos gastos se realizan al momento de tener la necesidad de trasladar la maquinaria o bien la línea de producción de lugar, con el objetivo de mejorar su funcionamiento, espacio y tiempos, entre estos gastos se puede incluir: desmontajes, traslado, montaje y mantenimiento inicial. Estos costos son variables los cuales dependen de la cantidad de maquinaria a trasladar, distancias y paros de producción.

### 2.5.3. Costos totales

Los costos totales de la maquinaria, son los costos fijos más los costos variables, con ello se determina que tanto desembolso existe con la maquinaria actual, tanto mensual, trimestral, semestral y anualmente, con el objetivo de conocer la factibilidad de mantenerla o bien proponer un nuevo equipo que disminuya costos operativos.

La fórmula de los costos totales es la siguiente:

$$Ct = Cf + Cv$$

Dónde:

$Ct$  = costos totales

$Cf$  =costos fijos

$Cv$  =costos variables

### 2.6. Mantenimiento de maquinaria

En la actualidad muchas empresas cuentan con un sistema de manteamiento para cada uno de sus equipos, con el objetivo de mantenerlos en buen estado y así evitarse gastos innecesarios, paros repentinos y mantener la calidad de cada uno de sus productos.

La empresa dedicada a la elaboración de *snacks* actualmente cuenta con un sistema de mantenimiento preventivo, el cual es planificado con anterioridad, con el objetivo de no afectar la programación de los demás departamentos del área, entre los cuales se puede mencionar: almacén de producto terminado,

producción, compras, entre otros. A continuación, se describe el proceso de los mantenimientos que se realizan en la empresa.

### **2.6.1. Preventivo**

El mantenimiento preventivo uno de los mantenimientos más esenciales e importantes para un buen funcionamiento de la maquinaria y poder de esta manera prevenir reparaciones a futuro que causen un desembolso monetario a la organización.

Este tipo de mantenimiento se realiza por medio de diferentes inspecciones que engloban los ajustes, limpieza, análisis, reparaciones, seguridad, lubricaciones y calibraciones de maquinaria, realizados para mantener en buen estado los equipos que se utilizan en la planta son generadores de ingresos.

#### **2.6.1.1. Procedimiento**

Se cuenta con un sistema de mantenimiento preventivo digital, en el cual se encuentran ingresados todos los equipos a los cuales se les realiza manteamientos y fechas ya programadas: mensuales, trimestrales y semestrales, dependiendo de la magnitud del manteniendo, todo ello se encuentra guardado en una base de datos y ordenes de trabajo para tener un mejor control y constancia del mismo.

- Órdenes de trabajo

Las ordenes de trabajo elaborados en la empresa, son planificadas de una manera que no afecte la producción, estas cuentan con las siguientes especificaciones:

- Encargado de mantenimiento
- Fecha de inicio
- Fecha de finalización
- Procedimiento a realizar
- Frecuencia de mantenimiento
- Duración de mantenimiento
- Tiempo de para de maquinaria
- Clasificación de mantenimiento
- Nombre de maquinaria

Cada una de estas especificaciones se tienen registradas en un sistema computarizado y guardados en una base de datos, se realiza de esta manera ya que así se tiene una mejor organización y al mismo tiempo un mejor control para evitar paros en producción o bien departamentos que pueden ser afectados por algún mantenimiento.

Al momento de empezar con el mantenimiento, primero la maquinaria es desmontada y llevada al taller para realizarle cada uno de los procesos ya programados y estipulados en la orden de trabajo. Seguidamente hecho los trabajos en el equipo es inspeccionado por el supervisor detalladamente para verificar que se hayan realizado de una manera correcta, terminado el proceso la maquinaria es transportada y montada de nuevo en su lugar de trabajo, para reiniciar labores.

### **2.6.2. Mantenimiento realizado por operarios**

El mantenimiento que se realiza por los operarios, forma parte del mantenimiento correctivo, ya que se realiza en un preciso momento donde es

necesario ajustar la máquina por diferentes situaciones que se presentan en el instante.

Este tipo de mantenimiento surge por la necesidad de realizar acciones correctivas que pueden ser realizadas por el operario encargado de la maquinaria.

### **2.6.2.1. Procedimiento**

Cada una de las líneas de producción cuenta con un encargado el cual vela porque el proceso se realice de la manera correcta, así como de solucionar problemas que surjan en los procesos, para ello existen acciones correctivas que generalmente suceden de una manera constante, entre las cuales se puede mencionar:

- Desperfectos eléctricos
- Calibración de temperaturas
- Cambio de vasos
- Limpieza de dosificador
- Recolocación de empaques
- Limpieza de vasos
- Limpieza de empaque

Todos estos tipos de actividades, no se encuentran programadas como una tarea usual, sino más bien porque surgen problemas en la línea y deben de solucionarse, los operarios encargados de estos trabajos no cuentan con capacitaciones adecuadas para este tipo de problemas, mucho menos con hojas de control que ayuden a conocer las necesidades tanto del operario como de la maquinaria.

## **2.7. Capacitación de operarios**

La importancia de una capacitación para los trabajadores es muy importante, ya que con ellas se busca un alto rendimiento de trabajo, además que el personal se siente de una manera motivada e importante para la organización y de esta manera poder realizar sus labores eficientemente.

La empresa cuenta con un sistema de capacitaciones para los trabajadores, el cual es muy detallado y beneficia a los colaboradores, pero no cuentan con programas de capacitación enfocados a los operarios encargados de las líneas de producción, los cuales realizan los mantenimientos correctivos de una manera empírica.

Las capacitaciones que se realizan en la empresa son programadas con anterioridad en periodos mensuales, trimestrales y anuales, esto dependiendo del tipo de capacitación a trabajar. Entre las capacitaciones que se dan a cada uno de los trabajadores se puede mencionar:

- Seguridad industrial
- Trabajo en equipo
- Uso de extintores
- Calidad
- Valores

Actualmente el departamento de recursos humanos cuenta con un área de capacitaciones la cual realiza la programación anualmente. Si bien es cierto que el plan de mantenimiento actual es recurrente, carece de capacitaciones para el mantenimiento de la maquinaria. A continuación, se muestra el plan de capacitación actual.

- Introducción

En el área de capacitaciones se tienen a dos personas encargadas del desarrollo de talento dentro de la empresa; se tiene un conjunto de entrenamientos destinados para cada área, comenzando con una introducción a la empresa y la variedad de productos con la cual esta cuenta, para familiarizar a los nuevos integrantes con la misma.

- Capacitaciones continuas

Como parte de las normas ISO y múltiples certificaciones con las que cuenta la empresa, se tiene un plan de seguridad industrial muy estricto, el cual incluye una capacitación general en donde se dan las definiciones básicas de la misma y mensualmente se realizan capacitaciones de distintos temas al respecto, fomentando y fortaleciendo la cultura de seguridad e higiene industrial. Además se brindan cursos de uso de extintores, trabajo en equipo y calidad para mantener al personal motivado e informado.

- Uso de la maquinaria

La introducción de maquinaria nueva y su utilización normalmente es dada por los técnicos de la empresa que entrega la misma, por lo que no se cuenta con un plan específico de capacitación en este ámbito, pero si se toma en cuenta como requerimiento al menos la introducción brindada para operar un equipo nuevo.

Básicamente el plan de capacitación actual se ve de la siguiente manera:

Tabla X. **Cronograma de capacitación actual**

<b>Capacitación</b>	<b>Inicial</b>	<b>Mensual/ Trimestral/ Anual</b>	<b>Esporádico</b>
Introducción a la empresa	X		
Uso de maquinaria	X		X
Seguridad industrial	X	X	
Trabajo en equipo	X	X	
Uso de extintores		X	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.



### **3. PROPUESTA PARA EL CAMBIO DEL MÉTODO DE EMPAQUE**

#### **3.1. Análisis de maquinaria gravimétrica**

Los requerimientos de envasado para *snacks* dependen de las exigencias del producto, así como del consumidor. Para poder tener un mejor sistema de empaque existen diferentes tecnologías que ayudan a realizar este proceso de manera eficiente, para cumplir con el objetivo de efectividad, tomando en cuenta todos los factores que influyen en él peso de cada bolsa, mantenimiento, manipulación de maquinaria, demoras permitidas, entre otros, para ello existe un tipo de maquinaria que en el proceso de empaque de sólidos es muy exacto al momento de tener un mejor control de los pesos y en la oxidación del producto de cada bolsa, este equipo es llamado multicabezal gravimétrico.

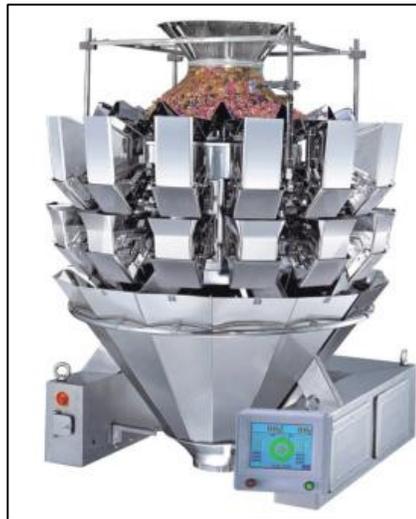
Este tipo de maquinaria se basa en la calidad y exactitud del peso de llenado, el cual es muy importante ya que si existe un peso menor al cual está indicado en la tabla de información del empaque, puede existir demandas ya que esto se encuentra estipulado en el RTCA, para productos pre empacados. Puede ser encontrada a nivel europeo, pueden ser máquinas alemanas e italianas, además son encontradas también en los países de oriente como China.

A continuación, se desarrollan los aspectos más importantes de este tipo de maquinaria.

### 3.1.1. Funcionamiento

El multicabezal gravimétrico tiene la característica esencial que funciona mediante una balanza la cual se programa de acuerdo al peso que se desee envasar y de esta manera ser dosificado con exactitud, sin que exista exceso de merma.

Figura 8. Funcionamiento



Fuente: Enipack. *Maquinaria volumétrica*. [www.enipack.com/embalaje/catalog\\_prod\\_detall.php?idp=49&idc](http://www.enipack.com/embalaje/catalog_prod_detall.php?idp=49&idc). Consulta: 2 de febrero de 2017.

Este sistema funciona por medio de un dosificador el cual utiliza una balanza multicabezal, este método es uno de los más precisos y rápidos que existe en la actualidad para dosificar sólidos. Debido a la gran velocidad a la cual funciona, utiliza varios recipientes donde es colocado el producto a envasar, estos contienen celdas de cargas en su interior para medir el peso que tienen el cual es determinado por el operador, cada recipiente es monitoreado para que el sólido, en este caso los *snacks* sean envasados con la medida requerida, si en

dado caso, el peso excede al establecido en cualquiera de los recipientes este automáticamente es desechado y se vuelve a llenar con el peso correcto.

### 3.1.2. Capacidad de producir

El multicabezal gravimétrico, puede ser de 10 o 14 balanzas, a continuación, se muestra la capacidad de los dos tipos, pero para la evaluación financiera se tomará en cuenta el equipo con 14 balanzas.

Tabla XI. **Capacidad**

<b>Descripción</b>	<b>10 balanzas</b>	<b>14 balanzas</b>
<b>Capacidad volumen</b>	2,5 l	2,5 l
<b>Capacidad bolsas/min</b>	55	80

Fuente: Tecno embalaje. *Capacidad de equipo*. [www.tecnoembalaje.com/Máquinaria-y-equipos/dosificadores/](http://www.tecnoembalaje.com/Máquinaria-y-equipos/dosificadores/). Consulta: 3 de febrero de 2017.

### 3.1.3. Especificaciones de maquinaria

A continuación, se muestran las especificaciones del multicabezal de 14 balanzas:

- Construcción en acero inoxidable.
- Pantalla táctil de fácil manejo.
- Sistema de pesaje automático completo de alta precisión.
- Construido para una mayor versatilidad: capaz de pesar y dispensar una amplia variedad de tipos de productos.
- Diseño de flujo rápido para el movimiento óptimo del producto.

- Se integra fácilmente en máquinas automáticas o líneas de producción existentes. También puede ser accionado a través del pedal para aplicaciones semiautomáticas.
- Integración lista para alimentadores, máquinas de embalaje, y el equipo de mezcla.
- Capaz de retener hasta 99 configuraciones de productos en memoria.
- Pantalla intuitiva en tiempo real estado de las máquinas.

#### **3.1.4. Procedimiento**

Actualmente la empresa cuenta con el sistema de mantenimientos preventivos ya descrito en el capítulo dos, para poder realizar este trabajo se debe subir al sistema ya computarizado la maquinaria nueva y realizar la programación adecuada para que se realice de una manera adecuada, este mantenimiento se debe empezar a realizar a los seis meses de haber empezado a utilizar el multicabezal.

- Órdenes de trabajo

La orden de trabajo ayudara a tener un control sobre los mantenimientos a realizar, debe contener datos personales de quien solicito la realización del trabajo, en caso de realizar un mantenimiento externo los datos del personal que ingresara a la planta, el equipo de protección personal, herramientas, fechas estimadas de realización y vencimiento de la orden.

Además de ello es importante mencionar que se debe realizar una copia de la orden de trabajo para que le quede directamente al encargado de área y sea de esta manera una constancia del trabajo. A continuación, una breve información con lo que debe contar la orden:

- Encargado de mantenimiento
- Fecha de inicio
- Fecha de finalización
- Procedimiento a realizar
- Frecuencia de mantenimiento
- Duración de mantenimiento
- Tiempo de para de maquinaria
- Clasificación de mantenimiento
- Nombre de maquinaria

Cada una de estas especificaciones deben de estar registradas en un sistema computarizado y guardados en una base de datos, se realiza de esta manera ya que así se tiene una mejor organización y al mismo tiempo un mejor control para evitar paros en producción o bien departamentos que pueden ser afectados por algún mantenimiento. El formato propuesto para realizar la orden de trabajo se encuentra en la figura 16 del capítulo 4.

### **3.1.5. Ventajas**

Entre las ventajas que se pueden mencionar en la implementación del multicabezal gravimétrico para envasar *snack* de 26 g, son las siguientes:

- Exactitud en pesos a envasar.
- Fácil limpieza y mantenimiento.
- Control de estabilidad para mayor estabilidad.
- Alta velocidad al momento de realizar las descargas.
- Paro individual de balanza, por sobre peso en el producto.
- Monitoreo computarizado de producto envasado en la jornada de trabajo.

### **3.1.6. Desventajas**

Entre las desventajas que se pueden mencionar en la implementación del multicabezal gravimétrico para envasar snack de 26 g, son las siguientes:

- Alto costo de implementación
- Es necesario realizar capacitación a operarios
- Alto costo de instalación

### **3.1.7. Costos para instalación**

Para realizar la instalación de un multicabezal gravimétrico, se debe tomar en cuenta ciertos costos para poder realizar el proceso, los cuales se describen a continuación:

#### **3.1.7.1. Montaje de instalación**

Para poder realizar la instalación de la maquinaria, se debe tomar en cuenta los costos directos e indirectos para el montaje del equipo, entre los cuales se debe tomar en cuenta:

- Instalación de equipos: para poder realizar la instalación, hay que tomar en cuenta el valor de la maquinaria, si en caso es de tipo importación hay que tomar en cuenta los *incoterms* y se asignara el valor que se presente en aduanas siendo FOB y CIF los más utilizados para importaciones. Además, se debe incluir el pago de personal calificado para realizar el montaje y supervisión.

- **Mantenimiento inicial:** los costos que se tomaran en cuenta para realizar el mantenimiento inicial es tan relacionados con la conservación de los equipos, ayudándolos a tener una mayor vida útil y potenciar su funcionamiento, este tipo de costo por lo general es ofrecido por la empresa que vende la maquinaria, por esa razón está incluido en el montaje.
- **Servicios auxiliares:** este tipo de servicios son aquellos que incluye todos los equipos y servicios que no se encuentran directamente en el proceso, por ejemplo: las instalaciones para suministrar vapor, agua y electricidad, estos servicios pueden ser ofrecidos por otras empresas así que no en ocasiones no son tomados para la inversión, en la empresa donde se realizara la instalación, cuentan con sus propios servicios.

Un estimado de los costos que están influyendo en los costos de instalación se detalla a continuación:

Tabla XII. **Montaje de instalación**

<b>Descripción</b>	<b>Costo Q</b>
<b>Importación</b>	55 000,89
<b>Sueldos de operación en proyecto</b>	150 000,00
<b>Mantenimiento inicial</b>	116 973.00
<b>Total</b>	321 973,89
<b>Importación</b>	55 000,89

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

### **3.1.7.2. Materiales de instalación**

Los materiales y herramientas que se utilizan para la instalación son de suma importancia ya que con ellos se empezara la puesta en marcha del equipo, para ello los materiales a utilizar son los siguientes:

- Tornillería
- Materiales aislantes de vibración
- Cangrejo 3/8"
- Llaves
- Tuercas

### **3.1.7.3. Transporte de maquinaria**

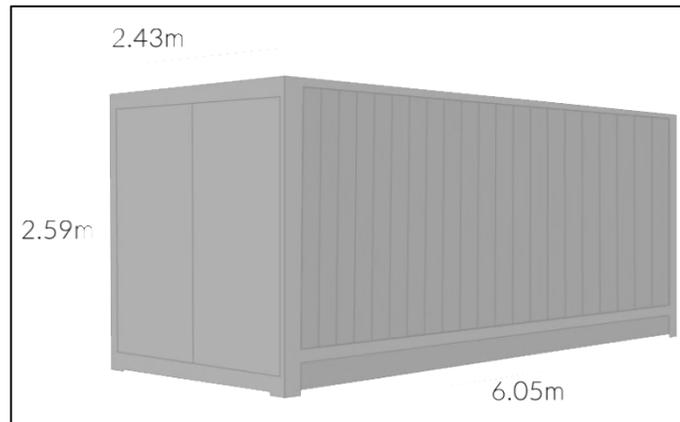
El transporte que se utilizará para llevar el multicabezal completo será de un contenedor, con las siguientes dimensiones:

- 20 pies standard: 6,05 m x 2,59 m x 2,43 m

La cantidad de contenedores que se utilizara serán tres, ya que es necesario colocarlo las piezas por separado, los equipos a transportar son los siguientes:

- Empacadora
- Cabezal multi balance
- Accesorios: dosificador, bobina y balanzas del multi cabezal

Figura 9. **Medidas contenedor**



Fuente: Transportes vector. *Medidas de un contenedor.*

[www.transportesvector.com.mx/medidas-unidades.php](http://www.transportesvector.com.mx/medidas-unidades.php) Consulta: 6 de junio de 2017.

### **3.2. Determinación del tipo de mantenimiento a aplicar a maquinaria**

El manteamiento que le realice a cualquier maquinaria es muy importante, por lo que determinarlo es de suma importancia para la buena vida útil.

#### **3.2.1. Manteamiento productivo total**

El TPM, es una estrategia la cual está integrada por actividades que tienen el objetivo de mejorar de gran manera la competitividad de una industria, ayudando de esta manera lograr un gran impacto a la reducción de costos, la mejora de tiempos de respuesta, calidad de productos y conocimientos del personal enfocados en su trabajo. El define el TPM como un sistema orientado a lograr:

- Cero accidentes
- Cero defectos
- Cero pérdidas

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costos de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente.

En la industria de alimentos, en la actualidad no cuenta con un sistema que ayude a mejorar la calidad del producto enfocada al personal que tiene contacto directo con la maquinaria que utilizan en el presente, el cual es el equipo volumétrico envasador de *snacks*.

Los pasos a realizar en el TPM serían los siguientes:

- Realización de inspecciones periódicas a cargo del jefe de mantenimiento, en busca de fallas o averías en la maquinaria. Es importante que en este punto se enfoque en los procesos y no en las personas, ya que todo formato a utilizar será evidenciado para una mejora en el sistema de gestión de calidad de la empresa y no solo en ello ya que también involucrara las buenas prácticas de manufactura, seguridad industrial, auditorías tanto internas como externas. Toda inspección será utilizada como una forma de acción correctiva hacia el sistema que se estará utilizando con esta propuesta.

El formato de inspección es una forma sencilla pero eficaz de realizar estos tipos de análisis sobre fallas que puedan afectar el proceso de llenado y empaquetado de las frituras:

Figura 10. **Inspección TPM**

<b>LOGO</b>	EMPRESA DE ALIMENTOS	REF-XXXX Revisión 1
<b>INSPECCIÓN TPM</b>		
Responsable: _____ Revisión de mantenimiento Firma: _____	Duración: _____ Fecha y hora de inicio: _____ Fecha y hora de fin: _____	
<b>Nombre de Maquinaria:</b> _____		
Prioridad: Alta          Media          Baja		
Planta: _____		
Línea: _____		
<b>Actividades a realizar</b>		
Flujo de productos terminados	B	M
Limpieza	B	M
Margen de productos defectuosos	B	M
Fugas visibles	S	N
Derrame de producto	S	N
Paros frecuentes	S	N
Comentarios: _____ _____		
Página 1 de X		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

- Crear un informe con el fin de justificar la solicitud de presupuesto adicional asignado al departamento de mantenimiento.
- Llevar a cabo las reparaciones necesarias indicadas en la inspección anterior.
- Ingresar el informe del mantenimiento preventivo y correctivo realizado al sistema de mantenimientos de la empresa.
- Realizar inspecciones semanales a la maquinaria, como estandarización del plan de mantenimiento.

Figura 11. Informe inspección TPM

<b>LOGO</b>	EMPRESA DE ALIMENTOS	REF-XXXX Revisión 1
<b>REPORTE DE INSPECCIÓN TPM</b>		
Responsable: _____	Duración: _____	
Revisión de mantenimiento	Fecha y hora de inicio: _____	
Firma: _____	Fecha y hora de fin: _____	
<b>Nombre de Maquinaria:</b>		
Prioridad: Alta	Media	Baja
Planta: _____		
Línea: _____		
<b>Actividades a realizar</b>		
Fallas encontradas:	_____	
	_____	
Tiempo estimado de paro	_____	
	_____	
Costo estimado	_____	
Carácter de reparación	Normal	Urgente
Comentarios: _____		
_____		
Página 1 de X		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

El problema, es que existe una gran cantidad de paros en la maquinaria, la cual es solucionada por el operario encargado del equipo, pero no se cuenta con un control de estos paros, como un guía que ayude al operario a mejorar su trabajo de una manera eficiente y con calidad en el proceso.

Este tipo de inspección ayudara a manejar de una mejor manera este paro y por lo tanto hacer como una bitácora del día a día de estos equipos y mejorar su rendimiento productivo durante el proceso de empaque.

### **3.2.1.1. Ventajas**

Las ventajas al implementar esta estrategia son variadas, ya que el objetivo principal de un TPM es mejorar calidad del producto, tomando en cuenta todo proceso que influya en él, maquinaria, mano de obra y mantenimiento, entre las ventajas se puede mencionar:

- Mejora la calidad del trabajo: esto implica a los operadores encargados de la maquinaria volumétrica, ya que, al momento de tomarlos en cuenta en el desarrollo de esta estrategia, mejoraran su estado de ánimo en el trabajo, creando una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto, comprometiéndose a realizarlo de una mejor manera y por lo tanto ayudara aumentar la eficiencia y productividad.
- Mejor control de las operaciones: debido que existe un gran paro en el proceso de envasado, al implementar este sistema ayudara a disminuir estos paros, logrando eliminar tanto los paros innecesarios y reducir los necesarios.
- Mejorar la calidad del producto final: al implementar un sistema TPM, se aumentará la calidad del producto, ya que al tener una estrategia que involucre globalmente a todos los departamentos, se tendrá un producto terminado con características que satisfagan de mejor manera las necesidades del cliente.
- Reducción de costos: la reducción de costos será grande, ya que los paros serán mínimos, por lo tanto, la capacidad de producir será mayor y el material desechado para envasar será menor.

### **3.2.1.2. Desventajas**

Las posibles desventajas que se pueden encontrar en la implementación del mantenimiento pueden ser enfocadas directamente al trabajador las cuales se desglosan a continuación:

- Resistencia al cambio
- Falta de comunicación
- Falta de cooperación
- Miedo a implementación de nuevos métodos

### **3.2.1.3. Metodología para la implementación**

La implementación del método es enfocada al operario que está directamente relacionada con la máquina empacadora volumétrica, ya que es necesario un sistema que ayude y oriente al trabajador a laborar de una manera más eficiente. El proceso para realizar la implementación se divide en varias fases las cuales se desarrollan continuación:

- Fase de inicialización: en esta etapa se debe diagnosticar la situación del área, el personal que se encuentra a cargo. Seleccionar el plan de 5's y los problemas que se encuentran en ella, para ello se encontró que dentro de esta línea de llenado existen muchos paros por falta de mantenimiento.
- Fase de desarrollo: se implementa el plan de 5's, además de analizar y eliminar fallas del sistema para lograr tener mejora continua en el proyecto.
- Fase de retroalimentación: en esta fase se hacen inspecciones y auditorias del mantenimiento enfocado al operario de la máquina con el objetivo de mejorar el proceso.

- Fase final: se establecen líderes en el proyecto, además de estándares ya establecidos para realizar el mantenimiento.

#### **3.2.1.4. Capacitación a operarios**

La capacitación a operarios es muy importante ya que en ella se orientará al trabajador sobre el mantenimiento, además de resolver dudas y mejoras. Estas capacitaciones se deben hacer periódicamente para retroalimentar y desarrollar nuevos métodos que ayuden a tener una línea de llenado más eficiente y como resultado se obtenga un producto con calidad.

Para poder realizar una capacitación se debe realizar lo siguiente:

- Programa anual de capacitación: este será desarrollado en el capítulo número cuatro, ayuda a contar con una planificación de las capacitaciones, así como los objetivos, personal encargado y formas de monitorear la eficacia de la capacitación.
- Medición del programa de capacitación: con ello se podrá especificar con más detalle cada uno de los temas a desarrollar y dejar constancia de notas e investigaciones de los resultados de los colaboradores.
- Evaluación anual de desempeño: la evaluación anual de desempeño se desarrollara mediante dos análisis:
  - Resultado de capacitaciones: serán las notas obtenidas durante las capacitaciones programadas en el formulario programa anual de capacitación, además como llevan a la práctica los conocimientos adquiridos durante este proceso.
  - Desarrollo de su trabajo: será designado y analizado por los jefes inmediatos y su forma de realizar las labores se toma en cuenta: iniciativa, actitud, conocimientos, entre otros.

### 3.2.1.5. Costos de implementación

Los costos para cualquier proyecto nuevo son de suma importancia, ya que se necesita saber la inversión, para ellos en este capítulo se realizó un análisis financiero para conocer a detalle los costos de inversión del proyecto. Los costos que influirán en el mantenimiento son los siguientes:

Tabla XIII. Costos de implementación

Material	Cantidad	Precio Q.
Ciento de hojas bond	1	30,00
Lapiceros	12	12,00
Computadora	1	3 500,00
Proyector	1	3 813,00
Pantalla para proyector	1	1 323,00
<b>Total</b>		<b>8 678,00</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

### 3.3. Análisis de costos

Siempre que se realiza un proyecto nuevo es necesario realizar un análisis financiero, ya que ninguna persona estará dispuesta a invertir en un proyecto del cual no se conoce su flujo de efectivo, además de las ganancias que puede llegar a tener con una inversión inicial.

Entre los costos a tomar en cuenta para realizar el análisis se pueden mencionar: el transporte, instalación del equipo, costo de la maquinaria, accesorios y repuestos, servicio técnico necesario para el desarrollo del proyecto y una parte muy importante tiempo de paro de producción en la línea en que se instalara la maquinaria, en la tabla XVI se detalla cada uno de ellos.

### **3.3.1. Análisis de costos maquinaria gravimétrica**

Como primer punto se tiene la evaluación financiera de la primera propuesta, la cual es la inversión en una nueva maquinaria para empacar las frituras de maíz.

#### **3.3.1.1. Evaluación financiera**

Para poder realizar la evaluación financiera de la maquinaria gravimétrica para la línea de frituras en su versión de 26 g, se utilizarán los siguientes criterios:

- Valor actual neto VAN
- Tasa interna de retorno TIR
- Relación costo/beneficio RCB

Estos criterios son detallados a continuación:

- Valor actual neto: este criterio financiero es un parámetro que ayuda a conocer la viabilidad de un proyecto con la ayuda de la estimación de los flujos de caja que se pretende tener en el periodo de años a evaluar.
- Tasa interna de retorno: es la tasa efectiva anual y hace que el valor actual neto de todos los flujos efectivos de una inversión sea cero y con ello saber si la tasa de retorno es mayor a la de descuento y así saber si el proyecto es rentable o no.
- Relación costo/beneficio: este análisis ayuda a conocer la conveniencia de la inversión mediante el análisis de todos los costos y beneficios que están involucrados en dicha inversión.

Con estos criterios se podrá conocer la viabilidad total del proyecto en ambas propuestas, para desarrollar cada uno de estos incisos descritos anteriormente se necesitan datos iniciales que son indispensables para ponerlo en marcha, a continuación, se desarrolla cada uno de ellos:

- **Inversión inicial**

Esta inversión es el conjunto de varios costos que son importantes para poder desarrollar el proyecto y conocer si se necesita reevaluar o seguir con él, para ello se despliegan los costos que influyen la inversión inicial, es importante recalcar que estos datos fueron obtenidos de la empresa, en la compra de estas maquinarias anteriormente, con ello se podrá hacer un análisis exacto de los costos totales que se tendrán, a continuación, se deriva cada uno de los costos:

- **Maquinaria**

**Tabla XIV. Costos maquinaria**

<b>Información de Maquinaria</b>	<b>Precio Q</b>
<b>Empacadora</b>	Q 1 441 875,00
<b>Cabezal multi balance</b>	Q 795 915,00
<b>Accesorios</b>	Q 553 487,75
<b>Instalación</b>	1,5 % sobre maquinaria

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word

- Transporte

Tabla XV. **Costos transporte**

<b>Transporte</b>	<b>Descripción</b>
<b>Cantidad de contenedores</b>	3
<b>Costo por contenedor</b>	Q 38 450,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

- Servicio técnico

Tabla XVI. **Costos servicio técnico**

<b>Servicio técnico</b>	<b>Descripción</b>
<b>Servicio</b>	Q 92 280,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

- Paro de producción

Tabla XVII. **Costos por paro de producción**

<b>Paro producción</b>	<b>Descripción</b>
<b>Días no trabajados</b>	9 días
<b>Horas no trabajadas diarias</b>	12 horas
<b>Capacidad de freidor Kilo/hr</b>	9
<b>Costo por hora no producida</b>	Q 7,92

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

- Inversión total

Tabla XVIII. **Inversión total**

<b>Inversión Inicial</b>	<b>Monto Q</b>
<b>Empacadora</b>	Q 1 441 875,00
<b>Cabezal multi balance</b>	Q 795 915,00
<b>Accesorios</b>	Q 553 487,75
<b>Transporte</b>	Q 115 350,00
<b>Costos por paro de producción</b>	Q 7 694,32
<b>Servicio técnico</b>	Q 92 280,00
<b>Instalación</b>	Q 321 973,89
<b>Total de inversión inicial</b>	Q 3 328 575,96

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

- Ingresos:

Los ingresos que se detallarán a continuación, serán las ventas netas pronosticadas en base al modelo de media móvil ya que este método es utilizado cuando la demanda del mercado es estable a un periodo largo de tiempo.

La estimación de los ingresos se hará en un período de cinco años ya que este es el recomendable e ideal para que retorne la inversión inicial. Además, trimestralmente en el método de media móvil e inicialmente se utilizará como base historia de datos los valores de ventas netas del año 2015 para poder hacer una estimación a largo plazo.

- Media móvil

Para poder aplicar este tipo de previsión es necesario los datos del año 2015, los cuales están divididos en trimestres, también es necesario conocer la formula por lo cual a continuación se desarrolla el método de previsión:

Tabla XIX. **Ventas netas año 2015**

Trimestre	Ventas netas
1	Q 2 700 000,00
2	Q 2 750 000,00
3	Q 2 698 000,00
4	Q 2 755 000,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

La fórmula que se utiliza para poder realizar la previsión es la siguiente:

$$(4) \quad \text{Media móvil} = \frac{\sum \text{demanda de } n \text{ periodos previos}}{n}$$

Donde n= es el número de períodos en el método, que en este caso son trimestres por lo tanto nuestra n es 3.

$$\text{Media móvil} = \frac{\sum(\text{trimestre2} + \text{trimestre3} + \text{trimestre4})}{3}$$

$$\text{Media móvil} = \frac{\sum(2\,750\,000 + 2\,698\,000 + 2\,755\,000)}{3}$$

$$\text{Media móvil} = Q\,2\,734\,333,33$$

La previsión para el trimestre número 5 es de Q 2 734 333,33, el cual pertenece al primer trimestre del año 2016.

Tabla XX. **Previsiones para las ventas netas**

<b>Año</b>	<b>Trimestre</b>	<b>Ventas netas</b>
<b>2015</b>	1	Q 2 700 000,00
	2	Q 2 750 000,00
	3	Q 2 698 000,00
	4	Q 2 755 000,00
<b>2016</b>	5	Q 2 734 333,33
	6	Q 2 729 111,11
	7	Q 2 739 481,48
	8	Q 2 734 308,64
<b>2017</b>	9	Q 2 734 300,41
	10	Q 2 736 030,18
	11	Q 2 734 879,74
	12	Q 2 735 070,11
<b>2018</b>	13	Q 2 735 326,68
	14	Q 2 735 092,18
	15	Q 2 735 162,99
	16	Q 2 735 193,95
<b>2019</b>	17	Q 2 735 149,70
	18	Q 2 735 168,88
	19	Q 2 735 170,84
	20	Q 2 735 163,14
<b>2020</b>	21	Q 2 735 167,62
	22	Q 2 735 167,20
	23	Q 2 735 165,99
	24	Q 2 735 166,94

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

- Egresos

Los egresos que a continuación se desglosan son todas las salidas de efectivo, que se pronosticarán para los 24 períodos restantes, los primeros 4 periodos tendrán los gastos del 2015 por trimestre, para luego realizar una previsión de las demás salidas de dinero, siguientemente se muestra la previsión:

Tabla XXI. Egresos año 2015

Trimestre	Egresos
1	Q 1 740 000,00
2	Q 1 763 000,00
3	Q 1 732 000,00
4	Q 1 765 000,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

La fórmula que se utiliza para realizar la previsión es la siguiente:

$$Media\ móvil = \frac{\sum \text{demanda de } n \text{ períodos previos}}{n}$$

Donde n= es el número de períodos en el método, que en este caso son trimestres por lo tanto nuestra n es 3.

$$Media\ móvil = \frac{\sum(\text{trimestre2} + \text{trimestre3} + \text{trimestre4})}{3}$$

$$Media\ móvil = \frac{\sum(1\ 763\ 000 + 1\ 732\ 000 + 1\ 765\ 000)}{3}$$

$$Media\ móvil = 1\ 753\ 333,33$$

La previsión para el trimestre número 5 es de Q 1 753 333,33, el cual pertenece al primer trimestre del año 2016. De esta manera se hace el pronóstico para cada periodo hasta llegar al número 24 con el que se cumplen los cinco años de egresos.

Se tomó los egresos de cinco años ya que es un tiempo prudente para el retorno de la inversión inicial del proyecto.

Tabla XXII. **Previsión para egresos**

<b>Año</b>	<b>Trimestre</b>	<b>Egresos</b>
<b>2015</b>	1	Q 1 740 000,00
	2	Q 1 763 000,00
	3	Q 1 732 000,00
	4	Q 1 765 000,00
<b>2016</b>	5	Q 1 753 333,33
	6	Q 1 750 111,11
	7	Q 1 756 148,15
	8	Q 1 753 197,53
<b>2017</b>	9	Q 1 753 152,26
	10	Q 1 754 165,98
	11	Q 1 753 505,26
	12	Q 1 753 607,83
<b>2018</b>	13	Q 1 753 759,69
	14	Q 1 753 624,26
	15	Q 1 753 663,93
	16	Q 1 753 682,63
<b>2019</b>	17	Q 1 753 656,94
	18	Q 1 753 667,83
	19	Q 1 753 669,13
	20	Q 1 753 664,63
<b>2020</b>	21	Q 1 753 667,20

Continuación de la tabla XXII.

Año	Trimestre	Egresos
2020		22 Q 1 753 666,99
		23 Q 1 753 666,27
		24 Q 1 753 666,82

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

### 3.3.1.1.1. Valor actual neto VAN

Este método de evaluación financiera es muy útil ya que todos los ingresos y egresos futuros se convierten a datos presentes. Con los datos del inciso anterior el procedimiento queda de la siguiente manera:

$$(5) \quad VAN = \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+k)^j} - F_0$$

Dónde:

- $F_0$  es la inversión inicial
- $F_j$  son los flujos netos por período
- $k$  es la tasa de interés, que en este caso es del 10 %
- $n$  son los periodos que se evaluarán, que en este caso son 5 años

Para evaluar este método es necesario conocer el flujo neto por periodo, para ello se debe restar los ingresos y egresos de cada año y poderlo conocer, del mismo modo el interés que se tomará como base será de un 10 %, el cual es el recomendable al momento de invertir en un nuevo proyecto. Queda así:

$$VAN = -Q 3 328 575,96 + \frac{Q 3 924 444,45}{(1 + 0,1)^1} + \frac{Q 3 925 849,12}{(1 + 0,1)^2} + \frac{Q 3 926 045,28}{(1 + 0,1)^3} + \frac{Q 3 925 994,04}{(1 + 0,1)^4} + \frac{Q 3 926 000,48}{(1 + 0,1)^5} = Q 11 552 544,31$$

Tabla XXIII. Flujo de efectivo

Concepto	Inicial	1	2	3	4	5
<b>Inversión</b>	Q 3 328 575,96					
<b>Ingresos</b>		Q 10 937 234,57	Q 10 940 280,45	Q 10 940 775,79	Q 10 940 652,57	Q 10 940 667,76
<b>Egresos</b>		Q 7 012 790,12	Q 7 014 431,33	Q 7 014 730,51	Q 7 014 658,53	Q 7 014 667,28
<b>Flujo de Efectivo</b>		Q 3 924 444,45	Q 3 925 849,12	Q 3 926 045,28	Q 3 925 994,04	Q 3 926 000,48

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Con el valor del valor presente neto se puede concluir que es viable y factible ya que se cuenta tanto con la maquinaria en *stock* como la inversión y es retornable con un 18 % de ganancia en la inversión.

### 3.3.1.1.2. Tasa de interés retornable TIR

Para conocer la tasa interna de retorno del proyecto se debe probar con varios intereses en la fórmula del valor presente neto hasta que el resultado sea igual a cero y así saber cuál es el porcentaje anual al cual se debe invertir para que se recupere exactamente la inversión inicial sin que exista una pérdida o una ganancia. A continuación, se realiza las operaciones para conocer la tasa:

$$VAN = -Q 3 328 575,96 + \frac{Q 3 924 444,45}{(1 + 1,1535)^1} + \frac{Q 3 925 849,12}{(1 + 1,1535)^2} + \frac{Q 3 926 045,28}{(1 + 1,1535)^3} + \frac{Q 3 925 994,04}{(1 + 1,1535)^4} + \frac{Q 3 926 000,48}{(1 + 1,1535)^5}$$

$$Con TIR = 115,35 \% \quad VAN = Q 172,38$$

- Realizado la operación con un porcentaje bastante alto que es 115,35 % el valor presente neto queda a Q 172,38, muy cercano a cero por lo tanto es la tasa máxima a la cual se puede invertir para poder recuperar la inversión inicial, esto muestra que es bastante factible el proyecto ya que cualquier tasa menor a esta referencia el proyecto generara una ganancia.

### 3.3.1.1.3. Relación costo/beneficio RCB

El método de relación beneficio costo ayuda a comparar de forma directa todos los ingresos y los egresos y conocer de esta manera la viabilidad del proyecto, los posibles resultados pueden ser de la siguiente manera:

- $B/C > 1$  muestra que todos los ingresos superan los egresos por lo que el proyecto tiene una gran viabilidad.
- $B/C = 1$  muestra que en este punto no existen ganancias ya que los ingresos y los egresos son iguales.
- $B/C < 1$  muestra que los egresos son mayores a los ingresos por lo tanto el proyecto no es viable y puede resultar en pérdidas.

La fórmula que se utilizará se indica a continuación:

$$(6) \quad B/C = \frac{VAN}{F_0}$$

Sustituyendo los datos la ecuación queda de la siguiente manera:

$$B/C = \frac{Q 11 552 544,31}{Q 3 328 575,96}$$

$$B/C = 3,47$$

De acuerdo a los datos calculados anteriormente se puede demostrar que el proyecto es viable ya que los valores del VAN, TIR, Y B/C, son efectivos por lo tanto el proyecto es viable y se puede realizar.

### **3.3.2. Análisis de costos para mantenimiento a maquinaria actual**

El objetivo de esta propuesta es dar un resultado inmediato sin una inversión grande, por ello lo que se desea mejorar con el mantenimiento productivo total enfocado al personal que maneja la maquinaria es mejorar la

eficiencia de la máquina con inspecciones constantes, así que lo que se eliminará con esta propuesta es tiempo muerto en la producción para ello los tiempos y la capacidad de la maquinaria quedarán de la siguiente manera en un ambiente ideal:

### 3.3.2.1. Tiempo operativo

La definición de este tiempo se encuentra en el capítulo 2, el tiempo se desglosa de la siguiente manera:

- Tiempo de preparación de trabajo
  - Tiempo de calibraciones y revisiones
  - Tiempo de trabajo en vacío
  - Tiempo efectivo
- 
- Tiempo total de operación:

$$t_o = t_e - t_p - t_r - t_v$$

Dónde:

$t_o$  = tiempo operativo

$t_p$  = tiempo de preparación de trabajo

$t_r$  = tiempo de revisiones y calibraciones

$t_v$  = tiempo de trabajo en vacío

$t_e$  = tiempo efectivo

$$t_o = 480 \text{ min} - 10 \text{ min} - 20 \text{ min} - 45 \text{ min}$$

$$t_o = 405 \text{ minutos}$$

Como se puede observar, el objetivo fue minimizar el tiempo de preparación de trabajo y el tiempo de revisiones y calibraciones, donde  $t_p$  se debería reducir como mínimo diez minutos y el  $t_r$  se redujo de igual manera por lo menos diez minutos, para dar un tiempo operativo nuevo de 405 minutos.

### 3.3.2.2. Tiempo total de trabajo de maquinaria

$$t_{tt} = t_1 + t_o$$

Dónde:

$t_{tt}$  = tiempo total de trabajo de maquinaria

$t_1$  = tiempo de transporte

$t_o$  = tiempo operativo

$$t_{tt} = 0 + 405 \text{ min}$$

$$t_{tt} = 405 \text{ minutos}$$

### 3.3.2.3. Capacidad

Teniendo el tiempo total de trabajo se puede conocer la capacidad de trabajo de la maquinaria,

- Capacidad de maquinaria

$$C_{maq} = C_{prod} * t_o$$

Dónde:

$C_{maq}$  = capacidad de maquinaria

$C_{prod}$  = cantidad de producción por minuto

$t_o$  = tiempo operativo

$$C_{maq} = 70 * \frac{\text{Bolsas}}{\text{minuto}} * 405 \text{ minutos}$$

$$C_{maq} = 28\,350 \text{ bolsas}$$

La capacidad de la maquinaria al día es de 28 350 bolsas.

Con los datos vistos anteriormente se puede observar que además de producir más por día lo que demuestra que hay una mayor eficiencia de la maquinaria, existe un costo menor por hora no producida, es decir, aumenta la eficiencia de la maquinaria y minimiza los costos por paros, lo cual se puede mostrar en la siguiente tabla.

Tabla XXIV. **Comparación propuesta mantenimiento**

<b>Concepto</b>	<b>Actual</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Diferencia</b>
<b>Producción diaria bolsas</b>	27 090	28 350	1 260
<b>Tiempo muerto minutos</b>	95	75	20
<b>Costo por hora no producida Q 7,92</b>	Q 752,40	Q 594,00	Q 158,40

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.



## 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

En el capítulo anterior se analizó dos propuestas diferentes para mejorar la línea de producción, específicamente en el empaque de frituras de maíz de 26 g, es importante mencionar que las dos propuestas son viables por razones que a continuación se desarrollarán.

En primer lugar se tiene la inversión de una maquinaria gravimétrica, la cual tiene como objetivo mejorar el proceso de envasado del producto, ya que este elemento coloca el peso exacto en la envoltura evitando de esta manera un bajo peso o sobre peso en el producto final, ayudando a minimizar costos por inexactitud de producto, debido que actualmente en los gráficos de control ya mencionados en el capítulo dos se encuentra casi en su totalidad fuera de los límites ya establecidos y por ende no existe calidad total en el producto terminado. El análisis financiero mostro por medio de los diferentes índices financieros: VAN, TIR Y B/C, el proyecto de colocar una nueva maquinaria en la línea es viable ya que la inversión que se realice se retornara en cinco años.

Se tiene la propuesta de un mejor mantenimiento a la maquinaria actual, la cual es volumétrica, con ella se logra producir pero tiene el problema de paros constantes y por consecuente costos, para ello se analizó el método de un mantenimiento productivo total aplicando inspecciones diarias para mejorar la eficiencia y minimizar los paros, para ellos se hizo un análisis de la capacidad y el costo que influye en ella y con él se logra obtener menor costos por estos. Esta propuesta es bastante factible y viable ya que no es necesario hacer una inversión mayor para mejorar la calidad del producto.

## **4.1. Implementación de maquinaria gravimétrica**

Para poder desarrollar esta propuesta es necesario tomar en cuenta varios puntos que son importantes para poder desarrollarlos, en este título se podrá conocer los puntos que ayudarán a implementar la maquinaria.

Luego de realizar la propuesta, es necesario que la forma de la implementación sea lo más eficiente posible tomando como base los puntos más importantes para ponerla en marcha, se implementaran los siguientes puntos:

- Instalación
- Distribución de planta
- Balance de líneas
- Trabajo proyectado
- Capacitaciones
- Mantenimientos
- Programación de mantenimientos
- Retroalimentación
- Ordenes de trabajo

### **4.1.1. Instalación**

Dentro de los parámetros para la implementación de la primera opción que en este caso es la maquinaria gravimétrica, es necesario tomar en cuenta la instalación de ella, ya que es importante realizar una instalación correcta para el buen funcionamiento del equipo, optimizando recursos y minimizando tiempo de producción.

Los pasos para realizar la instalación son los siguientes:

- Escoger el proveedor encargado de la instalación de la maquinaria nueva.
- Establecer el área necesaria para la instalación de la nueva maquinaria, por medio de mediciones con metro, considerando un área de paso de 1,5 m laterales y frontales alrededor de la máquina.
- Determinar el tipo de cimentación a utilizar, a partir de las características de la máquina; en este caso al tratarse de una máquina de carga casi estática, se recomienda una cimentación de bloque.
- Habilitar el espacio tanto para su transporte dentro de la planta hacia su área de trabajo como el área de trabajo en sí, eliminando posibles obstáculos en el camino.
- Llevar a cabo la instalación planificada anteriormente.
- Realizar evaluaciones posteriores requeridas para determinar la instalación exitosa.
- Realizar monitores periódicos como prueba piloto.

#### **4.1.1.1. Distribución**

La distribución es una parte muy importante a la hora de colocar una planta de producción, ya que ayuda a conocer el orden de las áreas de trabajo y del equipo para tenerlo de la forma más eficiente hablando de costos, además mejorar el tiempo y sobre todo que el ambiente laboral sea el más adecuado para los trabajadores. Existen varios beneficios los cuales son el resultado de una buena distribución, entre los cuales se puede mencionar:

- Reducción de riesgos industriales: una parte muy importante es la seguridad del personal, tener una buena distribución minimiza los riesgos de enfermedades y accidentes en el trabajo, con ello ayuda

a tener ordenado el área de trabajo, evitando tener herramienta innecesaria en pasillos, previniendo de esta manera los resbalones, la iluminación deficiente, ruido excesivo y mala ventilación.

- Comodidad del trabajador: para mejorar la productividad del trabajador es necesario que el trabajo labore en áreas que se encuentren adecuadas para ellos, por ejemplo, evitando tener áreas distribuidas de mala manera, por ejemplo: ruido excesivo, deficiente iluminación, mejorando cada uno de estos factores ayudan a que el personal este más cómodo y motivado.
- Productividad: anteriormente se habla de mejorar la productividad, buen para ello la distribución facilitará esta tarea, ya que los factores que afecten de manera positiva al trabajador a causa de una distribución correcta, mejorarán considerablemente el desempeño, minimizando movimientos.
- Retrasos: un factor muy importante al momento de diseñar o bien rediseñar una línea de producción o totalmente la planta, son los retrasos, se debe tomar en cuenta que tanto el personal como las maquinarias no deban que esperar tanto para poder realizar las tareas asignadas.
- Optimizar espacio: un beneficio importante al diseñar adecuadamente es minimizar el espacio, ya que lo que se trata de eliminar, dependiendo del tipo de distribución son los movimientos adyacentes o cruzados ya que retrasa tiempo y es señal que el espacio no se utilizó de la manera correcta.

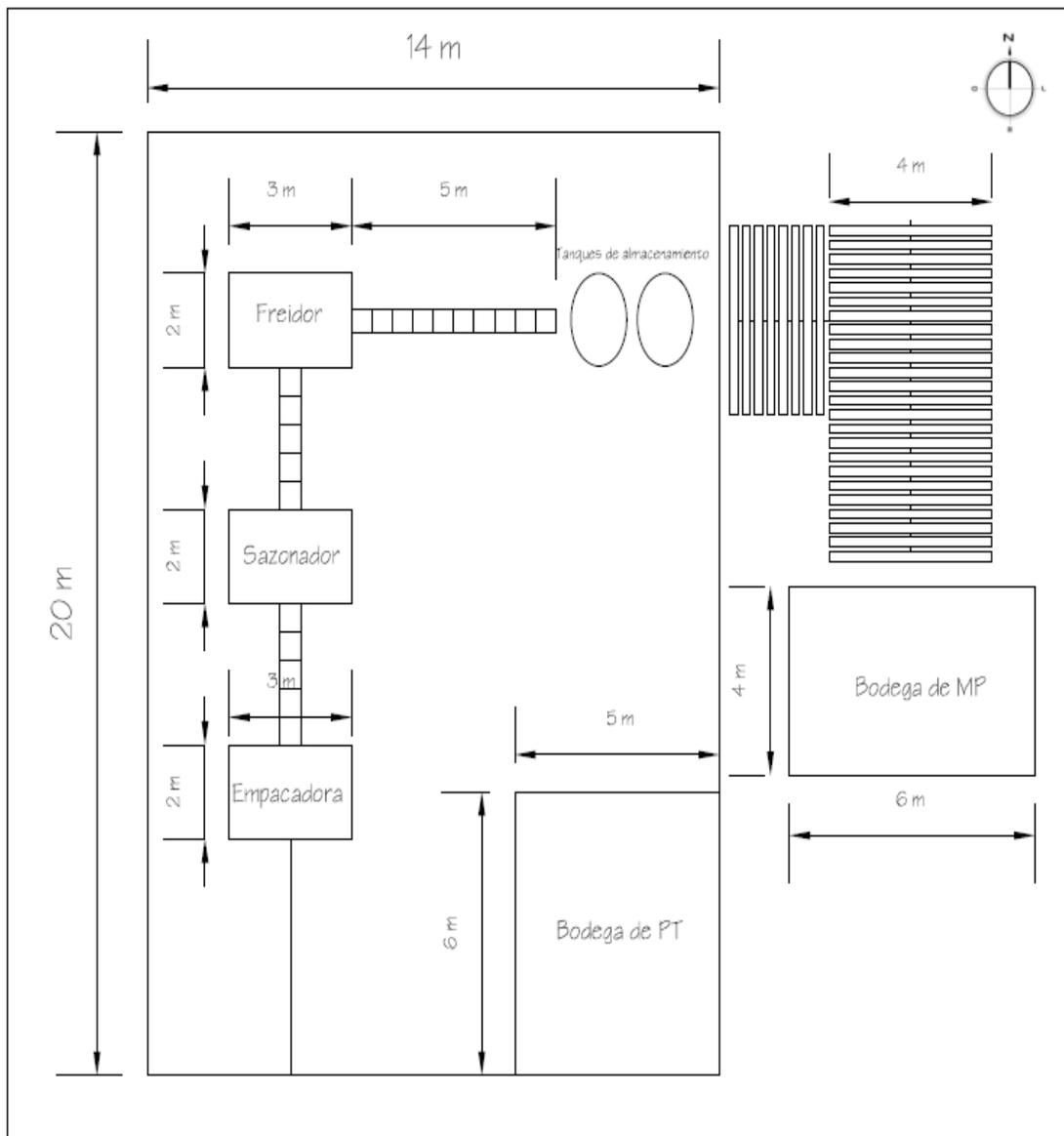
- Vigilancia: el objetivo de la vigilancia es que al momento de diseñar se tenga una amplia visión para poder controlar cada uno de los procesos de la planta.

Existen varios métodos que son utilizados para distribuir o redistribuir una planta, entre los cuales se puede mencionar:

- Distribución por posición fija: este tipo de distribución se caracteriza por que tanto la mano de obra y maquinaria son los que se confluyen para poder realizarlo. Esto significa que el material se lleva al lugar de montaje, este tipo de proyecto se adapta con facilidad, el trabajo depende de la labor individual de cada trabajador, un ejemplo claro de este tipo de distribución es el ensamble de barcos.
- Distribución por proceso: todos los segmentos de trabajo son situados de manera que exista versatilidad en el trabajo, para ello es necesario hacer una matriz donde se pueda colocar cada una de las maquinarias y hacer una relación de contactos entre ellas y las máquinas que tengan más contactos con otras son las que se colocan en medio, es importante que no se debe colocar operaciones adyacentes y cruzadas ya que esto provoca retrasos en la producción, este tipo de distribución es utilizada cuando la demanda no es constante.
- Distribución por producto: este tipo de distribución es utilizado cuando la demanda es constante, como por ejemplo envase de bebidas, elaboración de productos alimenticios como pasteles. Entre sus características se encuentra que es lineal o bien productos en cadena, es necesario terminar un paso para poder seguir con el siguiente. En el caso de este proyecto se utilizará este tipo de distribución ya que es un proceso de llenado y

empaque de fritura y para ello es necesario haber hecho todo de una manera lineal que da como resultado el empaque del producto.

Figura 12. **Croquis de planta**



Fuente: elaboración propia, empleando Autocad.

Como es lineal la distribución, lo único que se sustituirá es la maquinaria volumétrica con una gravimétrica y para ello toda la distribución quedará de la misma manera, en la figura 12 se muestra el croquis de como quedará la redistribución de la línea de producción.

#### **4.1.1.2. Balance de líneas**

El objetivo de un balance de líneas es determinar el número de estaciones que debe de existir en el trabajo para poder equilibrar una línea de producción, además de establecer el número de operarios que es necesario por línea para poder alcanzar la demanda solicitada.

Esta herramienta es muy importante para tener un control en la producción, ya que si se encuentra equilibrada la línea de producción quiere decir que se optimizo ciertas variables como tiempo, operarios y todo lo que afecta a la productividad de un proceso. Es importante recalcar que las líneas de producción deben ser balanceadas de tal manera que la frecuencia de salida de una pieza debe ser igual a la frecuencia de alimentación de la máquina que realiza la operación siguiente.

A continuación, se realiza el procedimiento de cómo debe hacerse el balanceo de la línea de fritura de maíz versión 26 g, implementando la nueva maquinaria:

Se debe tomar en cuenta que el balanceo de líneas que se hará es para conocer el número de estaciones adecuada para mejorar la eficiencia de la producción de frituras. Es importante saber que este proceso es completamente automatizado por lo que los operarios que se encuentran en este proceso están

para manipular la maquinaria e inspeccionar que el proceso se realice de la mejor manera posible.

Los pasos para realizar el balance de líneas son los siguientes:

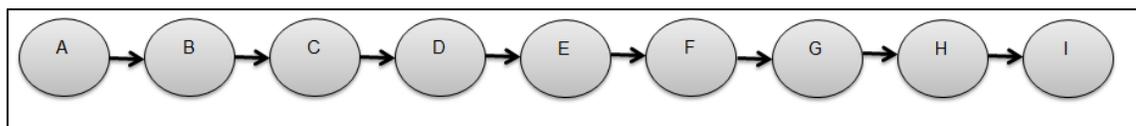
- Lo primero que se realizará es un diagrama de precedencias, claro está que es lineal por el tipo de distribución en el que se encuentra y es necesario terminar una actividad para proseguir con la siguiente el diagrama de flujo de este proceso se encuentra especificado en el capítulo 2:

Tabla XXV. **Ejemplo de tabla de diagrama de precedencias**

Operaciones	Tiempo estándar minutos	Tareas que prosiguen
A	T1	--
B	T2	A
C	T3	B
D	T4	C
E	T5	D
F	T6	E
G	T7	F
H	T8	G
I	T9	
<b>Total</b>	T total	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 13. **Ejemplo de diagrama de precedencias**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

- Con los datos del tiempo de producción disponible se calcula el tiempo de ciclo TC

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{Unidades requeridas}}$$

En este caso se utilizará un tiempo de producción disponible de una jornada de ocho horas diarias, por lo que esto equivale a 28 800 segundos y un nivel de producción de 400 unidades, lo cual queda de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{28\,800 \text{ segundos}}{400 \text{ unidades}} = 72 \text{ segundos/unidades}$$

- También es requerido la tasa de producción TP, la cual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Tasa de producción (TP)} = \frac{\text{Unidades a producir}}{\text{Tiempo disponible de un operario}}$$

Para la tasa de producción se utilizarán los datos del ejemplo anterior, por lo que la fórmula queda de la siguiente manera:

$$\text{Tasa de producción (TP)} = \frac{400 \text{ unidades}}{28\,800} = 0,014$$

- Para conocer el número mínimo de estaciones se utiliza la siguiente relación:

$$\text{Número min de estaciones} = \frac{\text{Tiempo total de tareas}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

Para calcular el número de estaciones mínimo para realizar el proceso se muestra en la siguiente fórmula:

$$\text{Número min de estaciones} = \frac{300 \text{ segundos}}{72 \text{ segundos/unidades}} = 4,16$$

#### 4.1.1.2.1. Número de operarios asignados

Es importante conocer el número de operarios de una línea de producción, ya que ayuda a mantener todas las condiciones en buen funcionamiento, como por ejemplo cumplir con la demanda justo a tiempo y sobre todo que el funcionamiento de la producción este en óptimas condiciones. Todas las tareas que tenga el operador siempre dependerán del tipo de producción que se tenga, que en este caso es continua.

Para poder calcular el número de operarios en la línea de producción es necesario conocer ciertos datos:

- Tiempo estándar de la pieza
- Eficiencia
- Tiempo total de tareas
- Tiempo de ciclo
- Número de estaciones

A continuación, las fórmulas que darán el resultado deseado:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo total de tareas}}{\text{Tiempo de ciclo} * \text{NE}}$$

Para calcular el número de operarios ideal, primero se debe conocer la eficiencia del proceso.

$$Eficiencia = \frac{300 \text{ segundos}}{72 \text{ segundos/unidad} * 4} = 1,05$$

Luego de conocer la eficiencia la cual en el ejemplo es de 1,05, se procede a realizar el cálculo del número de operarios:

$$\text{Número de operarios} = \frac{\text{Tiempo estándar de la pieza} * TP}{Eficiencia}$$

$$\text{Número de operarios} = \frac{300 \text{ segundos} * 0,014}{1,05} = 4 \text{ operarios}$$

El número de operarios resultante será descrito con la eficiencia de la línea.

#### **4.1.1.2.2. Cantidad de trabajo proyectado**

La cantidad de trabajo proyectado está relacionado con la demanda establecida diaria, la cual se pondrá de ejemplo 33 600 bolsas de snacks diarias. Para ello se debe trabajar en una jornada diurna la cual está ya establecida por ocho horas, fabricando 70 bolsas por minuto, a continuación en la tabla XXIV se muestran los datos, con el ejemplo pre-determinado.

#### **4.1.2. Capacitación a operarios de empaque**

El colaborador o colaboradores que se encuentren en la línea de producción son las personas que le darán seguimiento al progreso, la eficiencia y el progreso de todo el funcionamiento de la producción, son los encargados de tomar las

muestras, inspecciones de calidad, cambios a último momento, ellos son los encargados de supervisar todo el proceso.

Tabla XXVI. **Proyección de trabajo**

<b>Concepto</b>	<b>Descripción</b>
<b>Unidades diarias</b>	33 600 bolsas
<b>Unidades por minuto</b>	70 bolsas
<b>Jornada</b>	Diurna
<b>Cantidad de operarios</b>	5
<b>Eficiencia</b>	95 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Para ello es muy importante mantenerlos en constante capacitación, ya que esto es una manera de incentivarlos y al mismo tiempo motivarlos para realizar cada una de sus tareas de la manera más eficiente. Esto se debe realizar de manera programada para que conozcan el funcionamiento de cada una de las maquinarias a las cuales tendrán a su cargo, por eso se debe conocer la importancia de una capacitación. Una capacitación debe ser constante para poder ver los resultados, sobre todo cuando es sobre el uso de una nueva maquinaria o herramienta, por eso se propone una opción para realizar la capacitación inicial y seguidamente constante para los colaboradores. Esta capacitación será otorgada por personal altamente preparado y que conoce sobre el tema y los costos de este, se encuentran ya establecidos en el capítulo 3, dentro del análisis financiero y la inversión inicial dentro del concepto de soporte técnico, ya que al momento de instalar la maquinaria se da capacitación y se deja documentos para poder mejorar la calidad del trabajador con respecto a la maquinaria. A continuación, se muestra la propuesta de capacitaciones para operarios y personal que este directamente involucrado en el proceso de utilización y manejo de la maquinaria gravimétrica:

Figura 14. Trifoliar de capacitación



Continuación de la figura 14.

### ¿QUÉ SON LAS 5S?

Este tipo de estrategia es utilizada principalmente para mantener un área de trabajo ordenada y limpia, tiene el número "cinco" ya que está compuesto por cinco palabras japonesas que comienzan con la letra "s", cada una de estas palabras es importante porque representa una fase de la estrategia y tiene un significado esencial para la creación del mantenimiento.

Esta estrategia además de formar parte del TPM forma parte de la mejora continua, esto quiere decir de la buena práctica de la calidad, es llamada en otras palabras también "mantenimiento integral", esto refiere no solamente a una maquinaria, se refiere a la interrelación de todos los ambientes (empresa,

### ¿QUÉ SON LAS 5S?

#### **Clasificar:**

Es la primera área de la estrategia, en ella es necesario que en el área de trabajo todos los elementos que no son necesarios para trabajar sean eliminados.

#### **Ordenar:**

Esta parte consiste en ordenar cada ambiente de trabajo ya con los elementos innecesarios eliminados, el objetivo de esta parte es que todo lo que se clasifico para quedarse en el área sea encontrado con facilidad.

#### **Limpiar:**

Consiste en limpiar el área tanto de papeles, residuos que puedan provocar accidentes en el área, desde el punto de vista del TPM significa inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza, con ello se puede observar fallos de la maquinaria que puedan dar problema durante la jornada de trabajo.

#### **Estandarizar:**

Esta parte permite estandarizar los procesos de limpieza y orden en cualquier puesto de trabajo, para el área del TPM se refiere a realizar un mantenimiento diario mejorando de esta manera la limpieza y optimización de los equipos en la línea de producción.

#### **Disciplina:**

Es el último paso, en el cual las acciones realizadas con anterioridad se convierten en un hábito donde los métodos utilizados en los pasos anteriores se estandarizan un fin en común, el cual es mejorar la línea de



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Publisher.

### 4.1.2.1. Frecuencia de capacitación

Es importante mantener la frecuencia de las capacitaciones, ya que ayudaran a mejorar el rendimiento del personal, aumentar la productividad, tener un ambiente de trabajo agradable y que el colaborador se sienta parte importante del proceso. Como se desarrolló en el capítulo anterior las capacitaciones dependerán de la información dada por la empresa dedicada a vender el tipo de maquinaria a adquirir, además todas las capacitaciones y retroalimentaciones serán dadas por el personal de la empresa.

#### **4.1.3. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo es uno de los más importantes en esta área ya que una de sus principales características es ser planificado, es llamado de esta manera también por efectuarse antes de que ocurra una falla, realizado bajo condiciones que se encuentran controladas, bajo la ejecución de un sistema de inspecciones que deben de realizarse periódicamente, con el objetivo de controlar y detectar condiciones que se encuentran inadecuadas o fuera de los rangos permitidos de funcionamiento y que puedan provocar el desgaste continuo de la maquinaria hasta lograr el paro de una línea de producción o bien total de la planta, por ello se debe tener un cuidado permanente y sobre todo adecuado del mantenimiento para cada equipo, logrando así alargar la vida útil, mejorar o al mismo tiempo mantener la eficiencia.

Mantener un buen sistema de mantenimientos debidamente planificados y elaborados, da como resultado varios beneficios, entre los cuales se puede mencionar:

- **Costos:** los costos que se implementarán en un mantenimiento preventivo siempre serán menores a los que se pueden encontrar en un mantenimiento inmediato, ya que en la mayor parte de ocasiones reparar

una pieza periódicamente es menos costoso a que esa pieza se arruine durante la producción, debido a que los costos que influyen no son solo únicamente el remplazo de la pieza en el momento, más bien se debe acumular el costo por hora no producida en la línea, horas extras si es necesario, entre otros.

- Vida útil: un beneficio muy importante del mantenimiento preventivo, es el cuidado que se le da a la maquinaria, ya que con los trabajos debidamente planificados se cuida mucho más el equipo, logrando de esta manera alargar la vida y con ello de igual manera minimizar costos en compra de una nueva.
- Inventario de repuestos: con un mantenimiento debidamente planificado se puede conocer y realizar el proceso correcto del stock de materiales y repuestos para cada maquinaria, esto es de gran ayuda ya que se contempla que cada equipo tenga todos los materiales a tiempo para cada proceso. Es importante recalcar que se debe realizar una planificación adecuada de los repuestos que se mantendrán en bodega para mantener un equilibrio en los costos tanto de almacenaje, como los costos por pedir.
- Seguridad: las empresas donde priorizan la calidad en el producto cuidan siempre la seguridad, tema que es muy importante, la seguridad influye de manera muy directa debido que se conoce el estado físico y por lo tanto los posibles riesgos a tener a futuro.

Para poder desarrollar un buen plan de mantenimiento preventivo es necesario que la persona encargada conozca cada uno de los equipos y tener en cuenta los costos que influirán, se debe encontrar un equilibrio entre ambos para que los costes no se eleven demasiado, es importante que se tome en cuenta la

satisfacción de lo que se requerirá, otra mención muy indispensable es que el papeleo a realizar sea practico y contenta cada inciso para un equipo y que cuente con las recomendaciones del fabricante siempre.

Actualmente la empresa cuenta con un sistema ya establecido para los mantenimientos preventivos, por lo que es necesario agregarlo con las piezas a cambiar o bien dar mantenimiento. El ingeniero a cargo, conjuntamente con el encargado de la implementación debe colocar la maquinaria nueva en el sistema y con sus conocimientos desarrollar el plan debidamente estudiado, además de realizar la propuesta de la orden de trabajo a ejecutar en el sistema ya establecido ya que es importante para el buen funcionamiento, los elementos a tomar en cuenta para desarrollarlo son:

- Registrar el mantenimiento a realizar
- Especificar los trabajos
- Mantener el inventario de materiales actualizado con el *stock* adecuado
- Tener un encargado para el mantenimiento
- Controlar debidamente el programa
- Identificación del equipo

A continuación, se muestra la orden de trabajo a colocar en el mantenimiento:

Figura 15. **Orden de trabajo**

<b>LOGO</b>	EMPRESA DE ALIMENTOS	REF-XXXX Revisión 1
<b>ORDEN DE TRABAJO</b>		
Responsable: _____	Duración: _____	
Revisión de mantenimiento	Fecha y hora de inicio: _____	
Firma: _____	Fecha y hora de fin: _____	
<b>Maquinaria: Volumetrica</b>		
Prioridad: Alta    Media    Baja		
Planta: _____		
Línea: _____		
<b>Actividades a realizar</b>		
Parte: _____		
Frecuencia de mantenimiento: _____		
Requiere para: _____ días _____		
Procedimiento:		
Fecha estipulada para mantenimiento: _____		
Comentarios: _____		
Página 1 de X		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Además de tomar en cuenta la orden de trabajo ya establecida, es necesario hacer un cronograma de cada cuanto se debe hacer este mantenimiento, a continuación, se coloca el cronograma de este servicio.

Figura 16. **Calendario mantenimiento preventivo**

Calendario Mantenimiento Preventivo													
		Tiempo											
Actividad	Duración minutos	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Inspección	45 min	■											
Mantenimiento preventivo menor	60 min		■										
Inspección	45 min			■									
Mantenimiento preventivo mayor	180min				■								
Inspección	45 min					■							
Mantenimiento preventivo menor	60 min						■						
Inspección	45 min							■					
Mantenimiento preventivo mayor	180min								■				
Inspección	45 min									■			
Mantenimiento preventivo menor	60 min										■		
Inspección	45 min											■	
Mantenimiento preventivo mayor	180min												■

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

#### 4.1.4. Mantenimiento correctivo

Otro de los principales mantenimientos que existen es el correctivo, llamado también como reactivo, dicho nombre es obtenido ya que es realizado al momento que ocurra una falla, es importante diferenciarlo de los demás mantenimientos y entender cuando es accionado, se debe dejar claramente que es utilizado únicamente cuando existe un error o falla en el sistema.

Se dice que es importante ya que actúa al momento de los desperfectos, este mantenimiento es uno de los que menos se debe utilizar ya que trae consigo varias consecuencias entre las cuales se puede mencionar las siguientes:

- Paro de línea de producción
- Minimización de horas productivas

- Costos por no producir
- Costos por reparación
- Costos por repuestos no presupuestados
- Planificación de tiempo no predecible
- Falta de repuestos en stock
- Tiempo no funcional
- Las cadenas productivas se ven afectadas

Como se describió anteriormente existen varios factores que se ven afectados al realizar el mantenimiento correctivo, pero de no hacer este mantenimiento la producción como tal y la empresa puede verse afectada mucho más, ya que su principal finalidad es arreglar o reparar el fallo o fallas que existen en el sistema en el momento y poder seguir con las tareas ya asignadas.

Además de tener factores negativos, cuenta con ventajas que son muy importantes y esenciales para el funcionamiento del mantenimiento como tal y se puede decir que son la finalidad del proceso, entre las cuales se puede mencionar las siguientes:

- Al momento de realizarlo si tiene seguridad del estado del equipo.
- Empezar un historial de la maquinaria.
- Durabilidad del equipo.
- Se conoce posibles fallos futuros que puedan representar grandes costos para la empresa.
- Incremento de vida útil de equipo.
- Reducción de paros por fallas.
- Minimización de riesgos.

Como se puede observar son varias las ventajas que se pueden observar en este mantenimiento, ya que con ello se mejorará sustantivamente el equipo

ya que muchos de los posibles fallos se podrán reparar y por consiguiente evitar un problema mayor.

Para que el mantenimiento se realice con éxito se debe analizar bien las causas que producen el fallo, es importante analizar las diferentes vías de reparación, además de planear bien el trabajo antes de realizarlo, con el objetivo de optimizar lo más posible el tiempo de reparación, evitando paros o bien tener tiempo muerto en el proceso. Este mantenimiento surge al desgaste continuo y a la falta de un mantenimiento preventivo debidamente planificado, siempre es importante tenerlo para evitar imprevistos de último minuto.

En la empresa de alimentos se cuenta con paros consecutivos debido al mal mantenimiento y manipulación de los equipos, es importante mantener un historial de lo que se realizó al momento de un mantenimiento correctivo, para ello se realizará un registro en el cual quedará claro los siguientes términos:

- Código de referencia
- Logo de la empresa
- Nombre del equipo
- Nombre del encargado
- Tiempo de paro
- Tipo de prioridad
- Procedimiento a realizar
- Materiales y repuestos a utilizar

Figura 17. **Mantenimiento correctivo**

<b>LOGO</b>	EMPRESA DE ALIMENTOS	REF-XXXX
		Revisión 1
<b>ORDEN DE TRABAJO</b>		
Responsable: _____	Duración: _____	
Revisión de mantenimiento	Fecha y hora de inicio: _____	
Firma: _____	Fecha y hora de fin: _____	
Nombre de Maquinaria: _____		
Prioridad: Alta      Media      Baja		
Planta: _____		
Línea: _____		
Actividades a realizar		
Parte: _____		
Severidad del problema: _____		
Requiere para: ____ días _____		
Materiales a utilizar: _____		
Procedimiento:		
Comentarios: _____		
_____		
Página 1 de X		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La importancia de mantener un registro de este tipo de mantenimiento es debido a que se puede tener un adecuado historial de las mejoras y fallos que

tiene la maquinaria con el objetivo de mejorar el mantenimiento preventivo y evitar que sucedan estos paros.

Debido a que la maquinaria volumétrica es una maquinaria nueva debería de tardar un poco más antes de realizar un mantenimiento de esta magnitud, pero es necesario tener los registros necesarios al momento que pasen, ya que todo debe quedar en un historial, evitando de esta manera hacer todo a última hora, por ello a continuación se muestra la hoja con cada uno de los términos escritos con anterioridad. La orden de trabajo que se propone es una hoja donde es importante llenar cada uno de los ítems descritos, los cuales no son complicados pero son esenciales para la elaboración efectiva del mantenimiento y es importante recalcar que siempre se debe firmar de realizado y revisado.

#### **4.1.5. Mantenimiento proactivo**

El mantenimiento proactivo es una herramienta muy importante cuando se desea tener mejora continua y calidad, esto quiere decir que tener este tipo de mantenimiento ayuda a alargar la vida útil de los equipos de una empresa. Su principal objetivo es la corrección y detección de cada una de las causas que generan fallos y desgastes en una maquinaria, una vez que se han encontrado las causas, se deben reparar pero sobre todo evitar que vuelvan a suceder ya que esto ayudara a mejorar su funcionamiento y sobre todo alargar su vida.

Para poner en acción este mantenimiento se debe tomar en cuenta límites que ayuden a conocer en que parámetros se debe encontrar el equipo y así evitar cualquier accidente. Es aquí donde entra el mantenimiento preventivo y por ende mejorarlo, es importante realizarlo de manera correcta ya que será de gran ayuda para riegos futuros.

Este mantenimiento se debe realizar por medio de un historial de fallos de la maquinaria, tanto del mantenimiento correctivo y preventivo para poder alcanzar la excelencia, es decir la mejora continua del proceso, entre sus ventajas se puede mencionar:

- Extender la vida útil del equipo
- Conocer los posibles fallos futuros
- Control de los mantenimientos
- Herramientas y materiales en stock
- Mejor planificación
- Mejora continua en equipos
- Minimización de costos

Los pasos para realizar este tipo de mantenimiento son los siguientes:

- Se debe realizar un diagnóstico de la situación actual del área, en este caso es mantenimiento, esto ayudará a identificar los puntos débiles y sobre todo los puntos de mejora para cimentar las bases del plan. Este tipo de diagnóstico se puede realizar de varias formas pero una de las ideales y propuestas es un análisis de FODA estratégico.
- Luego de realizar el diagnóstico del área de mantenimiento actual y realizando el análisis respectivo, se debe implementar un sistema de optimización del mantenimiento, para ello es necesario contar con los siguientes puntos:
  - Objetivo del sistema.
  - Identificar los recursos necesarios para la implementación.

- Indicadores de mejora, entre ellos se pueden analizar el número de mantenimientos realizados y los recursos utilizados para ver la mejora.

Con ello se podrá optimizar recursos y que el mantenimiento se vuelva productivo mediante el historial de procesos realizados siempre y cuando tomando indicadores para una mejora continua.

#### **4.2. Mantenimiento productivo total a maquinaria volumétrica**

Como segunda opción se tiene un mantenimiento productivo total a maquinaria volumétrica, este equipo es el que se encuentra actualmente en funcionamiento. El TPM es una metodología de mantenimiento de mejora que asegura la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y el sistema completo de producción mediante la aplicación de los conceptos de cero defectos, cero accidentes y participación activa del personal a través de las ocho pilas fundamentales: mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, mantenimiento de la calidad, educación, entrenamiento, seguridad y medio ambiente.

Es necesario contar con esta propuesta ya que es una buena solución para mejorar la línea de producción, ya que en el capítulo dos se encontró que en la situación actual existen varias fallas que pueden ser mejoradas con el hecho de ser más ordenados, tener hojas de inspecciones continuamente y capacitar al personal. Para ello es necesario seguir varios pasos con el objetivo de tener una línea de producción más eficiente y sobre todo el costo de inversión es casi nulo.

Esta propuesta está orientada a tener mejora continua implementando un sistema de 5's, además de auditorías las cuales ayudaran a conocer los puntos

críticos y convertir estas amenazas en oportunidades. A continuación se muestra algunas de las ventajas si la propuesta es accionada:

- Mejora continua
- Costo de inversión mínimo
- Capacitación a personal
- Personal motivado
- Aplicación de nuevas propuestas
- Aumento de eficiencia
- Minimización de tiempo perdido producido por paros

La implementación de un mantenimiento productivo total se realiza por medio de la implementación de ocho pilas fundamentales, a continuación se desarrolla cada uno de ellos como una propuesta para la máquina volumétrica:

- Pilar de mejoras enfocadas:

Esta parte es la primera para iniciar la construcción del mantenimiento y consiste en encontrar una oportunidad de mejora dentro de la planta de producción, en este caso como se describió en el capítulo número dos, existe un descontrol del manejo adecuado de la máquina empacadora de frituras ya que se cuenta con paros frecuentes y mediante el análisis de pesos se observó que existe un descontrol en el control de pesos de las bolsas específicamente de 26 g, por ello la oportunidad de mejora es específicamente esa área. Siempre es importante mencionar que esta parte ya se realizó en el capítulo número dos mediante el análisis FODA, gráfico de controles, flujogramas del proceso, diagrama de procesos, toma de tiempos, análisis de los mantenimientos realizados al estado del equipo en las condiciones menos ideales dentro del empaque.

- Pila de mantenimiento autónomo:

Este mantenimiento es el que es realizado con la ayuda del equipo de trabajo que está directamente influido en el proceso de empaque, en este caso el operario encargado de la maquinaria, para ello se debe contar con capacitaciones constantes del conocimiento del equipo, el objetivo es preservar de una mejor manera los equipos que estén involucrados en el mantenimiento, con ello se podrá realizar un mejor análisis para solucionar problemas, mejor trabajo en equipo, las condiciones de seguridad aumentaran, además de hacer más eficiente la productividad de la maquinaria. Los pasos a seguir son los mostrados en la tabla XXVII.

- Mantenimiento planificado:

Este mantenimiento ayudara a incrementar el funcionamiento de los equipos, al finalizar esta etapa se tendrá como resultado cero averías. Para ello se deberá registrar las fallas y paros de los equipos e inmediatamente comunicarlo al jefe de área, para tomar las acciones correctivas correspondientes, mediante un formato de análisis en donde se podrá encontrar la causa raíz del problema y de esta manera mitigarlo. Este formato es importante manejarlo correctamente, ya que ayudará a conocer la causa raíz del problema y por tanto realizar las acciones correctivas, la verificación de la implementación y la variación de la eficacia, al estar cerrado se debe colocar la firma de las personas involucradas en el mantenimiento.

Tabla XXVII. **Etapas mantenimiento autónomo**

<b>Etapas</b>	<b>Proceso</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Limpeza inicial	Lo primero a realizar es una limpieza en su totalidad a la Máquina, por lo que es necesario: alcohol, toallas que no tengan mota, guantes, mascarilla y protector de ojos.
<b>2</b>	Acciones correctivas	Con la limpieza inicial se podrá encontrar fuentes que puedan eliminarse, con ello se podrá reducir el tiempo que se empleara nuevamente.
<b>3</b>	Preparación de estándares de inspección	Se debe realizar un estándar en la limpieza a realizar, esto quiere decir que se estandarizara el proceso y las partes a limpiar.
<b>4</b>	Inspección general	Creación de instructivos los cuales ayudarán a la eliminación de averías tanto mayores como menores y esto se hará mediante la verificación del equipo.
<b>5</b>	Inspección autónoma	La estandarización y divulgación de los manuales, es importante que estos manuales se encuentren aprobados debidamente.
<b>6</b>	Estandarización	Luego de haber realizado el manual es entendible que se vuelve una estandarización, por lo que al momento de volverse periódica el equipo de trabajo conocerá que elementos se tendrán que limpiar, los insumos en los que tendrán que apoyarse, formatos a utilizar y equipo de protección
<b>7</b>	Control autónomo pleno	Todo proceso estandarizado es necesario generar políticas, por lo que se llevara indicadores visibles al personal.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word

- **Mantenimiento de calidad**

El objetivo de este pilar es mejorar y mantener las condiciones tanto de los equipos como de las instalaciones llevándolo a punto en donde se puede alcanzar la meta propuesta, que en este caso es tener cero defectos, para realizar este punto es necesario lo siguiente:

- Clasificar los defectos del equipo, realizar el análisis de las causas y vincularlos con las condiciones de los equipos.
- Hacer un análisis de mantenimiento preventivo para encontrar los factores que puedan generar fallas significativas de calidad.

- Realizar límites de calidad sobre el equipo, esto quiere decir que se debe establecer rangos en los que pueda ser permisible la falla y en los que no se pueda.
- Realizar auditorías de estos mantenimientos para conocer los procesos.

#### **4.2.1. Verificación funcionamiento actual**

Para poder comenzar con la implementación de la propuesta es necesario realizar la verificación actual del funcionamiento del equipo, para es necesario realizar un chequeo de la totalidad de la maquinaria como tal, ello ayudara a conocer los puntos críticos que de desean minimizar o bien desaparecer.

En el capítulo dos se puede observar que el funcionamiento tiene muchas deficiencias a causa de paros constantes en la línea de producción, esto se debe a un mal mantenimiento, falta de inspecciones y nula limpieza del equipo, por ello se utilizará un registro el cual ayudará a conocer por medio de inspección visual el estado del equipo.

Los registros ayudaran a tener un seguimiento constante y mejorar de manera enorme el funcionamiento, la calidad y eficiencia del proceso de empaque del producto de frituras, entre incisos que debe tener el registro de inspección inicial se puede encontrar:

- Nombre de persona encargada
- Estado de la máquina
- Partes a evaluar
- Hora de inicio
- Fecha de inicio



- Sistema mecánico
- Sistema neumático

Estas dos partes son muy importantes para realizar bien una inspección, a continuación se define cada una de ellas:

- Sistema mecánico: se puede definir de una manera breve que el sistema mecánico es aquel que está conformado por componentes que tienen como función fundamental transformar o bien transmitir distintos tipos de energía.
- Sistema neumático: es un sistema que utiliza un gas por ejemplo el aire y el gas licuado de petróleo como medio para transmitir potencia, en pocas palabras utiliza el gas comprimido en la automatización industrial. En este caso para el proceso en empaquetado de frituras.

Es importante utilizar e inspeccionar de manera correcta la hoja de verificación de funcionamiento, ya que este es el punto de partida, para conocer los puntos críticos del funcionamiento y saber en dónde se origina el problema y de esta manera poder darle seguimiento dando como resultado una solución óptima y precisa para el buen funcionamiento del equipo unificando tanto el área mecánica como el área neumática.

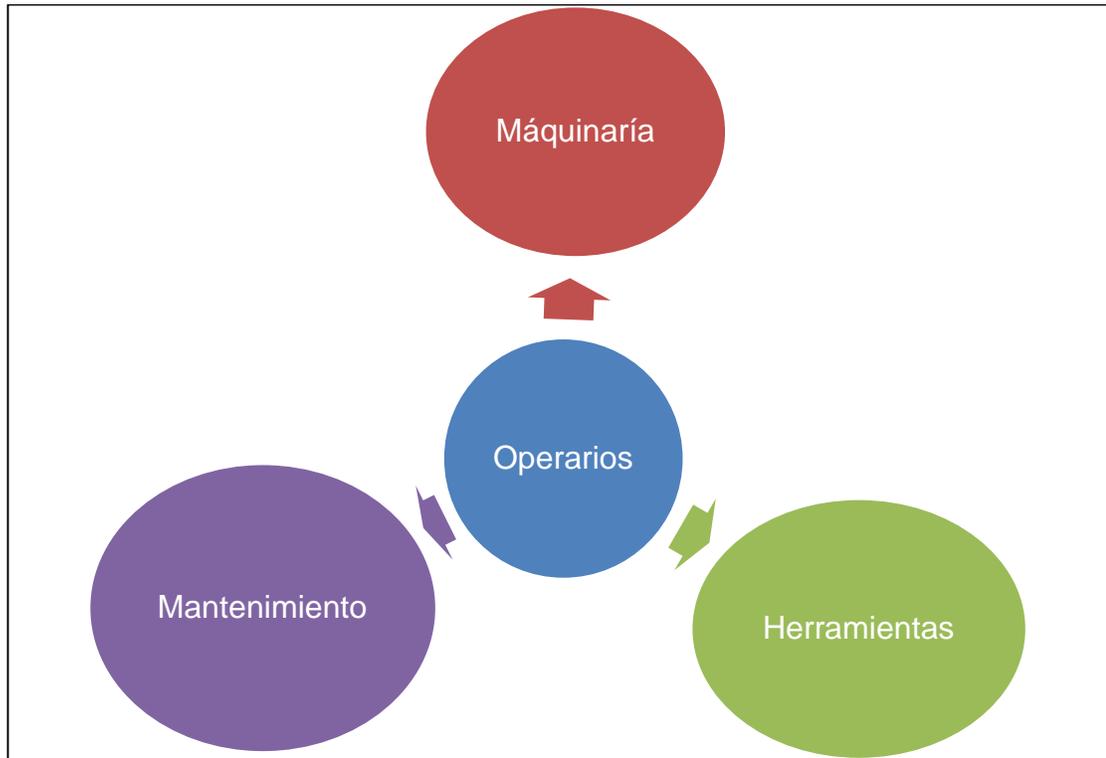
#### **4.2.2. Implementación mantenimiento productivo total**

Realizando la inspección de funcionamiento actual de la maquinaria volumétrica como punto inicial, se muestra los puntos críticos del estado del equipo, teniendo esta información se puede accionar como tal la propuesta del mantenimiento productivo total.

El objetivo del mantenimiento productivo total es que la empresa obtenga un rendimiento de alto nivel y sobre todo que sea creciente, esto quiere decir que no se quede lineal, más bien exista una mejora continua, a un costo económico, obteniendo un ambiente laboral estable interrelacionando a los trabajadores con los equipos a utilizar. Como misión principal es ayudar a la empresa en su totalidad enfocándose en puntos importantes:

- **Maquinaria:** tiene como principal función mejorar el rendimiento del equipo, conociendo sus puntos débiles y potenciarlos para mejorar la eficiencia de la producción.
- **Herramientas:** unificar las herramientas, conjuntamente con el personal, por medio de capacitaciones continuas.
- **Personal:** es la parte más importante ya que ellos son los que accionaran el mantenimiento, son los que operaran el equipo, realizando auditorias, inspecciones y mantenimientos.
- **Mantenimiento:** el mantenimiento es la forma de mejorar y alcanzar el objetivo como tal, por ello la estrategia a utilizar es la implementación de las 5's.

Figura 19. **Interrelación hombre-mantenimiento**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

En la figura se puede observar la relación que debe haber entre el operario y los elementos importantes del mantenimiento que son: mantenimiento, herramientas y maquinaria. Si se logra este enlace se podrá tener un buen sistema de control evitando los paros frecuentes que existen en el equipo volumétrico.

Al lograr este proceso se evitarán, eliminarán y analizarán las causas principales de falta de rendimiento, estas pérdidas son varias pero las principales son las siguientes:

- Pérdidas por fallas: estas pérdidas son generadas principalmente por equipos que necesitan mejoras, los efectos que traen estas fallas son las siguientes:
  - Tiempos muertos
  - Costos por paro
  - Mano de obra adicional para reparaciones
  
- Pérdidas por ajustes: se producen por cambios que se realizan al momento de la operación y se debe inicial nuevamente la producción, las pérdidas que se realizan son:
  - Cambio de piezas para ajustar
  - Tiempos muertos
  - Proceso de ajustes
  
- Velocidad: la pérdida de este tipo de fallo es por la reducción de velocidad ya que al momento de aumentar la misma pueden producirse fallas mayores.
  
- Pérdida del rendimiento: son causada por el desperdicio o materiales sin utilizar.
  
- Pérdida por falta de calidad: generalmente este fallo se obtiene cuando los productos deben ser re trabajos, es decir que por falta de que la maquinaria no está en óptimas condiciones debe ser vuelto a realizar.

Luego de ello es necesario eliminar estas fallas y el mantenimiento productivo total recomienda utilizar el ciclo *Deming* o bien PHVA estas siglas significan:

- Planear
- Hacer
- Verificar
- Actuar

Los pasos que se deben seguir para la integración de este método, son importantes ya que se necesita la integración de todo el equipo de trabajo, realizar las capacitaciones contantes, la técnica a utilizar para mejorar el rendimiento del equipo respecto a la línea de producción.

Para poder implementarlo se necesita lo siguiente:

- PLANEAR:
  - Seleccionar el tema: en este caso será la estrategia de las 5's
  - Creación de estructura: la creación de la estructura va ligada con el tema que se seleccionó, se debe crear los objetivos del mantenimiento, planificación de la capacitación, frecuencia de la capacitación, creación del *check list* que será el que ayudará a realizar el mantenimiento que hará la persona encargada de la maquinaria.
  - Identificación de la situación actual: en el capítulo dos se logró mostrar la situación actual del equipo, como los paros frecuentes

que existe dentro de la línea de producción por falta de un mantenimiento autónomo.

- HACER:
  - Formular el plan de acción: la formulación del plan es la creación de dos puntos importantes que son:
    - Creación de equipos de trabajo para capacitaciones
    - Creación de *check list* de revisión o mantenimiento
  - Implementación: la implementación se basa en la ejecución del proyecto como tal, en este escenario se debe accionar la propuesta, respetando fechas de capacitaciones y realizando las hojas necesarias para la verificación del equipo constantemente.
  
- VERIFICAR
  - Evaluación de resultados: esta etapa es muy importante ya que ella nos muestra las mejoras que se pueden hacer a la implantación, los puntos críticos que existen y de esta manera realizar una retroalimentación del mantenimiento y sobre todo mantener el objetivo principal que es tener mejora continua del sistema. Esto se llevaría a cabo a través de los formatos de evaluación de mantenimiento anteriormente mencionados, además de auditorías internas continuas.
  - Seguimiento: este paso es muy importante ya que luego de la evaluación se realizan las mejoras necesarias, para luego pasar al

seguimiento utilizando una herramienta muy importante la cual es las auditorias.

- ACTUAR
  - El último paso se basa en las correcciones y modificaciones que vaya sufriendo el plan con el tiempo, por lo que se debe de evaluar constantemente el rendimiento del TPM a través de análisis de costos, estimación de paros mensuales, evaluación de las capacitaciones, entre otros. para conocer realmente la eficacia del mismo.
  - Como parte de la mejora continua, se propondrían reuniones bimensuales entre los distintos jefes encargados de área para determinar los resultados del último período y realizar propuestas de mejora al plan de mantenimiento.

Realizando cada uno de estos pasos se mejorará efectivamente el rendimiento del equipo, resumiendo como un todo englobando, personal, maquinaria y mantenimientos.

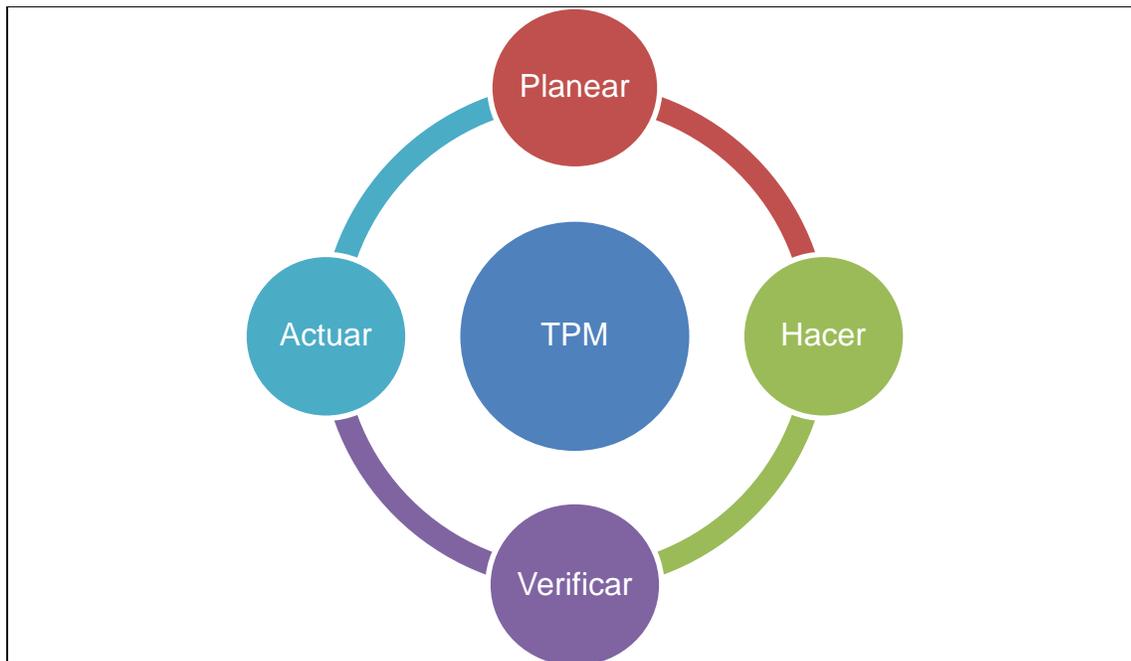
Como se puede observar el ciclo de *Deming*, también llamado el círculo de la mejora continua es implementado en el proyecto, que se describió con anterioridad para el TPM, estos cuatro pasos son esenciales y se deben realizar de forma sistemática para lograr con éxito el objetivo.

De una manera resumida las cuatro etapas del ciclo son las siguientes:

- Planear

- Hacer
- Verificar
- Actuar

Figura 20. **Ciclo Deming**

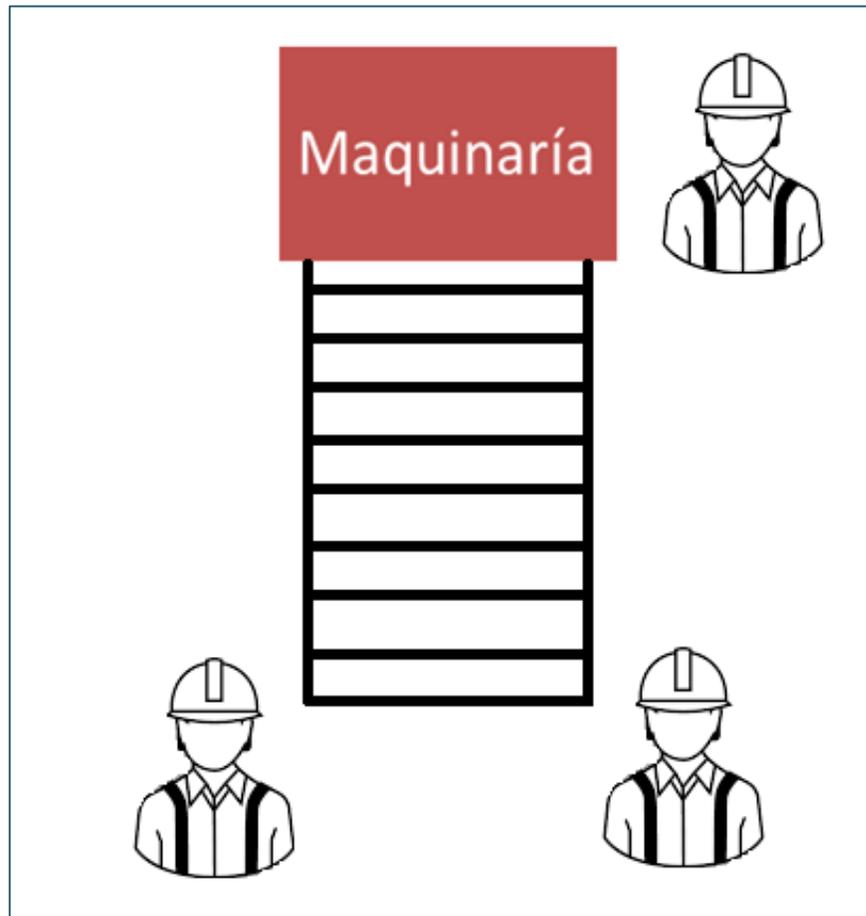


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

#### **4.2.2.1. Formación de equipos de mejora**

Para poder realizar la formación de equipos es necesario conocer la cantidad de personal ejecutando la maquinaria. Actualmente se cuenta con una persona la cual ejecuta el funcionamiento del equipo, además de dos personas embalando el producto en cajas, a continuación, se muestra el diseño del equipo respecto al personal que trabaja en la línea de producción:

Figura 21. **Equipo de trabajo**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

El equipo de trabajo será conformado por las siguientes personas:

- Operarios: en su total son tres personas por máquina: una persona que trabaja directamente con el equipo y otras dos que realizan la labor de embalaje del producto previamente empacado.

- Encargado de línea: es el encargado de mantener la producción en funcionamiento, será encargado de que las inspecciones se realicen de manera eficiente.
- Jefe de planta: se encarga del control total de planta de frituras de *snack*, para ello es necesario que realice las capacitaciones correspondientes y genere un ambiente de motivación con sus colaboradores, verificando que cumplan con los objetivos del sistema.

#### **4.2.2.2. Capacitación a personal**

La importancia de una capacitación es esencial para cumplir con las metas de cualquier proyecto, por ello se necesita personal calificado para elaborar estos trabajos ya que serán los encargados de enseñar al personal lo necesario para poner en acción cualquier tipo de proceso. Una capacitación se conforma de varios tipos, cada una con un objetivo en específico:

- Capacitación de ingreso: toda empresa debe tener este tipo de proceso ya que en ella va la inducción general, entre los temas que se puede mencionar son: visión, valores, entre otros., además de enseñarle al trabajador superficialmente en donde estará y que hará en su puesto de trabajo, con el objetivo de tener una orientación inicial.
- Capacitación de trabajo: en este tipo ya que realiza un análisis y estudio profundo de las funciones y obligaciones de un trabajador, esta siempre es realizada en cuando se estará desempeñando una actividad nueva. Es aquí donde entra el proyecto ya que los colaboradores realizarán un trabajo nuevo, por lo tanto deberán conocer claramente los conceptos del tema.

Los temas a proyectar son: al mantenimiento es métodos para eliminar averías y una estrategia de 5's. Ayudarán al proceso mejorar la calidad continua de la línea de producción.

Así como es importante contar con capacitaciones recurrentes, es necesario tener un plan para llevarlas a cabo. Este plan se basa en enseñanzas variadas y periódicas, utilizando como herramienta los contenidos de documentos como el acuerdo gubernativo 229-2014, manuales de mantenimiento y operación de la maquinaria, cursos de trabajo en equipo y brigadas. Este plan se llevaría a cabo de la siguiente manera:

- Formulación de la estrategia:

Utilizando las necesidades de la empresa como referencia, se determinan los cursos requeridos en ese momento para el personal según cada área. En este caso los cursos requeridos serían los siguientes:

- Introducción a las 5's
- Aplicación de las 5's
- Seguimiento de las 5's
- Mantenimiento productivo total

- Definición de objetivos de capacitación

Los objetivos de la capacitación deben de ir acorde con los de la empresa, tomando en cuenta factores como aumento de productividad, reducción de accidentes de trabajo, reducción de costos y mejoramiento de clima laboral. En el caso de las capacitaciones planteadas en el inciso anterior, los objetivos serían:

- Determinar las causas de desorden y suciedad y eliminarlas utilizando el programa 5's.
  - Disminuir los paros no programados y aumentar la productividad en base al TPM.
- Definir el contenido del taller

El contenido de cada capacitación debe de definirse según los documentos que se tengan como referencia y este debe de desglosarse de tal manera que se tarde el tiempo estipulado. Para las capacitaciones planteadas anteriormente el contenido sería el siguiente:

- Introducción a las 5's:
  - ¿Qué son las 5's?
  - ¿Para qué son las 5's?
  - Significado de cada S
  - Ejemplos de buena aplicación de las 5's
- Aplicación de las 5's
  - Aplicando las 5's a mi lugar de trabajo
  - Aplicando las 5's a mi oficina
  - Aplicando las 5's a mi departamento
  - Uso de cada S de forma sistemática
- Seguimiento de las 5's
  - 5's como cultura
  - Metodología de evaluación
- Mantenimiento productivo total
  - ¿Qué es TPM?
  - ¿Cómo aplicar un TPM?

- Beneficios del TPM
  - Informes de inspección del TPM
  - Ejemplos de aplicación en el mundo
- Determinar duración, cronograma, capacitadores y participantes:

Para que una capacitación sea exitosa, es muy importante determinar una duración y cronograma adecuados para no afectar la producción, además de los participantes que sea imperativo que a reciban. Un factor determinante es escoger adecuadamente a los capacitadores, ya que estos deben de tener conocimiento y experiencia en el tema que se vaya a impartir para evitar esfuerzos en vano. En el caso de estas capacitaciones, estos factores se detallan a continuación.

#### **4.2.2.2.1 Frecuencia de capacitación**

Se habló anteriormente de los temas a tratar en las capacitaciones, los cuales solo para dar una retroalimentación se especificarán a continuación:

- Mantenimiento productivo total
- Estrategia de 5´s

Estos temas serán dados periódicamente a los equipos de mejora que estarán ejecutando el proyecto, se calendarizo semanalmente dos capacitaciones, las cuales durarán 45 minutos cada una, en ellas se estarán tratando los temas que se describieron con anterioridad. La duración de estas capacitaciones será de tres semanas y en este lapso de tiempo se tendrá previsto evaluaciones que ayudaran a conocer el grado de receptibilidad que tienen los colaboradores respecto a los temas, además de mostrarles las hojas de

revisiones tanto diarias como semanales y se estará haciendo una prueba de la ejecución del proyecto.

Tabla XXVIII. **Calendarización**

Calendario de Capacitaciones						
			Tiempo			
Actividad	Costo Q.	Duración minutos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	
Introducción al proyecto	Q42,00	45 min	■			
TPM		45 min		■		
Estrategia 5´s		45 min			■	
Conocimiento de hojas de control		45 min				■
Evaluación y ejecución de prueba		60 min				■
Retroalimentación		30 min				■

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

#### 4.2.2.3. Creación de objetivos del mantenimiento

La creación de los objetivos es muy importante para este tipo de proyectos, ya que nos ayuda tener una dirección clara de hacia donde se desea llegar, sino se tiene definido lo que se desea ir o bien la misión probablemente en el camino existirán varios caminos y por ende se tendrá una discrepancia del concepto, para ello a continuación se dará una breve descripción de la importancia de creación de objetivos.

Los objetivos a implementar en el proyecto son los estratégicos, ya que el proyecto está definido a un largo plazo y se desea alcanzar éxito por medio de estrategias planificadas adecuadamente. Si la empresa decide optar por esta opción es necesario que tomen en cuenta ciertas características que ayudaran a crear de manera correcta y concreta los objetivos del mantenimiento.

Los objetivos estratégicos de mantenimiento son los siguientes:

- Minimizar tiempos de paros de producción
- Reducir pérdidas por fallas de maquinaria
- Interacción hombre-máquina más eficiente
- Conocer a profundidad el funcionamiento de los equipos
- Reducir costos de producción

#### **4.2.2.3.1 Actividades a realizar**

Las actividades que se realizará en el mantenimiento ejecutado por el equipo de mejora ya con la capacitación previa con los temas ya desarrollados con anterioridad.

Se dividirá en dos etapas importantes para su desarrollo, es importante que cada una de ellas se encuentre bien definida y enfocada a las actividades principales del proyecto.

Cada una de estas etapas contiene un objetivo específico ayudando de esta manera a la organización y desarrollo sin ningún problema en cada una de las actividades, las dos actividades a realizar serán:

Tabla XXIX. **Actividades**

<b>Actividades</b>	
<b>Diarias</b>	Estas serán tomando en cuenta la estrategia de las 5's
<b>Semanales</b>	Serán las actividades por medio de un mantenimiento productivo total un poco más profundo, pero que no es necesario realizarlo diariamente para su funcionamiento.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

A continuación, se describirá cada una de estas etapas, ya que son de suma importancia para su funcionamiento.

#### **4.2.2.3.2 Actividades diarias**

Las actividades a realizar serán inspecciones que no necesitaran mucho tiempo ya que serán para empezar el día con el equipo en óptimas condiciones, además no solo será esa parte se tomara en cuenta el orden y limpieza del área de trabajo del operador, esto se realizara por medio de un *chek list* practico y fácil de utilizar que incorporara una rama del mantenimiento productivo total que son las estrategias de las 5's.

Para poder implementar esta herramienta es importante conocer un poco de ella, a continuación, se describe un poco de las definiciones y funcionalidades de ella.

- Estrategia de las 5´s:

Este tipo de estrategia es utilizada principalmente para mantener un área de trabajo ordenada y limpia, tiene el número cinco ya que está compuesto por cinco palabras japonesas que comienzan con la letra s, cada una de estas palabras es importante porque representa una fase de la estrategia y tiene un significado esencial para la creación del mantenimiento, estas cinco palabras son:

- Clasificación *seiri*
- Orden *seiton*
- Limpieza *seiso*
- Estandarizar *seiketsu*
- Disciplina *shitsuke*

Esta estrategia además de formar parte del TPM forma parte de la mejora continua, esto quiere decir de la buena práctica de la calidad, es llamada en otras palabras también mantenimiento integral, esto refiere no solamente a una maquinaria, se refiere a la interrelación de todos los ambientes empresa, maquinaria, herramientas, mantenimiento, mano de obra, infraestructura y materia prima, esto se refiere a una relación totalmente global dentro de la empresa.

- Clasificar: es la primera área de la estrategia, en ella es necesario que en el área de trabajo todos los elementos que no son necesarios para trabajar sean eliminados.
- Ordenar: esta parte consiste en ordenar cada ambiente de trabajo ya con los elementos innecesarios eliminados, el objetivo de esta

parte es que todo lo que se clasificó para quedarse en el área sea encontrado con facilidad.

- Limpieza: consiste en limpiar el área tanto de papeles, residuos que puedan provocar accidentes en el área, desde el punto de vista del TPM significa inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza, con ello se puede observar fallos de la maquinaria que puedan dar problema durante la jornada de trabajo.
- Estandarizar: esta parte permite estandarizar los procesos de limpieza y orden en cualquier puesto de trabajo, para el área del TPM se refiere a realizar un mantenimiento diario mejorando de esta manera la limpieza y optimización de los equipos en la línea de producción.
- Disciplina: es el último paso, en el cual las acciones realizadas con anterioridad se convierten en un hábito donde los métodos utilizados en los pasos anteriores se estandarizan un fin en común, el cual es mejorar la línea de producción evitando de esta manera paros innecesarios, los tiempos muertos, logrando de esta manera una calidad total en el proceso. Esta parte puede verse y se aplica de una forma indirectamente el ciclo de *Deming* para la mejora continua.

La hoja que se utilizará para las inspecciones semanales se muestra a continuación:

Figura 22. Inspección diaria

LOGO	EMPRESA DE ALIMENTOS	REF-XXXX Revisión 1	
Inspeccion Diaria			
Responsable: _____		Fecha y hora de inicio: _____	
Estrategia 5's		Fecha y hora de fin: _____	
Firma: _____			
Nombre de Maquinaria: _____			
	Punteo		
	10	5	0
Clasificación			
Existen elementos que no benefician al área de trabajo?			
Los elementos eliminados estan almacenados correctamente?			
Los corredores y áreas de desplazamiento estan despejadas correctamente?			
Ordenar			
Existen lugares apropiados para colocar cada elemento necesario?			
Los lugares de almacenamiento estan devidamente identificados?			
Las cosas que son utilizadas son vueltas a su lugar?			
Limpieza			
El ambiente de trabajo se encuentra limpio?			
Existen recipientes para almacenar basura?			
Se realizan las normas de limpieza periodicamente?			
Estandarización			
Se encuentra visible las medidas de limpieza?			
Se respeta los procedimientos asigandos?			
Existen encargados para la limpeiza?			
Disciplina			
El personal se involucra con el sistema de mantenimeinto y limpieza?			
Se realiza inspecciones diarias de los equipos?			
Se deja constancia de las limpiezas hechas?			
Total			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Esta estrategia se realizará en el transcurso del día donde el líder de la línea lo crea conveniente, esto se realizará de esta manera para saber si están cumpliendo con los procedimientos establecidos.

Esto se realizará diariamente y la interpretación es la siguiente:

Cada pregunta tiene un puntaje con tres opciones diferentes las cuales son:

Tabla XXX. **Punteos**

<b>Punteo</b>	<b>Interpretación</b>
<b>10</b>	Cumple en su totalidad
<b>5</b>	Le falta mejorar
<b>0</b>	No cumple

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Con estos puntajes se tendrá una suma total diaria, la cual como máximo dará 150 puntos y por semana 750 puntos como puntuación máxima, para relacionarlo se hará una regla de tres simple y conocer su porcentaje sobre el 100 %, a continuación, un ejemplo:

Los puntajes diarios del sistema son los siguientes:

Tabla XXXI. **Ejemplo punteos**

<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>viernes</b>	<b>Total</b>
<b>50</b>	80	95	105	100	430

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Con ello se puede realizar una regla de tres simple que mostrará el rendimiento sobre el 100 %:

$$\text{Porcentaje} = \frac{\text{Total de puntos} * 100}{750}$$

Sustituyendo en la fórmula queda de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje} = \frac{430 * 100}{750} = 57,33 \%$$

Este sería el rendimiento respecto a las inspecciones diarias, el objetivo es que cada semana aumente este porcentaje, mejorando el área de trabajo hasta llegar a un 100 % y mantenerse en él.

#### 4.2.2.3.3 Actividades semanales

Para las actividades semanales se hará un tipo de mantenimiento más profundo, inspeccionando minuciosamente el equipo y se representara por medio de un *chek list* y etiquetas que mostrarán el estado actual del equipo.

Tabla XXXII. Descripción de colores

Color	Descripción
Azúl	Fallas que pueden ser reparadas sin apoyo del área de mantenimiento.
Rojo	Fallas que deben ser reparadas con apoyo del área de mantenimiento.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

En la inspección del mantenimiento se colocará dos columnas, una roja y otra azul, según se muestra en la tabla XXIX.

Figura 23. **Actividades semanales**

LOGO	EMPRESA DE ALIMENTOS	REF-XXXX Revisión 1
Mantenimiento semanal		
Responsable: _____		Fecha y hora de inicio: _____
RevisionNo. _____		Fecha y hora de fin: _____
Firma: _____		
Maquinaria: Volumetrica		
	Azul	Rojo
Sistema mecanico		
Carro		
Bases de cuchilla		
Bielas		
Cuchilla		
Morzadas		
Plato de alimentación		
Pin		
Reductor		
Sistema neumatico		
Cilindro mordaza		
Cilindro de cuchilla		
Unidad de mantenimiento		
Comentario: <div style="border: 1px solid black; height: 60px; width: 100%;"></div>		
Página 1 de X		

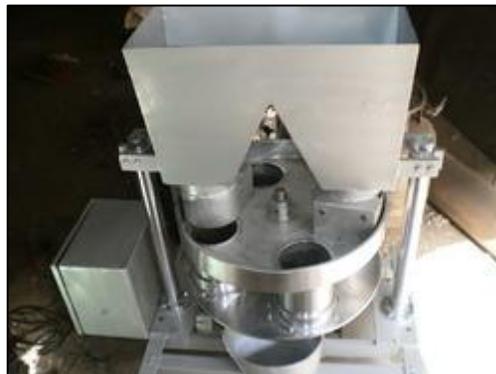
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Esto significa que al momento de estar clasificado en el área azul el operario podrá realizar el trabajo de limpieza o mantenimiento y esto lo podrá ejecutar por medio del conocimiento de las capacitaciones previamente descritas, de lo contrario se colocará una etiqueta roja que representa la necesidad del área de mantenimiento para poder reparar el equipo dañado.

#### **4.3. Implementación en la mejora de mantenimiento en el manejo de vasos de maquinaria volumétrica**

Una de las partes principales del equipo volumétrico es el plato de alimentación en él se colocan unos vasos de diferentes tamaños dependiendo del producto y versión que se empacará, es importante que estos platos se encuentren en buen estado y que exista una base de ellos en bodega en caso de extravió o sustitución por desgaste del utilizado.

Figura 24. **Base de alimentación**



Fuente: Radpak. *Bases de alimentación*. [www.radpak.net/machines,volumetric-fillers,cup-filler-cup-dosers-.html](http://www.radpak.net/machines,volumetric-fillers,cup-filler-cup-dosers-.html). Consulta: 2 de mayo de 2017.

Como se puede observar en la figura 26 la base de alimentación está conformada por varios orificios en ellos es colocado el tipo de base adecuado para empacar el producto, por ejemplo 26 g, siendo esta la versión que se utilizara para crear un *check list* donde se contabilice la cantidad total de vasos.

#### 4.3.1. Stock de vasos para bolsas de 26 gramos

Se detallan las medidas que debe tener los vasos dosificadores para el empaque de frituras de 26 gramos, así como las imágenes ilustrativas:

Tabla XXXIII. Tipo de vasos

No.	Imagen	Medidas
1		Diámetro plástico: 78,56 mm Altura plástica: 28,88 mm Diámetro metal: 72,18 mm Altura metal: 44,31 mm
2		Diámetro plástico: 97,66 mm Altura plástica: 22,95 mm Diámetro metal: 89,56 mm Altura metal: 33,26 mm
3		Diámetro plástico: 98,59 mm Altura plástica: 28,07 mm Diámetro metal: 90,39 mm Altura metal: 32,77 mm
4		Diámetro plástico: 89,35 mm Altura plástica: 31,79 mm Diámetro metal: 82,32 mm Altura metal: 47,42 mm

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Actualmente se cuenta con 4 tipos de vasos diferentes medidas que son utilizados para empacar las frituras de maíz en versión de 26 g.

Tabla XXXIV. **Vasos en inventario**

No.	Imagen	Cantidad Juegos	Total por Unidad
1		2	14
2		2	14
3		2	14
4		2	14
<b>Total</b>			56

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Para controlar el manejo de este material es necesario crear *check list* que ayude a controlar que se encuentre los juegos en producción completos y mantener los juegos de repuesto en bodega.

Figura 25. **Check list control de vasos**

LOGO	EMPRESA DE ALIMENTOS	REF-XXXX Revisión 1		
Check List vasos				
Responsable: _____		Fecha y hora de inicio: _____		
RevisionNo. _____		Fecha y hora de fin: _____		
Firma: _____				
Maquinaria: Volumetrica				
Versión 26 gramos				
		Unidades teóricas	Unidades encontradas	
Tipo	Amarillo	7		
	Verde	7		
	Naranja	7		
	Negro	7		
Comentario:				
Página 1 de 1				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Este *check list* ayudará a tener control de los vasos que se encuentran en funcionamiento, evitando de esta manera descontrol en ellos, para ello fueron clasificados en colores para diferenciarlos, además se debe colocar la cantidad de vasos encontrados, este debe de coincidir con las unidades teóricas, en caso de no ser de esta manera se debe reportar al jefe de planta. Se recomienda la utilización de este material una vez por semana realizado por el equipo de mejora continua ya conformado y capacitado.

#### 4.3.2. Diferenciación de tipo de vasos de 26 gramos

Como se pudo observar en la tabla XXX, los vasos que existen en funcionamiento no tienen una diferenciación para saber cuál se estará utilizando e inspeccionando, debido a esta situación es necesario crear una etiqueta que ayudara a facilitar su almacenaje y uso, a continuación, los colores a aplicar:

Tabla XXXV. Colocación de colores

No.	Imagen	Color
1		Amarillo
2		Verde
3		Naranja
4		Negro

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Las etiquetas a utilizar serán representadas por los colores ya asignados, estos colores con el tipo de vaso se pueden observar en la tabla anterior, los colores son:

- Amarillo
- Verde
- Naranja
- Negro

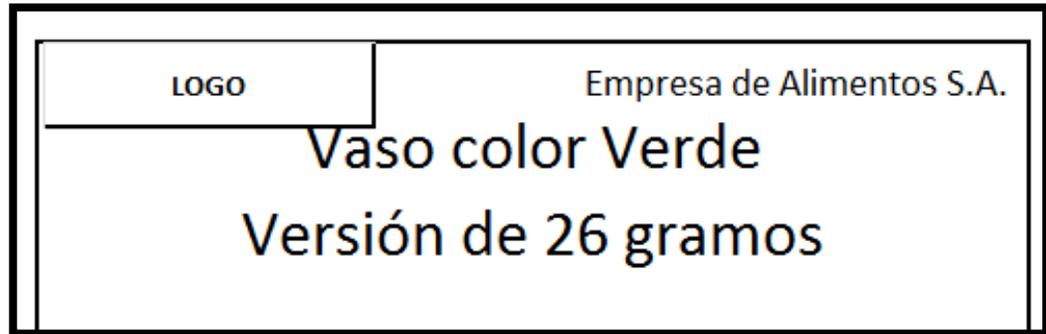
La colocación de colores es utilizada en muchas empresas para clasificar herramientas, procesos, deferencias líneas de producción y departamentos, como se pude observar su uso tiene una amplia gama de oportunidades, las ventajas de utilizar este método son las siguientes:

- Mejora el orden de los ambientes
- Fácil almacenaje
- Oportunidad de encontrar los materiales a tiempo
- Fácil identificación
- Control de inventarios
- Mejor presentación

Como se puede observar son muchas ventajas y ayudarán sobre todo a tener un mejor control de los vasos que se tiene tanto en inventario, como en el uso de la producción. Es importante clasificarlos adecuadamente y diferenciar que vaso tiene cada color para que no exista desorden, por esa razón es la importancia de las capacitaciones para los equipos de trabajo, tomando en cuenta que se debe realizar las capacitaciones correctamente dejando el tema de la clasificación claro para cada uno de los integrantes, además de realizar una prueba y conocer de esta manera las inquietudes de cada uno de ellos.

A continuación, se muestra las etiquetas clasificando cada vaso con su color:

Figura 26. **Etiqueta de colores**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

La imagen que se mostró a continuación es un ejemplo de cómo sería la etiqueta para la clasificación, lo único que cambiaría de este modelo para cada uno será los colores los cuales son: verde, amarillo, naranja y negro.



## **5. SEGUIMIENTO**

Este capítulo está enfocado al seguimiento de las dos propuestas para la línea de producción de frituras de snack versión 26 g, es importante saber cómo dar una retroalimentación a un proyecto para la mejora continua del mismo, aumentando siempre la calidad del producto. Las propuestas que implementaron en el capítulo cuatro son:

- Inversión en maquinaria gravimétrica
- Mejora en el mantenimiento productivo total

Estas dos propuestas como ya se describieron anteriormente son viables y factibles ya que por medio del análisis financiero se demostró que cuentan con rentabilidad.

### **5.1. Mantenimiento de maquinaria gravimétrica**

Al momento de ejecutar esta propuesta es necesario en su momento realizar los mantenimientos preventivos, lo mejor es realizarlo con las indicaciones del fabricante, para ello generalmente las recomendaciones pueden abarcar de seis meses a un año. Es importante recalcar que estas medidas deben realizarse periódicamente cumpliendo con las fechas estipuladas por el área de mantenimientos, para poder dar un adecuado seguimiento es necesario:

- Cumplir con fechas estipuladas para mantenimientos.
- El operario debe manipular el equipo de una manera correcta, siempre tomando en cuenta el manual de uso de la maquinaria gravimétrica, como las recomendaciones.
- No se debe sobre forzar el equipo para no dañarlo.
- Realizar anualmente un mantenimiento maestro, esto quiere decir un mantenimiento e inspección total del equipo, para verificar su funcionamiento.
- Realizar las capacitaciones a operarios para dar una retroalimentación.
- Motivar al personal en su puesto de trabajo.
- Respetar las funciones del equipo.
- No alterar el equipo si el fabricante no lo recomienda.

Estas recomendaciones para dar seguimiento al proyecto son de suma importancia para evitar fallos futuros y poder cumplir con lo estipulado respecto a proyecciones.

### **5.1.1. Mantenimiento preventivo**

Como ya se describió en el capítulo cuatro respecto al mantenimiento preventivo, es necesario que el equipo sea colocado en el programa, este debe ser realizado por el departamento de mantenimientos una vez realizado ello, para poder darle seguimiento se debe cumplir con lo estipulado en el programa donde se debe tomar en cuenta las piezas del equipo, las cuales son:

- Sistema mecánico:
  - Carro: se debe realizar con una frecuencia de seis meses

- Bases de cuchilla: se debe realizar con una frecuencia de tres meses.
  - Bielas: se debe realizar el mantenimiento cada tres meses.
  - Cuchilla: el mantenimiento debe realizarse cada tres meses.
  - Mordazas: se debe realizar con una frecuencia de tres meses.
  - Barras: el mantenimiento debe realizarse cada seis meses.
  - Plato de alimentación: el mantenimiento debe realizarse cada tres meses.
  - Reductor: la frecuencia del mantenimiento debe ser cada tres meses.
- Sistema neumático:
    - Cilindro de mordaza: el mantenimiento se debe realizar cada seis meses.
    - Electroválvulas: el mantenimiento debe realizarse cada seis meses.
    - Unidad de mantenimiento: la frecuencia del mantenimiento debe ser cada seis meses.

Cada uno de estos mantenimientos debe ser realizado por medio de una orden de trabajo donde se encuentre detallado cada una de las piezas, la persona que lo realizará y tiempo de paro, la orden de trabajo esta explicada en el capítulo cuatro representado en la figura número 11.

### **5.1.2. Capacitación**

La capacitación es una parte muy importante ya que por medio de ella se podrá mejorar el conocimiento de los colaboradores y la calidad de los productos. Para realizar un seguimiento de este sistema es necesario implementar

capacitaciones adecuadas a los trabajadores sobre temas de interés tanto del equipo, como de mejoras a proponer, los temas que se coloquen deben tener relación tanto con los mantenimientos, equipos, personal colaborador, motivación, calidad, higiene y seguridad, para ello a continuación se muestran varios temas que pueden ser utilizados y son importantes para mejorar ciertos aspectos:

- Buenas prácticas de manufactura
- Estrategia de 5's
- Mantenimiento productivo total
- Importancia de los mantenimientos
- Calidad
- Herramientas para la calidad
- Seguridad e higiene
- Normas ISO
- Mejora continua
- Calidad total
- Importancia del colaborador en la empresa
- Equipos de trabajo

Estos temas son recomendados para mantener al trabajador en sintonía con el trabajo y pueda realizarlo de una mejor manera, se recomienda que estas capacitaciones sean realizadas una vez por mes y la duración de cada una de ellas sea de 45 minutos. Se debe ver este tiempo no como tiempo perdido más bien es un tiempo que dará lugar a preguntas a propuestas de innovación, aumentará la eficiencia de los trabajadores, dándoles la importancia que desean.

Para dar seguimiento se propone un calendario que durara un año, en cada mes se dará un tema diferente y se involucrará a los trabajadores que estén

directamente relacionados con el equipo, así como toda la planta, ya que para que una línea de producción realice eficientemente el trabajo es necesario que todos colaboren conjuntamente.

Figura 27. **Seguimiento de capacitaciones**

Calendario de capacitaciones													
Actividad	Duración minutos	Tiempo											
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Buenas prácticas de manufactura	45 min	■											
Estrategia de 5's	45 min		■										
Mantenimiento productivo total	45 min			■									
Importancia de los mantenimientos	45 min				■								
Calidad	45 min					■							
Herramientas para la calidad	45 min						■						
Seguridad e higiene	45 min							■					
Normas ISO	45 min								■				
Mejora continua	45 min									■			
Calidad total	45 min										■		
Importancia del colaborador en la empresa	45 min											■	
Equipos de trabajo	45 min												■

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

## 5.2. Seguimiento de mantenimiento de maquinaria volumétrica

Realizando la propuesta y la implementación del mantenimiento de maquinaria volumétrica, es importante el seguimiento por medio de las verificaciones, capacitaciones y hojas de control del proceso, para ello a continuación se muestra las medidas a seguir para dar un adecuado seguimiento:

### **5.2.1. Verificación de procedimientos**

La verificación de procedimientos se realiza por medio de la actualización de los registros mencionados y propuestos en el capítulo cuatro, es importante la actualización por medio del ciclo *Deming*, el que muestra la mejora continua de procedimientos por medio de las deficiencias de los mismos.

Las verificaciones se deben realizarse a los siguientes registros:

- Verificación de funcionamiento, figura 13
- Inspección diaria, figura 18
- Actividades semanales, figura 19
- *Check list* control de vasos, figura 20

Es importante que estos registros sean actualizados periódicamente, mejorando su funcionamiento, además es importante tener un registro real, guardando cada orden de trabajo, las verificaciones descritas anteriormente, para tener un respaldo de ello.

### **5.2.2. Capacitación a operarios de maquinaria**

De igual manera que en la propuesta anterior es importante realizar un plan de capacitación anual para los equipos de trabajo y en general toda la planta para ello, la propuesta de las capacitaciones es la misma para este proyecto, ya que ayudará gradualmente a la eficiencia de los trabajadores.

Después de haber realizado la capacitación inicial a cada uno de los involucrados en la implementación es necesario darle un seguimiento constante y para ello se recomienda que esta capacitación sea realizada cada año, para

lograr el objetivo del ciclo de *Deming* de la mejora continua, tratando de mejorar los procesos y los temas a involucrar, por ejemplo, la utilización de una hoja nueva de registros.

### 5.2.3. Control de hojas de mantenimiento

El control para las hojas de mantenimiento es muy sencillo lo que debe hacerse, ya que es mantener los registros tanto en la computadora, como en papel, esto se realiza para tener constancia de los trabajos hechos y en caso de auditorías tener el respaldo que es muy importante.

Otro punto beneficioso de archivar esta papelería es la integración de una certificación a futuro, en caso es una norma ISO es necesario que estos registros estén debidamente guardados ya que la norma lo pide para su cumplimiento.

Figura 28. Control de hojas



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

### **5.3. Auditorías**

Las auditorías son una serie de procesos que ayudan a una empresa controlar y mejorar ciertos procesos. El objetivo de esta herramienta es encontrar los puntos críticos mediante revisiones y evaluaciones periódicas y con ello implementar propuestas de mejora y retroalimentaciones.

Existen varios tipos de auditorías las cuales se proponen para un adecuado seguimiento:

- Auditorías de desempeño
- Auditorías externas
- Auditorías internas

#### **5.3.1. Auditoría de desempeño**

Una auditoría de desempeño es aquella que por medio de pruebas a los equipos de trabajo de mejora se conocerá el avance del equipo y con ello poder mejorar sus conocimientos y habilidades enfocado al buen mantenimiento productivo total, para ello es necesario una hoja que muestre el rendimiento de los colaboradores.

#### **5.3.2. Auditorías externas**

Estas auditorías están enfocadas en el desempeño de la calidad en los procesos, por ser externas son realizadas por organizaciones que no son de la empresa, ya que el objetivo es evaluar estrictamente y enseñar las mejoras que se pueden realizar.

Figura 29. Auditoría de desempeño

LOGO	EMPRESA DE ALIMENTOS	REF-XXXX Revisión 1	
Evaluación de desempeño			
Nombre: _____	Fecha y hora: _____		
Evaluador: _____			
Firma: _____			
Evaluación			
Clasificación	Punteo		
El trabajador comprendió lo estudiado?	Excelente	Bueno	Regular
Responsabilidad			
Iniciativa			
Capacidad de resolver problemas			
Orden			
Limpieza			
Cumple con llenar los registros correspondientes?			
Trabaja en equipo?			
Es colaborador?			
Grado de captación de lo aprendido?			
Puntualidad			
Compromiso con el equipo?			
Página 1 de 1			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

### 5.3.3. Auditorías internas

Las auditorías internas son elaboradas por personal de la empresa en este caso deben ser realizadas por los jefes de planta, realizando una estricta evaluación para mejorar los procesos necesarios.



## CONCLUSIONES

1. A partir del análisis realizado en el capítulo dos y tres, se logró determinar una deficiente estandarización de peso de producto, el cual se realizaba volumétricamente. Se propuso el cambio de método de empaque volumétrico a gravimétrico con lo que según especificaciones el peso medido es exacto y no aproximado como en el llenado volumétrico, garantizando un mejor aprovechamiento del producto terminado.
2. Utilizando la herramienta de calidad de gráficos de control, específicamente gráfico de medias, se logró determinar un descontrol en el proceso de llenado, debido a que se excedían los límites predeterminados para dicho proceso, segundo se muestra en la figura 7, en donde se muestran los resultados del lote analizado.
3. El mantenimiento preventivo forma parte esencial de cualquier máquina que utilice movimiento mecánico para cumplir su función; en la máquina de llenado volumétrico el mantenimiento preventivo era deficiente ya que se llevaban a cabo inspecciones periódicas sino hasta que la misma fallaba provocando paros frecuentes en la producción. Como solución al problema se propuso un mantenimiento productivo total enfocado al operador a efectuarse con el apoyo de la metodología japonesa 5's.
4. El reglamento RTCA indica requisitos importantes para el servicio de calidad, para ello se enfocan en el área de metrología legal, la cual muestra las cualidades en masa, volumen, longitud y área con las que se debe de cumplir a nivel centroamericano. Es importante cumplir con los

pesos que se describen en el empaque ya que de no ser así se puede llegar a tener un proceso legal por no vender lo que se está especificando.

5. Mediante evaluación financiera que se llevó a cabo para la compra de una maquinaria gravimétrica, utilizando los métodos de la VAN, TIR y B/C, se demostró teóricamente que es viable la compra del equipo para el empaque de frituras de maíz y la inversión inicial se retornará en un tiempo aproximado de 5 años.
6. La maquinaria gravimétrica tiene la peculiaridad de utilizar sensores que identifican el peso que entra en los dosificadores, con ello se puede calcular exactamente lo que se está depositando en las bolsas de frituras, además de tener una capacidad de 55 bolsas por minuto con un total de 10 balanzas en uso, lo cual incrementa la manera de empaclar producto.
7. Para conocer los factores que afectan al proceso de llenado actual con maquinaria volumétrica, utilizando la herramienta de FODA, se conocieron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, además de ello por medio de un diagrama de operaciones se conoció los tiempos improductivos y paro por fallas del equipo de empaclado y por último se realizó el análisis de llenado teórico y real de los dosificadores en los que se encontró que el peso real variaba mucho del peso que debería de estar en las bolsas de 26 g.
8. Mediante la evaluación de las capacidades de la máquina volumétrica y gravimétrica se logró determinar que la maquinaria gravimétrica tiene mayor capacidad de producción, maneja un sensor de peso el que ayuda a calcular exactamente lo que se está pesando, con lo que se tiene mayor precisión en el proceso de empaque de *snack*.

## RECOMENDACIONES

1. Planificar los mantenimientos preventivos a las maquinarias gravimétricas y volumétricas que se implementen en la planta, ya que esto ayudará a reducir tiempos muertos, aumentar la productividad del proceso y sobre todo a disminuir costos de producción.
2. Aumentar la productividad de los trabajadores es conveniente tener un plan de capacitaciones relacionadas al trabajo a realizar, mejorando el ánimo, la concentración y la motivación.
3. Implementar hojas que ayuden a realizar evaluaciones del desempeño de trabajo, mediante la implementación del mantenimiento productivo total, con ello se podrá conocer los puntos de mejora y el rendimiento de implementación.
4. Dar seguimiento a los planes de capacitación e implementación de los programas de mantenimientos a maquinaria gravimétrica, por medio del jefe de producción.
5. Asignar a una persona para dar cumplimiento en las auditorías de desempeño, ya que con ello se tendrá un sistema de mejora continua en la empresa.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Comieco. *Reglamento técnico centroamericano Idioma español*. Guatemala: 2006. 7 p.
2. Enipack. *Características de maquinaria gravimétrica*. [en línea]. <[www.enipack.com](http://www.enipack.com)>. [Consulta: febrero de 2017].
3. GUTIERREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*: 3a ed. México: McGraw-Hill, 2010. 20 p.
4. Solpak. *Características de maquinaria volumétrica*. [en línea]. <[www.solpak.com.co](http://www.solpak.com.co)>. [Consulta: febrero de 2017].
5. Tecno embalaje. *Capacidad de maquinaria gravimétrica*. [en línea]. <[www.tecnoembalaje.com](http://www.tecnoembalaje.com)>. [Consulta: febrero de 2017].
6. Torres, Leandro. *TPM Mantenimiento total productivo y estrategia de las 5S*: Colombia: Universitas, 2013. 218 p.
7. Transporte vector. *Tipos de contenedores y sus medidas*. [en línea]. <[www.transportesvector.com.mx](http://www.transportesvector.com.mx)>. [Consulta: marzo de 2017].



## ANEXOS

### Anexo 1. **Generalidades del reglamento técnico centroamericano: cantidad de producto en pre empacados**

- Definiciones importantes
  - Cantidad real: la cantidad de producto que de hecho contiene un pre empacado, determinada por mediciones efectuadas por los oficiales de metrología legal.
  - Cantidad nominal: cantidad de producto en un pre empacado declarado en la etiqueta por el empacador.
    - Nota: el símbolo  $Q_n$  es usado para designar la cantidad nominal.
    - La cantidad nominal debe ser declarada en unidades del sistema internacional de unidades.
  - Deficiencia tolerable; error negativo tolerable: deficiencia en la cantidad de producto permitida en un pre empacado.
    - El símbolo T significa deficiencia tolerable
  - Pre empacado engañoso: pre empacado que es hecho, formado, presentado, marcado o llenado de cualquier manera que puede incluir a error al consumidor sobre la cantidad de su contenido.

## Continuación anexo 1.

- Error individual de pre empaçado: diferencia entre la cantidad real de producto en un pre empaçado y su cantidad nominal.
- Lote de inspección: cantidad definida de pre empaçados producida al mismo tiempo bajo condiciones que se presumen uniformes y del cual una muestra es extraída e inspeccionada para determinar su conformidad con un criterio definido para aceptación o rechazo del lote como un todo.
- Material de empaque; empaque individual; tara; empaque: todo aquello de un pre empaçado que sobra después del uso de un producto, excepto los ítems que se encuentra naturalmente en el producto. El uso incluye el consumo o el sometimiento a un tratamiento.
  - Nota: el material de empaque es generalmente usado para contener, proteger, manipular, entregar, preservar, transportar, informar y servir como soporte mientras se usa el producto que contiene.
- Pre empaçado. combinación del producto y el material de empaque en el cual es pre empaçado.
- Error T1: un pre empaçado no conforme que se determina que contiene una cantidad real menor que la cantidad nominal menos la tolerancia de deficiencia permitida para la cantidad nominal, es llamado error T1.

$$\text{error T1} = \text{contenido real} < (Q_n - T)$$

## Continuación anexo 1.

- Error T2: un pre empaçado no conforme que se determina que contiene una cantidad real menor que la cantidad nominal, menos dos veces la tolerancia de deficiencia para una cantidad nominal permitida es llamado error T2.

$$\text{error } T2 = \text{contenido real} < (Q_n - T2)$$

- Producto pre empaçado: ítem individual para presentación como tal al consumidor, que consiste en un producto y su material de empaque dentro del cual fue colocado antes de ser ofrecido para su venta y en el cual la cantidad de producto tiene un valor predeterminado, ya sea que el material de empaque envuelva el producto completamente o solo parcialmente, pero en cualquier caso, de manera que tal que la cantidad real del producto no pueda ser alterada sin que el material de empaque sea abierto muestre una modificación perceptible.
- Requisitos metrológicos para un pre empaçado

Un pre empaçado debe llenar los requisitos contemplados en este reglamento en cualquier nivel de distribución, incluyendo el punto de empaque, importación, destrucción, puntos de transacciones comerciales al por mayor y puntos de venta.

## Continuación anexo 1.

- Requisitos del promedio: el promedio de la cantidad real del producto de un pre empacado en un lote de inspección debe ser al menos igual a la cantidad nominal. El criterio debe cumplirse si el promedio de la cantidad real de producto en un pre empacado de un lote de inspección es estimado por muestreo.
- Requisitos de los pre empacados individuales: La cantidad real de producto en un pre empacado debe reflejar exactamente la cantidad nominal pero se permitirán desviaciones razonables. Un lote de inspección debe ser rechazo si contiene:
  - Más pre empacados que exceden la deficiencia tolerable que los permitidos en la columna de la tabla A1.
  - Uno o más pre empacados no conformes tienen errores T2.
- Principios estadísticos y generales de control
  - Criterios: las pruebas para aceptación o rechazo de los lotes de inspección deben tomar tres parámetros en consideración:
    - El error promedio de la cantidad de producto en el pre empacado en la muestra;
    - El porcentaje de pre empacados en la muestra que contienen una cantidad de producto menor que  $Q_n - T$  sea menor que el 2,5 % también llamado error T 1. Este es igual al requisito de que si un lote de inspección debe ser rechazado si la muestra incluye más pre empacados no conformes que

## Continuación anexo 1.

contienen una cantidad de producto menor que  $Q_n - T$  que el permitido en la columna 4 de la tabla A1 llamado error T 1.

- Que un lote de inspección debe rechazarse si uno o más pre empacados no conformes en la muestra contienen una cantidad de producto menor que  $Q_n - T2$  llamado error T2.
- Un lote de inspección es:
  - Aceptado si satisface los requisitos fijados para los tres parámetros o criterios anteriores; o
  - Rechazado si no satisface uno o más de los requisitos.
- Inspecciones llevadas a cabo en las instalaciones del empacador y otros puntos de distribución

Un lote de inspección tomado en la línea de producción, debe consistir de todos los pre empacados no rechazados por el sistema de chequeo. Se debe tener cuidado de tomar las previsiones para que se hagan solo los ajustes de operación normales por los operarios en la producción y proceso de llenado del pre empacado. Las muestras de pre empacados deben ser tomadas después del punto final de chequeo del empacador.

Cuando la muestra de pre empacados son:

- Tomadas de la línea de producción: el tamaño del lote de inspección debe ser igual a la producción máxima por la hora de la línea de

## Continuación anexo 1.

producción sin ninguna restricción como al tamaño del lote de inspección.

- Muestras tomadas en las bodegas del empacador:
  - La producción de la línea de producción exceda a 10 000 pre empacados por hora: el tamaño del lote de inspección debe ser igual a la producción máxima por hora de la línea de producción sin ninguna restricción como el tamaño del lote de inspección; o
  - La producción de la línea de producción es de 10 000 pre empacados o menos por hora: el tamaño del lote de inspección no debe exceder a 10 000 pre empacados.
  - Si las muestras son tomadas en otros puntos de distribución, el tamaño del lote será la totalidad del producto existente.
- Características del lote de inspección y del muestreo
  - Deficiencias tolerables: para todos los pre empacados, las deficiencias tolerables T se especifican en la tabla A2 para productos de contenido constante y en tabla A1 para productos de contenido variable. Ningún pre empacado debe tener un error negativo mayor que dos veces la deficiencia tolerable T2.

- Pesos y medidas

Continuación anexo 1.

- Llenado de los recipientes
  - Llenado mínimo: el producto deberá ocupar, como mínimo el 90 % en fracción de masa o volumen del envase.

Fuente: MINECO. *Reglamento técnico centroamericano RTCA 01.01.11:06*, p. 5

## Anexo 2. Plantes de muestreo para pre empacados

Tamaño del lote de inspección	Tamaño de muestra	Factor de corrección de la muestra $\frac{(1-a)^t}{\sqrt{n}}$	Número de pre empacados en la muestra permitidos que exceden la deficiencia tolerable
Hasta 150	5	2 059	0
151 a 1200	20	0,640	1
1 201 a 10 000	32	0,485	2
10 001 a 35 000	50	0,379	3
35 001 a 50 000	80	0,295	5
Más de 50 000	125	0,234	7

Fuente: MINECO. *Reglamento técnico centroamericano RTCA 01.01.11:06*, p. 5.

**Anexo 3. Diferencia tolerable en el contenido real para pre empacados**

<b>Cantidad nominal del producto</b>	<b>Diferencia tolerable (T)<sup>a</sup></b>	
<b>Q<sub>n</sub> en g o mL</b>	<b>Porcentaje de Q<sub>n</sub></b>	<b>g o mL</b>
0 a 50	9	-
50 a 100	-	4,5
100 a 200	4,5	-
200 a 300	-	9
300 a 500	3	-
500 a 1 000	-	1,5
1 000 a 10 000	1,5	-
10 000 a 15 000	-	150
15 000 a 50 000	1	-
<sup>a</sup> Los valores de T están redondeados al próximo 1/10 de un g o mL para Q <sub>n</sub> = 1 000 g o mL y al próximo entero superior de g o mL para Q <sub>n</sub> > 1 000 g o mL.		
<b>Cantidad nominal del producto Q<sub>n</sub> en longitud</b>	<b>Porcentaje en Q<sub>n</sub></b>	
Q <sub>n</sub> = 5 m	No se permite deficiencia t	
Q <sub>n</sub> > 5 m	2	
	olerable	
<b>Cantidad nominal del producto Q<sub>n</sub> en área</b>	<b>Porcentaje en Q<sub>n</sub></b>	
Todos los Q <sub>n</sub>	3	
<b>Cantidad nominal del producto (Q<sub>n</sub> en unidades de</b>	<b>Porcentaje en Q<sub>n</sub></b>	
Q <sub>n</sub> = 50 ítems	No se permite deficiencia	
Q <sub>n</sub> > 50 ítems	1 <sup>b</sup>	
<sup>b</sup> Calcule el valor de T multiplicando la cantidad nominal por 1 % y redondeando el resultado al próximo número entero. El valor puede ser mayor que el 1 % debido al redondeo pero esto es aceptado ya que los productos como un solo ítem no pueden ser divididos.		

Fuente: MINECO. *Reglamento técnico centroamericano RTCA 01.01.11:06*. p. 7.