



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

**ANÁLISIS TÉCNICO DE INGENIERÍA Y ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS  
OPERACIONALES DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE AGUA PURIFICADA Y  
REFRESCOS EN BOLSA**

**Dorian Samuel Roldán Del Cid**

Asesorado por la Inga. Flor de Mayo González Miranda

Guatemala, enero de 2021



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS TÉCNICO DE INGENIERÍA Y ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS  
OPERACIONALES DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE AGUA PURIFICADA Y  
REFRESCOS EN BOLSA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DORIAN SAMUEL ROLDAN DEL CID**  
ASESORADO POR LA INGA. FLOR DE MAYO GONZÁLEZ MIRANDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ENERO 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. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Norma Iliana Sarmiento Serrano
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magali Herrera López



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **ANÁLISIS TÉCNICO DE INGENIERÍA Y ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS OPERACIONALES DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE AGUA PURIFICADA Y REFRESCOS EN BOLSA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de 23 de febrero de 2015.

**Dorian Samuel Roldán Del Cid**





Guatemala 18 de octubre de 2019

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú rodas  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Señor Director:

A través de la presente me dirijo a usted, para notificarle que he llevado a cabo la revisión del trabajo de graduación del estudiante: DORIAN SAMUEL ROLDAN DEL CID quien se identifica con DPI número 2423771490101 y número de registro estudiantil 200818807; trabajo titulado **"ANÁLISIS TÉCNICO DE INGENIERÍA Y ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS OPERACIONALES DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE AGUA PURIFICADA Y REFRESCOS EN BOLSA"**

Dado lo anterior, a mi criterio, considero que el trabajo de graduación cumple con los requisitos exigidos por la facultad de ingeniería por lo que doy mi autorización para que el estudiante pueda continuar con los trámites exigidos por la misma.

Sin otro particular,

Atentamente,



*Flor González Miranda*  
Ingeniera Industrial  
Msc. en Medio Ambiente  
Colegiado No. 6.070

Inga. Flor de Mayo González Miranda  
Asesora de trabajo de graduación



REF.REV.EMI.038.020

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS TÉCNICO DE INGENIERÍA Y ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS OPERACIONALES DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE AGUA PURIFICADA Y REFRESCOS EN BOLSA**, presentado por el estudiante universitario **Dorian Samuel Roldán Del Cid**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Brenda Izabel Miranda Consuegra'.

*Brenda Izabel Miranda Consuegra*  
Ingeniera Industrial  
Colegiado 13.675

Inga. Brenda Izabel Miranda Consuegra  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2020.

/mgp



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

REF.DIR.EMI.002.021

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 **ANÁLISIS TÉCNICO DE INGENIERÍA Y ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS OPERACIONALES DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE AGUA PURIFICADA Y REFRESCOS EN BOLSA**, presentado por el estudiante universitario **Dorian Samuel Roldán del Cid**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

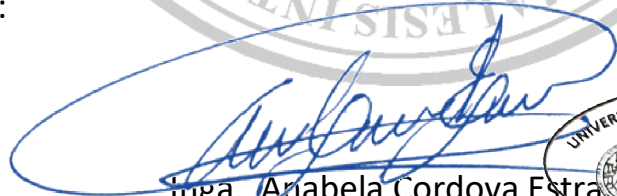
**Ing. César Ernesto Urquizú Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

Guatemala, enero de 2021.  
/mgp


DTG. 023.2021.

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: **ANÁLISIS TÉCNICO DE INGENIERÍA Y ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS OPERACIONALES DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE AGUA PURIFICADA Y REFRESCOS EN BOLSA**, presentado por el estudiante universitario: **Dorian Samuel Roldán Del Cid**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



ing. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, enero 2021.

AACE/asga

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Mis padres</b>	Raúl Roldán y Rosario del Cid por darme lo necesario para salir adelante a lo largo de mi formación como ingeniero.
<b>Mis hermanos</b>	Douglas (q. e. p. d.) y Estefany Roldán por su apoyo incondicional.
<b>Mis compañeros</b>	Del colegio y de trabajo por alentarme a siempre seguir aprendiendo.
<b>Mis amigos</b>	Por sus consejos, palabras de aliento y por estar siempre apoyándome incluso en momentos difíciles.
<b>Mi familia</b>	En general por su apoyo incondicional desde mi niñez.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	<i>Alma máter</i> gloriosa y tricentenaria.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por preparar profesionales de alto desempeño capaces de aportar sus conocimientos para el desarrollo del país.
<b>Mi asesora y revisora de escuela</b>	Por la dedicación de su tiempo en el acompañamiento del presente trabajo de graduación.
<b>Catedráticos</b>	Por transmitir sus conocimientos a lo largo de toda mi carrera.
<b>Procabosa</b>	Por la oportunidad de realizar este trabajo de graduación con base en sus operaciones.





## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. Descripción de la empresa .....	1
1.2. Información general.....	1
1.2.1. Ubicación .....	2
1.2.2. Misión .....	2
1.2.3. Visión.....	2
1.2.4. Valores .....	3
1.3. Organización .....	3
1.3.1. Organigrama.....	4
1.3.2. Descripción de puestos .....	5
1.4. Entorno empresarial .....	6
1.4.1. Clientes.....	7
1.4.2. Proveedores .....	7
1.4.3. Mercado.....	8
1.4.4. Competencia.....	8
1.5. Ingeniería.....	9
1.5.1. Análisis técnico de ingeniería .....	10
1.5.1.1. Definición.....	10

	1.5.1.2.	Lineamientos .....	10
1.5.2.		Análisis económico.....	11
	1.5.2.1.	Descripción.....	11
	1.5.2.2.	Características .....	11
1.5.3.		Optimización.....	12
	1.5.3.1.	Enfoque .....	12
	1.5.3.2.	Alcance.....	12
	1.5.3.3.	Consideraciones.....	13
1.5.4.		Proceso .....	13
	1.5.4.1.	Descripción.....	14
	1.5.4.2.	Actividades básicas del proceso .....	14
		1.5.4.2.1. Operaciones.....	14
		1.5.4.2.2. Inspección .....	14
		1.5.4.2.3. Demora .....	15
		1.5.4.2.4. Transporte.....	15
		1.5.4.2.5. Almacenamiento .....	15
	1.5.4.3.	Simbología .....	16
	1.5.4.4.	Clasificación .....	17
		1.5.4.4.1. Por producto.....	17
		1.5.4.4.2. Por proyecto.....	18
		1.5.4.4.3. Por función .....	18
1.5.5.		Producción .....	18
	1.5.5.1.	Concepto .....	18
	1.5.5.2.	Especificaciones.....	19
	1.5.5.3.	Tipos de producción .....	19
		1.5.5.3.1. Continua.....	19
		1.5.5.3.2. Intermitente .....	20
		1.5.5.3.3. Por lotes.....	21
1.5.6.		Productividad.....	22

	1.5.6.1.	Aspectos fundamentales .....	22
	1.5.6.2.	Características.....	23
1.5.7.		Mantenimiento .....	25
	1.5.7.1.	Principios .....	25
	1.5.7.2.	Funciones .....	25
	1.5.7.3.	Tipos de mantenimiento .....	26
		1.5.7.3.1. Preventivo.....	26
		1.5.7.3.2. Correctivo .....	26
		1.5.7.3.3. Predictivo.....	27
		1.5.7.3.4. Reactivo .....	27
		1.5.7.3.5. Proactivo .....	28
2.		SITUACIÓN ACTUAL.....	29
	2.1.	Descripción del producto .....	29
		2.1.1. Agua purificada.....	29
		2.1.2. Refrescos.....	30
	2.2.	Materia prima.....	30
	2.3.	Materiales .....	31
	2.4.	Descripción del equipo .....	32
		2.4.1. Maquinaria .....	32
		2.4.2. Herramientas .....	37
	2.5.	Descripción del proceso .....	38
		2.5.1. Extracción de agua .....	38
		2.5.2. Almacenamiento de agua cruda .....	39
		2.5.3. Filtrado.....	39
		2.5.4. Esterilización ultravioleta .....	39
		2.5.5. Ozonificación .....	40
		2.5.6. Filtrado pulidor .....	41
		2.5.7. Almacenamiento de agua purificada.....	43

2.5.8.	Llenado.....	43
2.5.8.1.	Agua purificada .....	43
2.5.8.2.	Refrescos .....	44
2.5.9.	Almacenamiento de producto terminado.....	45
2.5.10.	Distribución.....	45
2.6.	Análisis de costos actuales .....	45
2.6.1.	Costos fijos.....	46
2.6.2.	Costos variables.....	46
2.6.3.	Costos de producción.....	46
2.6.4.	Costos administrativos .....	47
3.	PROPUESTA PARA REALIZAR UN ANÁLISIS TÉCNICO DE INGENIERÍA Y ECONÓMICO .....	49
3.1.	Análisis técnico de ingeniería.....	49
3.1.1.	Planeación de los procesos.....	49
3.1.1.1.	Agua purificada .....	49
3.1.1.1.1.	Diagrama de operaciones.....	50
3.1.1.1.2.	Diagrama de flujo .....	52
3.1.1.1.3.	Diagrama de recorrido ..	54
3.1.1.1.4.	Estudio de tiempos.....	54
3.1.1.2.	Refrescos .....	56
3.1.1.2.1.	Diagrama de operaciones.....	56
3.1.1.2.2.	Diagrama de flujo .....	58
3.1.1.2.3.	Diagrama de recorrido refrescos .....	60
3.1.1.2.4.	Estudio de tiempos.....	61
3.1.2.	Análisis de maquinaria .....	62

3.1.2.1.	Equipo de bombeo para extracción de agua.....	62
3.1.2.2.	Filtrado.....	62
3.1.2.3.	Llenado.....	65
3.1.2.4.	Mantenimiento .....	69
3.1.2.4.1.	Mantenimiento preventivo.....	71
3.1.2.4.2.	Mantenimiento correctivo.....	71
3.1.2.4.3.	Mantenimiento predictivo.....	72
3.1.2.4.4.	Mantenimiento reactivo.....	72
3.1.2.4.5.	Mantenimiento proactivo.....	72
3.1.3.	Análisis de materia prima y materiales utilizados en los procesos.....	73
3.1.3.1.	Agua purificada.....	73
3.1.3.2.	Refrescos.....	74
3.1.4.	Análisis de factores que influyen en los procesos de producción .....	74
3.1.5.	Análisis de inversión en accesorios y maquinaria...	74
3.2.	Análisis económico.....	75
3.2.1.	Determinación de costos fijos.....	75
3.2.2.	Determinación de costos variables .....	78
3.2.3.	Determinación de costo de almacenaje.....	79
3.2.4.	Determinación de costo de producción.....	80
3.2.4.1.	Producción de agua purificada .....	80
3.2.4.2.	Producción de refrescos.....	81

3.2.5.	Determinación de costos de distribución .....	82
3.2.6.	Determinación de costos administrativos .....	83
3.3.	Análisis del entorno empresarial .....	84
3.3.1.	Factores involucrados .....	85
3.3.1.1.	Clientes .....	85
3.3.1.1.1.	Preferencias .....	85
3.3.1.1.2.	Necesidades .....	86
3.3.1.2.	Proveedores .....	86
3.3.1.2.1.	Criterios de selección ....	86
3.3.1.3.	Mercado .....	87
3.3.1.3.1.	Evaluación del mercado objetivo .....	87
3.3.1.4.	Competencia .....	87
3.3.1.4.1.	Establecimiento de ventajas competitivas ....	89
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	91
4.1.	Optimización de los procesos .....	91
4.1.1.	Estandarización .....	91
4.1.2.	Determinación de la oferta .....	91
4.1.3.	Determinación de la demanda.....	92
4.1.4.	Mejoras para eficientar el uso de maquinaria.....	92
4.1.4.1.	Extracción de agua.....	92
4.1.4.2.	Filtrado .....	93
4.1.4.3.	Llenado.....	93
4.1.4.3.1.	Agua pura.....	93
4.1.4.3.2.	Refrescos .....	94
4.1.5.	Reducción de costos .....	97
4.1.5.1.	Fijos.....	98

4.1.5.2.	Variables.....	98
4.1.5.3.	Almacenaje.....	98
4.1.5.4.	Producción.....	99
	4.1.5.4.1. Agua purificada.....	99
	4.1.5.4.2. Refrescos .....	99
4.1.5.5.	De distribución .....	100
4.1.5.6.	Administrativos .....	100
4.1.6.	Inversión en accesorios y maquinaria.....	100
4.1.7.	Relación beneficio/costo .....	101
4.1.8.	Diseño para la producción .....	101
	4.1.8.1. Empaque .....	101
	4.1.8.2. Embalaje.....	103
4.1.9.	Implementación de manuales.....	103
	4.1.9.1. Manual de reglamento y normas laborales .....	104
	4.1.9.2. Manual de procedimientos operacionales .....	104
4.1.10.	Programa de seguridad e higiene industrial .....	107
	4.1.10.1. Capacitación.....	108
	4.1.10.1.1. Importancia de la seguridad industrial ....	110
	4.1.10.1.2. Importancia de la higiene industrial.....	110
4.1.11.	Manejo de materiales .....	111
4.1.12.	Distribución de la planta .....	112
4.1.13.	Condiciones de trabajo .....	113
	4.1.13.1. Ergonomía .....	113
4.1.14.	Control de calidad.....	114

5.	SEGUIMIENTO.....	115
5.1.	Resultados .....	115
5.1.1.	Análisis .....	115
5.1.2.	Interpretación .....	115
5.1.3.	Comparación .....	116
5.1.4.	Ventajas .....	116
5.1.5.	Beneficios.....	116
5.2.	Mantenimiento.....	117
5.2.1.	Programa de mantenimiento preventivo.....	117
5.2.2.	Programa de mantenimiento correctivo.....	121
5.2.3.	Programa de mantenimiento predictivo .....	122
5.2.4.	Programa de mantenimiento reactivo.....	122
5.2.5.	Programa de mantenimiento proactivo.....	123
5.3.	Inspecciones .....	123
5.3.1.	Programa de inspecciones .....	124
	CONCLUSIONES.....	125
	RECOMENDACIONES .....	127
	BIBLIOGRAFÍA.....	129
	APÉNDICES.....	131
	ANEXO.....	139



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama de Productos de la casa del Bosque S.A. ....	5
2.	Embolsado de agua purificada.....	31
3.	Bomba sumergible Sta-Rite serie 10.....	33
4.	Motor Franklin Electric de 2 hp.....	34
5.	Bomba hidroneumática Global Water Solutions .....	35
6.	Clorinador Pentair .....	36
7.	Motor WEG de ½ hp.....	37
8.	Lámpara UV .....	40
9.	Lámpara ozono .....	41
10.	Filtros.....	42
11.	Bomba para distribuir agua al sistema de filtrado.....	42
12.	Proceso de elaboración de agua purificada .....	51
13.	Flujo de operación para la elaboración de agua purificada .....	53
14.	Recorrido de agua purificada .....	54
15.	Proceso de elaboración de refrescos .....	57
16.	Flujo de operación para la elaboración de refrescos.....	59
17.	Recorrido de refrescos .....	60
18.	Filtros de resina, carbón y sedimento.....	63
19.	Filtrado con lámpara UV.....	64
20.	Funcionamiento lámpara UV .....	64
21.	Filtro de ozono.....	65
22.	Bobina montada para embolsado.....	66
23.	Maquina llenadora.....	66

24.	Interior máquina llenadora 1 .....	67
25.	Interior máquina llenadora 2 .....	67
26.	Interior máquina llenadora 3 .....	68
27.	Interior máquina llenadora 4 .....	68
28.	Objetivos primordiales del mantenimiento .....	70
29.	Distribución del producto.....	90
30.	Esquema de las 9's.....	95
31.	Empaque primario de agua pura.....	102
32.	Empaque primario de refrescos .....	102
33.	Caja plástica para embalaje.....	103
34.	Plano de distribución.....	112

## TABLAS

I.	Símbolos que representan gráficamente las actividades de un proceso productivo.....	16
II.	Estudio de tiempos agua pura (tiempo cronometrado en segundos)....	55
III.	Estudio de tiempos agua pura (tiempo normal en segundos).....	55
IV.	Estudio de tiempos agua pura (tiempo estándar en segundos).....	55
V.	Estudio de tiempos refrescos (tiempo cronometrado en segundos) .....	61
VI.	Estudio de tiempos refrescos (tiempo normal en segundos) .....	61
VII.	Estudio de tiempos refrescos (tiempo estándar en segundos) .....	62
VIII.	Costos de accesorios y maquinaria .....	75
IX.	Costos fijos mensuales de agua pura.....	76
X.	Costos fijos mensuales de refrescos .....	77
XI.	Costos variables de agua pura .....	78
XII.	Costos variables de refrescos.....	79

XIII.	Costo de producción de agua purificada .....	81
XIV.	Costo de producción de refrescos.....	82
XV.	Costos de distribución de agua pura .....	82
XVI.	Costos de distribución de refrescos .....	83
XVII.	Costos administrativos de agua pura .....	84
XVIII.	Costos administrativos de refrescos.....	84



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>H</b>	Hora
<b>Km</b>	Kilometro
<b>KW</b>	Kilowatts
<b>M</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>Min</b>	Minuto
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Q</b>	Quetzales
<b>T</b>	Tonelada
<b>U</b>	Unidad
<b>W</b>	Watts



## GLOSARIO

<b>Almacenaje</b>	Guardar cosas en un almacén u otro lugar, generalmente de forma ordenada, para poder disponer de ellas cuando se necesite o convenga.
<b>Análisis</b>	Examen detallado de una cosa para conocer sus características o cualidades, o su estado, y extraer conclusiones, que se realiza separando o considerando por separado las partes que la constituyen.
<b>Aspa</b>	Plancha que gira alrededor de un eje.
<b>Cliente</b>	Persona que utiliza los servicios o productos de un profesional o de una empresa, especialmente la que lo hace regularmente.
<b>Competencia</b>	Conjunto de personas que compiten por algo, especialmente el de los competidores de un producto en el mercado libre.
<b>Costo</b>	Cantidad de dinero u otra cosa que se gasta, que si tiene retorno de inversión.
<b>Demora</b>	Retraso en un proceso o actividad.

<b>Falla</b>	Error o imperfección que provoca que una cosa, en especial un mecanismo o un aparato, funcione mal.
<b>Filtro</b>	Objeto que sirve para separar las partes sólidas de un líquido.
<b>Gasto</b>	Cantidad de dinero u otra cosa que se gasta, que no tiene retorno de inversión.
<b>Inspección</b>	Examinar atentamente una cosa.
<b>Mantenimiento</b>	Conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación.
<b>Mercado</b>	Conjunto de actividades relacionadas con la compra y venta de mercancías y servicios.
<b>Operación</b>	Ejecución de una acción.
<b>Proceso</b>	Procesamiento o conjunto de operaciones a que se somete una cosa para elaborarla o transformarla.
<b>Producción</b>	Fabricación o elaboración de un producto mediante el trabajo.
<b>Proveedor</b>	Que se dedica a proveer o abastecer de productos necesarios a una persona o empresa.



**Tanque**

Recipiente cerrado, generalmente de gran tamaño, que sirve para contener líquidos o gases.

**Transporte**

Llevar o trasladar a una persona o una cosa de un lugar a otro, generalmente haciendo uso de un medio de transporte.



## RESUMEN

Hablar de operaciones eficientes conlleva el análisis de diferentes factores que pueden llegar a influir en la producción de cualquier producto.

El presente informe de graduación pretende primordialmente analizar un sistema de operación eficiente que aumente la producción sin aumentar los costos de operación a través de un análisis técnico de ingeniería y un análisis económico que determinen los problemas y las posibles soluciones en las diferentes etapas del proceso de producción.

En el análisis técnico de ingeniería se analizará y verificará el funcionamiento de las máquinas en todas las actividades, desde la extracción de agua para purificar, hasta su distribución, mientras que el análisis económico se realizará para determinar los costos asociados a la operación de la empresa. Actualmente la empresa Productos de la casa del Bosque S.A. se enfrenta al problema de la falta de control, procedimientos y metodologías que ayuden a controlar los procesos de operación, lo que incurre en desperdicio de materia prima, baja producción, tiempos muertos, consumo de energía, costos de almacenaje, entre otros.

Se propondrá la implementación de procedimientos, metodologías y planes que ayuden a la producción más limpia de sus productos.



# OBJETIVOS

## General

Realizar un análisis técnico de ingeniería y análisis económico para optimizar los procesos operacionales de una empresa productora de agua purificada y refrescos en bolsa.

## Específicos

1. Maximizar el margen de utilidad para la empresa.
2. Determinar los costos de operación actuales de la empresa a través de la realización de un análisis económico.
3. Aumentar la producción de envasado de bolsas de agua purificada y refresco.
4. Comparar el costo de operación actual versus propuesta y juzgar mediante un análisis, la factibilidad de la implementación de cambios en los procesos operacionales.
5. Desarrollar un estudio de tiempos en el proceso y en las actividades de recolección, filtrado, envasado, almacenamiento y transporte.
6. Analizar la calibración de los accesorios de las máquinas para garantizar su correcto funcionamiento.

7. Proponer mejoras al proceso de producción actual con el fin de ser optimizado y medible y que garantice el aumento de productividad al más bajo costo.

## INTRODUCCIÓN

Cuando una empresa inicia operaciones de producción, se hace con el afán de satisfacer una necesidad en el mercado. La empresa productos de la casa del Bosque S.A. se dedica a la producción de agua purificada y refrescos envasados en bolsa que distribuye en diferentes puntos del país.

En la actualidad se enfrentan con el problema de no tener controlados sus procesos de operación, lo que incurre en desperdicio de materia prima, baja producción, tiempos muertos, consumo de energía, costos de almacenaje, entre otros. En el presente tema de trabajo de graduación, se pretende, mediante la realización de un análisis técnico de ingeniería y un análisis económico determinar los factores que influyen en los problemas actuales para solucionarlos de forma integral.

En el análisis técnico de ingeniería se verificará el funcionamiento de las máquinas en todas las actividades, desde la extracción de agua para purificar hasta su distribución, mientras que el análisis económico se realizará para determinar los costos asociados a la operación de la empresa.

El presente informe de graduación hace énfasis principalmente en proponer un sistema de operación eficiente que aumente la productividad al más bajo costo y que, por consiguiente, genere mayor utilidad para los propietarios.





# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. Descripción de la empresa**

La empresa Productos de la casa del Bosque S.A. es una empresa familiar de reciente inicio de operaciones que se dedica a la producción de agua purificada y refrescos de diferentes sabores que son envasados en un empaque sellado de plástico en forma de bolsa en presentaciones de 200 mL y 400 mL.

La empresa actualmente cuenta con las instalaciones necesarias para la elaboración de sus productos, cuentan con un pozo para la extracción del agua que será tratada y purificada para el consumo humano, todo el equipo y maquinaria necesaria se encuentra en un solo salón aislado herméticamente para evitar la contaminación por plagas y partículas de polvo. La empresa también cuenta con una bodega que usa para el almacenamiento temporal del producto terminado y un camión que se encarga de la distribución del producto a los diferentes puntos de venta.

La empresa tiene claro su compromiso con la comunidad de ofrecerle productos de la más alta calidad a precios altamente competitivos, es por ello que surge la necesidad de establecer estrategias que ayuden a reducir los costos y aumentar la productividad, mediante el uso eficiente de sus recursos, como lo son los materiales, la materia prima, la energía eléctrica, los combustibles, y otros insumos necesarios en la producción.

## **1.2. Información general**

En el apartado anterior en los antecedentes generales, se dio la descripción de la empresa objeto de estudio, productora de agua purificada y

refrescos en bolsa, en el siguiente apartado se da la ubicación, se presenta la misión, la visión y los valores de la empresa Productos de la casa del Bosque S.A.

### **1.2.1. Ubicación**

La empresa Productos de la casa del Bosque S.A. se encuentra ubicada en el Km. 40 de la carretera interamericana, entre los municipios de Santo Domingo Xenacoj y Sumpango del departamento de Sacatepéquez, Guatemala. Colinda al sur con el municipio de Santiago Sacatepéquez, al norte y al este con el departamento de Guatemala y al oeste con el municipio de Sumpango Sacatepéquez.

### **1.2.2. Misión**

El fin primordial de establecer una misión para la empresa es usarla como punto de partida que sea comprensible para todos los integrantes de la empresa y que actúen en función de esta, es decir, lograr que se establezcan objetivos, crear estrategias, tomar decisiones y efectuar tareas, siguiendo la guía de la misión establecida de la empresa, alcanzando de esa manera, coherencia y organización. La misión de la empresa Productos de la casa del Bosque S.A., es: “Somos una empresa productora de artículos destinados para el consumo humano, comprometida con el desarrollo de la comunidad y la conservación de los recursos naturales”<sup>1</sup>.

### **1.2.3. Visión**

La visión de una empresa es una declaración que indica adonde se dirige la misma a largo plazo, es decir, en lo que pretende transformarse. El fin

---

<sup>1</sup> Productos de la casa del bosque S.A. Manual de operaciones. *Visión*. p.4

primordial de crear la visión de una empresa, es utilizarse como guía que acceda a enfocar el trabajo de cada miembro de la organización hacia una dirección, es decir, lograr que se fundamenten objetivos, la toma de decisiones, creación de estrategias. La visión de la empresa objeto de estudio es la siguiente:

“Ser la primera opción para los consumidores mediante la entrega de productos que cumplan los más altos estándares de calidad”<sup>2</sup>.

#### **1.2.4. Valores**

En este apartado se mencionan las expectativas y conocimientos que figuran los valores de la empresa Productos de la casa del Bosque S.A. y como debe comportarse el personal de la empresa y, sobre todo que quede claro, en que se basan las relaciones profesionales.

- Compromiso
- Excelencia
- Calidad
- Garantía
- Limpieza

#### **1.3. Organización**

La empresa objeto de estudio en su reciente inicio de operaciones, utiliza la organización empresarial, en los siguientes párrafos se muestra el

---

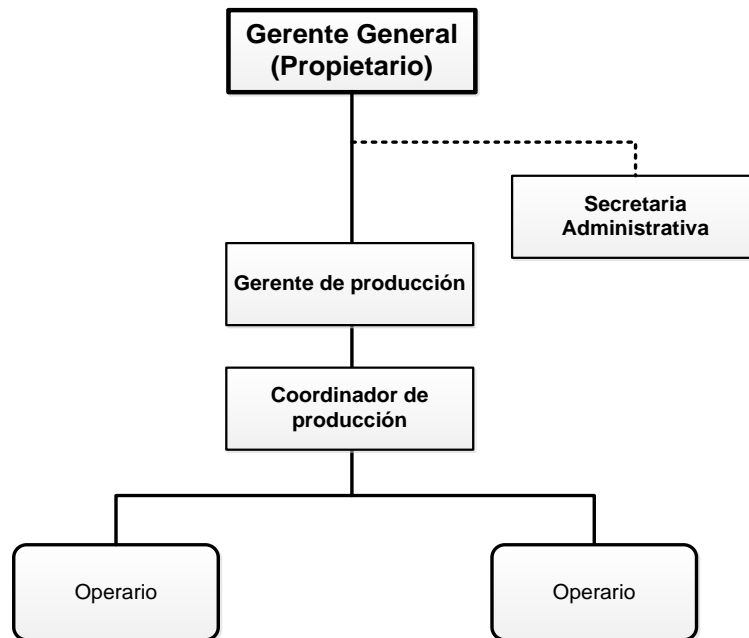
<sup>2</sup> Productos de la casa del bosque S.A. Manual de operaciones. *Visión*. p.4

organigrama empresarial de productos de la casa del bosque, así mismo describe la actividad laboral de cada puesto.

### **1.3.1. Organigrama**

En la empresa Productos de la casa del Bosque S.A. la organización empresarial es de vital importancia, por lo mismo el siguiente organigrama es de gran ayuda, porque a través de él se analiza la organización existente y se pueden identificar los posibles fallos en la asignación de funciones, asimismo se puede conocer el funcionamiento intrínseco de la empresa desde una perspectiva organizativa. A través del siguiente organigrama se visualizarán los niveles jerárquicos de la empresa objeto de estudio.

Figura 1. **Organigrama de Productos de la casa del Bosque S.A.**



Fuente: empresa Productos de la casa del bosque S.A.

### 1.3.2. Descripción de puestos

El propietario es quien funge el cargo de gerente general de la empresa y su función principal es velar por el cumplimiento de las atribuciones de sus colaboradores subordinados y es el encargado de la toma de decisiones financieras.

La secretaria administrativa es un apoyo auxiliar en temas administrativos para el gerente general y el gerente de producción. Sus funciones abarcan el manejo de las comunicaciones verbales y escritas, la organización de documentos y la organización de la oficina.

El gerente de producción es el encargado de velar por el cumplimiento de los requerimientos del área de producción además de velar por el cumplimiento de las labores de sus subordinados. Es también el encargado del establecimiento de planes estratégicos de mercadeo para lograr el posicionamiento de sus marcas en el mercado guatemalteco.

El coordinador de producción es el encargado de supervisar a los operarios en la fabricación de los productos, además tiene la atribución de coordinar con los proveedores y clientes distribuidores todos los aspectos relacionados con la venta los mismos. Es también el responsable, con la ayuda de los operarios del mantenimiento preventivo actual de la maquinaria, adicionalmente es quien debe coordinar con el proveedor de maquinaria el mantenimiento de las mismas cada 2 000 horas de funcionamiento.

Los operarios son colaboradores cuya función principal es el manejo de la maquinaria necesaria para la fabricación de los productos, actualmente son quienes tienen la atribución de verificar la calidad del producto terminado, descartando las bolsas de agua purificada o refrescos que no hayan sido selladas de forma correcta por la máquina embolsadora.

#### **1.4. Entorno empresarial**

En relación al entorno empresarial se hace referencia a la diversidad de factores externos que influyen en el funcionamiento de una empresa. A continuación, se detallarán los factores mencionados.

#### **1.4.1. Clientes**

En términos generales, un cliente es una persona u organización que recibe, compra o adquiere un bien o servicio que requiere o necesita para sí mismo de forma voluntaria a cambio de dinero u algún artículo de valor, por lo tanto, son los clientes el principal motivo por el que se producen y comercializan los productos de la empresa.

Para la empresa es de vital importancia conocer y tomar en cuenta los requerimientos y necesidades de sus clientes a fin de que los productos que se fabriquen satisfagan dichos requerimientos y necesidades.

#### **1.4.2. Proveedores**

Un proveedor es una persona, empresa u organización que abastece a otras empresas u organizaciones con las existencias de los insumos necesarios para el funcionamiento general de sus actividades y para la fabricación de los productos que serán destinados al cliente consumidor final. En general existen dos tipos de proveedores, los proveedores de bienes y los proveedores de servicios. Los proveedores de bienes son quienes suministran a las empresas con la mercancía necesaria para la transformación de la materia prima, así como también pueden proveer la misma. Los proveedores de servicios regularmente son las empresas que abastecen a otras empresas con energía eléctrica, agua potable, línea telefónica, internet, limpieza (*outsourcing*), alojamiento de sitios web. El *outsourcing* hace referencia a la subcontratación, es decir, delegar las atribuciones orientadas a cumplir ciertas tareas a una sociedad externa.

### **1.4.3. Mercado**

En la mercadotecnia se conoce como mercado al segmento de la población de una comunidad, ciudad o país, a quienes está dirigido el producto que se fabrica en la empresa, es decir, el consumidor final. Se puede clasificar al mercado en dos categorías, el mercado real y el mercado potencial. El mercado real representa el segmento de la población a la cual la empresa ha logrado llegar con sus productos y los ha convertido en consumidores habituales. El mercado potencial está conformado por el segmento de la población que además de necesitar un bien o servicio, cuenta con las condiciones necesarias para adquirirlos.

### **1.4.4. Competencia**

En la mercadotecnia se le conoce como competencia a las actividades que realizan otras empresas para fabricar y comercializar productos de características similares a los producidos por la empresa. Pero la misma no se limita al caso de las empresas que compiten directamente con la empresa objeto de estudio. Como competencia también puede considerarse a las empresas que ofrecen productos que sustituyen a los que se producen en la empresa.

Es necesario también considerar como competencia a las acciones y medidas que impiden que los productos lleguen al mercado objetivo. En términos generales, la competencia juega un rol importante a la hora de determinar el precio de venta de cualquier producto. Probablemente sea la misma competencia quien mantiene y regula los precios en el mercado.



## **1.5. Ingeniería**

La palabra ingeniería proviene del vocablo latín *Ingenium* que significa talento o cualidades innatas, aunque ella es utilizada denotando conocimiento científico más que aptitudes. Este concepto se remonta a épocas antiguas donde las civilizaciones realizaban grandes construcciones como: templos, pirámides, embarcaciones, entre otros. Cuya realización demandaba la aplicación de conocimientos avanzados adelantados a su época, que en la actualidad se llaman ingenieriles.

Conociendo los orígenes de la palabra ingeniería, se puede definir como la disciplina que se ocupa del estudio y de la aplicación de los conocimientos que de este y de la experiencia resultan, para que a través de diseños y técnicas puedan ser resueltos los problemas que afectan a la humanidad. La ingeniería está compuesta por varias disciplinas, dependiendo de su aplicación, en el presente trabajo de graduación estará enfocado específicamente en la ingeniería industrial.

La ingeniería industrial que es una ramificación de las ingenierías busca optimizar lo referente a la utilización de recursos tales como los recursos económicos, humanos, y en algunos casos informáticos. De igual forma gestiona los procesos de transformación de materia prima con el fin de obtener productos y servicios de calidad que satisfagan las necesidades y expectativas de una sociedad siempre tomando en cuenta las consideraciones ecológicas pertinentes.

### **1.5.1. Análisis técnico de ingeniería**

Una vez analizado el concepto de ingeniería desde distintas perspectivas, y habiendo definido que se utilizará la ingeniería industrial, es de suma importancia desarrollar el análisis técnico de ingeniería, por lo mismo en los siguientes párrafos se muestra la definición del estudio técnico de ingeniería, y los lineamientos de la interrelación y dependencia que existe entre los aspectos técnicos de un proceso y los aspectos económicos del mismo

#### **1.5.1.1. Definición**

Un análisis técnico de ingeniería puede abarcar diversas ramificaciones que van desde el análisis del funcionamiento de un equipo hasta el análisis de un sistema completo de producción. Un análisis técnico busca, entre muchas otras cosas, identificar viabilidades en la elaboración de un producto o servicio, con el único fin de obtener información que ayude en la toma de decisiones.

#### **1.5.1.2. Lineamientos**

El objetivo del estudio técnico de ingeniería es resaltar la interrelación y dependencia que existe entre los aspectos técnicos de un proceso y los aspectos económicos del mismo. Para ello es necesario delimitar los lineamientos que participan en el análisis técnico de un proyecto de producción. Estos lineamientos pueden ser:

- Localización de la planta
- Descripción del producto
- Materia prima
- Maquinaria y equipo

En general, un análisis técnico de ingeniería pretende buscar respuestas a preguntas comunes como dónde, cuánto, cuándo, cómo y con qué producir lo que se necesita, por lo que las cuestiones técnicas en un proceso productivo siempre tendrán relación con la operación y funcionamiento del mismo.

## **1.5.2. Análisis económico**

Sobre el tema fundamental de ingeniería es de vital importancia dar la descripción del análisis económico en los procesos productivos de la industria, por ser un factor principal en la toma de decisiones de cualquier empresa, siguiendo el mismo orden de ideas se muestran las características del proceso productivo, es decir, del análisis económico.

### **1.5.2.1. Descripción**

La realización de un análisis económico de los procesos productivos de la industria es un aspecto fundamental para la toma de decisiones en una organización, debido a que permite comparar alternativas de producción y funcionamiento de una empresa productora de bienes o servicios, en este caso, productos para el consumo humano. En un análisis económico se estudian los factores monetarios que participan en el funcionamiento de un proceso productivo con el fin de determinar los costos relacionados al mismo, para poder establecer una relación ingresos/egresos y planear estrategias que permitan maximizar dicha relación.

### **1.5.2.2. Características**

En el análisis económico de un proceso productivo, participan diversos factores que juegan un papel importante en su funcionamiento. En general

estos factores se pueden enmarcar como un grupo de características que será necesario determinarlos.

Existen diversas características en un análisis económico, para el presente trabajo de graduación, se determinarán las mismas en los costos fijos, costos variables, costos de producción y costos administrativos.

### **1.5.3. Optimización**

En términos generales, la optimización se define como la acción de modificar un sistema con el fin de mejorar su eficiencia y el uso de los recursos disponibles, dicho en otras palabras, aplicadas a un proceso productivo significa, producir más con menos recursos. En los siguientes párrafos se muestra el enfoque de la optimización en ingeniería, el alcance y las respectivas consideraciones que la optimización conlleva.

#### **1.5.3.1. Enfoque**

La optimización en un proceso productivo busca, esencialmente, la elaboración de más producto utilizando la menor cantidad posible de recursos financieros, humanos y de tiempo, con el fin de incrementar el margen de utilidad para la empresa productora. Cuando un proceso productivo es óptimo, todas las etapas de dicho proceso deben ser monitoreadas constantemente para garantizar su correcto funcionamiento.

#### **1.5.3.2. Alcance**

La optimización de un proceso debe tomar en cuenta cualquier actividad implicada en el mismo, para el proceso de envasado de agua purificada y

refrescos estudiado en el presente trabajo de graduación se pretende analizar la optimización del proceso desde el método actual de recolección de agua desde el pozo hasta la distribución del producto terminado.

#### **1.5.3.3. Consideraciones**

En un proceso industrial intervienen diversos elementos que van desde las máquinas hasta cualquier elemento adicional que tienen como último fin la transformación de materia prima para luego obtener un producto o servicio con valor agregado. En un proceso se da cierto una interacción entre diferentes actividades que darán como resultado el producto o servicio que se requiere, estos procesos pueden ser tan complejos como actividades e interacciones tenga.

En términos de eficiencia en el consumo energético y en índices productivos, las iteraciones pueden no realizarse de la manera más adecuada por lo que en algunos casos el rendimiento del proceso puede ser menor al esperado según análisis previos realizados y en consecuencia puede significar un aumento en los costos de operación.

#### **1.5.4. Proceso**

A continuación, en el siguiente apartado, se describirán las generalidades de un proceso productivo, tomando en cuenta sus actividades básicas, es decir, el proceso de operaciones, el proceso de inspección y su importancia, lo que implica una demora, la relevancia del transporte, almacenamiento y, por último, pero no menos importante, el significado de la simbología.

#### **1.5.4.1. Descripción**

Un proceso productivo en la industria se define como la secuencia de fases, etapas o actividades sucesivas realizadas con la intención de conseguir un resultado final a través del tiempo, en este caso, la transformación de materia prima y materiales en un producto terminado destinado al consumo humano. Existen diversos métodos para la fabricación de un producto y las actividades varían dependiendo de la naturaleza del mismo.

#### **1.5.4.2. Actividades básicas del proceso**

Según la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME por sus siglas en inglés), un proceso productivo se puede subdividir en cinco actividades básicas; operaciones, inspección, demora, transporte y almacenamiento, que se desarrollarán a continuación.

##### **1.5.4.2.1. Operaciones**

En las operaciones dentro de un proceso productivo se lleva a cabo una transformación de la materia prima de un estado inicial "A" a un estado final preliminar "B", esta transformación no significa que este será el estado final del producto terminado, sino que debe continuar por todo el proceso hasta llegar a la última etapa que determinará la forma del mismo.

##### **1.5.4.2.2. Inspección**

Las labores de inspección deben realizarse dentro del proceso productivo en las actividades que así lo ameriten, se pretende verificar la cantidad, calidad, (o ambas), y las características del producto en la operación que se esté

realizando en ese momento, regularmente las inspecciones únicamente pueden ser realizadas por operarios designados para realizar esta labor, debido a que dada su importancia se requiere de criterio para tomar decisiones que garanticen el correcto funcionamiento del proceso.

#### **1.5.4.2.3. Demora**

Una demora implica un retraso momentáneo en un proceso o una actividad, cualquier lapso de tiempo en el que un componente del producto se encuentre esperando por alguna operación, revisión o traslado. Existen diversos motivos que producen una demora, por ejemplo, puede ser la acumulación de materiales entre dos operaciones sucesivas, o bien el mal funcionamiento de una de las máquinas.

#### **1.5.4.2.4. Transporte**

El transporte hace referencia a cualquier tipo de movimiento que no forme parte de una operación o de una inspección. Generalmente representa los movimientos que debe hacer el operario para trasladar las materias primas o materiales desde una ubicación a otra para continuar con el proceso productivo, este depende en gran manera de la distribución de la planta para la realización de las actividades del proceso productivo.

#### **1.5.4.2.5. Almacenamiento**




El almacenamiento es la actividad en donde se realiza la labor de resguardar la materia prima, materiales, insumos o el producto terminado en una bodega o almacén, hasta que se requiera para su utilización o venta. Este proceso ocurre cuando una pieza se retira y resguarda contra un movimiento o

traslado. En otras palabras, es la existencia de producto en la bodega. Es importante mencionar que el almacenamiento de los productos para la venta debe ser de una forma cuidadosa y atendiendo a la naturaleza del producto.

### 1.5.4.3. Simbología




Según la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos existe un conjunto estándar de símbolos para los diagramas de proceso los cuales se presentan en la tabla siguiente. Es de vital importancia resaltar que dentro de un diagrama de flujo puede hacerse uso de los siguientes símbolos, según el tipo de producto y de proceso que se desarrolle dentro de la empresa.

Tabla I. **Símbolos que representan gráficamente las actividades de un proceso productivo**

Simples	
Símbolo	Representa
	Operación: Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.
	Inspección: Indica que se verifica la calidad o cantidad de algo.
	Desplazamiento o transporte: Indica el movimiento de los empleados, material y equipo de un lugar a otro.



Continuación tabla I.

	Depósito provisional o espera: Indica demora en el desarrollo de los hechos.
	Almacenamiento permanente: Indica el depósito del producto en un almacén.
<b>Combinados</b>	
<b>Símbolo</b>	<b>Representa</b>
	Indica que se debe realizar una operación y una inspección de forma simultánea.

Fuente: FRANKLIN, Benjamin. *Organización de empresas*. p.299.

#### **1.5.4.4. Clasificación**

Los procesos productivos según su naturaleza se pueden clasificar; por producto, es decir, la materia prima, todos los recursos necesarios para fabricar el producto, por proyecto y por función que podría ser el ensamblado de una grúa destinada a la elevación y distribución de cargas que favorecerá la construcción de un edificio. Los cuales se describirán en los siguientes incisos.

##### **1.5.4.4.1. Por producto**

El proceso productivo por producto también llamado lineal, se realiza para la elaboración de un bien o servicio en particular, en este caso un producto destinado al consumo humano. Los insumos como la materia prima, materiales, maquinaria y equipo, herramientas y cualquier recurso necesario dependen del tipo de producto que se desee realizar acorde a las especificaciones técnicas vigentes y derivadas de los estudios correspondientes.

#### **1.5.4.4.2. Por proyecto**

El proceso productivo por proyecto es utilizado para la producción de productos “únicos”, regularmente se utiliza para la elaboración de edificios, puentes, embarcaciones y se enfoca puramente en la planeación y secuencia paso a paso de todas las actividades para lograr la finalización del proceso.

#### **1.5.4.4.3. Por función**

Un proceso por función es un término poco utilizado, regularmente sirve para describir procesos auxiliares que cumplen una sola función en un proceso por producto o por proyecto de mayores dimensiones. Un ejemplo de este tipo de proceso puede ser el ensamblado de una grúa destinada a la elevación y distribución de cargas que favorece la construcción de un edificio.

### **1.5.5. Producción**

En los párrafos anteriores se desarrolló el análisis técnico, económico de ingeniería, y la optimización en la rama de ingeniería, siguiendo el mismo orden de ideas anteriores, es de suma relevancia desarrollar el tema de producción en la ingeniería por lo mismo en los siguientes apartados se visualiza el concepto y especificaciones, que, a su vez, desarrollará la tipología de producción, siendo esta producción continua, intermitente, por lotes y mixta.

#### **1.5.5.1. Concepto**

Según los autores, en términos generales, la producción es la creación de bienes y servicios<sup>3</sup>. En todas las organizaciones hay actividades de producción

---

<sup>3</sup> HEIZER, Jay. RENDER, Barry. *Principios de administración de operaciones*. p.4.

de bienes y servicios. En las empresas industriales, las actividades de producción son bastante obvias. En ellas siempre se ve la producción de un bien tangible, en este caso productos para el consumo humano.

### **1.5.5.2. Especificaciones**

Las organizaciones deben llevar a cabo tres funciones para producir bienes y servicios. Estas tres funciones son los elementos necesarios, no solo para la producción, sino para la supervivencia de una organización<sup>4</sup>. Las tres funciones mencionadas son las siguientes:

- Marketing: genera la demanda o, por lo menos, consigue los pedidos de productos o servicios que la empresa produce.
- Producción/operaciones: elabora el producto.
- Finanzas/contabilidad: controla cómo va la organización, se encarga de pagar las facturas y recaudar el dinero.

### **1.5.5.3. Tipos de producción**

Según el Ing. en su libro titulado Control de la producción, se puede subdividir la producción; de tipo continua, intermitente, y mixta<sup>5</sup>. Los cuales se desarrollan en los siguientes párrafos.

#### **1.5.5.3.1. Continua**

La producción continua, es un tipo de producción que se basa en producir todos los meses los mismos productos, pero en diferentes cantidades, el

---

<sup>4</sup> HEIZER, Jay. RENDER, Barry. *Principios de administración de operaciones*. p.4.

<sup>5</sup> TORRES, Sergio. *Control de la producción*. p.104.

sistema consiste en agrupar los recursos disponibles bajo una matriz de asignación de transporte, en la que todos los elementos que la integran deben estar bajo las mismas dimensionales, por ejemplo: los pronósticos de ventas, que habitualmente están dados o tabulados en cajas, se deben expresar en horas necesarias para producir dichas cajas, con el propósito de relacionarlo con los demás datos con que se cuentan para analizar el modelo matemático y así sucesivamente con los demás elementos integrantes.

#### **1.5.5.3.2. Intermitente**

Este tipo de producción en ocasiones se entiende como un sistema de producción donde se depende de un pedido o bien por lotes. Lejos de crear una línea de producción para el mercado, más bien generan productos específicos para clientes determinados, esto significa que, aunque el producto aún no esté fabricado, el empresario tiene una venta garantizada.

La producción intermitente resulta muy necesaria, en circunstancias donde la demanda de cierto producto no es lo suficiente como para realizarlo utilizando la totalidad de los recursos disponibles en un proceso de producción continuo instalado. Los costos por mano de obra certificada resultan elevados y, en consecuencia, el costo de producción resulta superior comparado con un sistema de producción continua.

La producción intermitente entonces no se realiza por algún pronóstico de ventas, sino que se realiza por ventas reales efectuadas por el área encargada de las ventas.

#### **1.5.5.3.3. Por lotes**

En términos generales la producción por lotes tiene el mismo significado de la producción intermitente, pero algunos autores prefieren llamarle de este modo en sus libros.

Es decir que la producción por lotes, es aquella producción que se fabrica bajo pedido especial, o por venta específica, este tipo de modelo no sigue un patrón de continuidad en la fabricación de un producto.

En ocasiones también se le llama producción mixta a un modelo donde interactúan ambos tipos de producción, dependiendo hacia que extremo se dirige la tendencia, por ejemplo, si es un modelo de producción continua y el producto que se fabrica va perdiendo mercado de tal manera que con fabricar un mes el producto se tiene existencia para la venta de varios meses, este modelo es un modelo de producción continua pero que se va convirtiendo poco a poco en producción mixta.

También puede darse cuando el modelo es de producción intermitente, pero con el tiempo la fábrica, logra colocar sus pedidos con sus clientes, con más frecuencia, como ejemplo se logra hacer paquetes grandes con entregas parciales, esto hace que se logre pedidos repetitivos que se origina un modelo de producción mixto.

En ambos casos, los modelos se convierten en modelos mixtos y su tratamiento involucra modelos alternos de planificación, en ambos casos se deben combinar los métodos para facilitar su aplicación y ver si ambos métodos son útiles o si se cambia el modelo de planificación de producción.

Una ventaja de trabajar con modelos mixtos es que permite controlar todo el proceso, en forma integral, y no solo un departamento como lo es en un modelo de producción continuo, también se puede saber el costo total de todo el plan, para producir el producto con todos sus departamentos.

### **1.5.6. Productividad**

En la actualidad existen diversos criterios respecto al concepto de productividad, en sus libros los autores han formulado una gran variedad de definiciones para la productividad. Si se relacionan todos estos conceptos y los entrelazan, se puede llegar a definir el concepto de productividad como la relación que existe entre la producción y los insumos necesarios para esta, este concepto es aplicable a cualquier actividad en el ámbito comercial.

#### **1.5.6.1. Aspectos fundamentales**

El término productividad con frecuencia se utiliza para medir la capacidad de un elemento en una operación para producir un producto, servicio o insumo esperado. La facilidad para calcular la productividad en algunas ocasiones depende del tipo de salida que la operación genera, es decir, su medición resulta más sencilla para productos tangibles, por el contrario, resulta más complicado su cálculo cuando se prestan servicios, como en una agencia de bancaria o de servicios.

En muchas ocasiones se ha interpretado equivocadamente el término de productividad relacionándolo únicamente al trabajo, debido a que este último con frecuencia establece las bases para los estudios estadísticos al respecto.<sup>6</sup> Por lo anterior, el concepto de la productividad no significa que haya explotación

---

<sup>6</sup> KANAWATY, George. *Introducción al estudio del trabajo*. p.3-13

de mano de obra en la realización de cualquier producto, sino más bien hay una correcta utilización de los insumos al alcance.

El entorno juega un papel importante en la productividad, por lo que esta puede verse afectada por distintos factores tanto internos como externos que puedan perjudicarla. Entre varios factores se puede mencionar la existencia de materias primas según la temporada, la mano de obra especializada, leyes y políticas tributarias, aranceles, red e infraestructura vial entre otros.

#### **1.5.6.2. Características**

El principal motivo para estudiar la productividad en la empresa es encontrar las causas que la deterioran y, una vez conocidas, establecer las bases para incrementarla.<sup>7</sup>

En el presente trabajo de graduación se pretende llevar la fabricación de los productos de la empresa PROCABOSA a un costo menor o bien a una mayor producción con los insumos que se tienen disponibles actualmente, utilizándolos para la producción de los productos y haciendo uso de materia prima, materiales, maquinaria y equipo, mano de obra, elementos sobre los cuales la participación como ingenieros industriales debe enfocar sus esfuerzos en el aumento de los indicadores de productividad actual y, al mismo tiempo, reducir los costos de producción.

Si se parte de la premisa de que los indicadores de producción pueden determinarse a través de la relación producto/insumo,<sup>8</sup> teóricamente existen tres formas de incrementarlos:

---

<sup>7</sup> GARCIA, Roberto. *Estudio del trabajo*. p.9

<sup>8</sup> *Ibíd.* p.10

- Aumentar el producto y mantener el mismo insumo
- Reducir el insumo y mantener el mismo producto
- Aumentar el producto y reducir el insumo simultánea y proporcionalmente

Aquí la productividad (cociente) aumentará en la medida en que se logra incrementar el numerador, es decir, el producto físico; también aumentará si se reduce el denominador, es decir, el insumo físico. La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados esperados.

Por tanto, la productividad puede ser medida según el punto de vista:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Recursos empleados}}$$

La productividad técnicamente es el único medio que tienen las empresas manufactureras de crecer dentro del mercado y de esa manera poder incrementar su margen de utilidad, un aumento de productividad se entiende como el aumento de producción en un lapso de tiempo definido (horas hombre, jornada laboral, entre otros.). En la actualidad las empresas guatemaltecas se ven en la necesidad de reestructurar sus actuales procesos con el fin de operar más eficientemente en un mercado crecientemente competitivo.

Es importante resaltar que no se debe confundir el significado de una alta productividad con una producción excesiva, debido a que la productividad debe ser acorde a la demanda del producto que se esté produciendo. Una producción



excesiva en lugar de aumentar el margen de ganancias puede afectar negativamente la economía de la empresa cuando se fabrican productos perecederos, incrementando los índices de desperdicio y costos generados de almacenaje.

### **1.5.7. Mantenimiento**

Resulta necesario aclarar el significado del término mantenimiento, para ello se describirá a continuación; los principios y funciones del mismo, así mismo se mostrarán los tipos de mantenimiento. Preventivo, correctivo, predictivo, reactivo y proactivo. Estos conceptos serán de utilidad a lo largo del presente trabajo de graduación.

#### **1.5.7.1. Principios**

En la ingeniería y en la industria en general, el mantenimiento tiene diversos significados, en diferentes libros sus autores definen el mantenimiento a su manera, acorde al tipo de acciones que se requieran para aplicarlo. Al concatenar los conceptos de mantenimiento se puede definir como las acciones que buscan mantener una cosa, en este caso maquinaria, en buen estado para evitar su deterioro y así garantizar su correcto funcionamiento.

#### **1.5.7.2. Funciones**

La idea general del mantenimiento es extender la vida útil del objeto que se desee, con el paso de los años la importancia del mantenimiento ha crecido exponencialmente y los avances tecnológicos han sido un aliciente que exige una constante supervisión en el funcionamiento de la maquinaria en los procesos industrializados. La función primordial del mantenimiento es garantizar

el funcionamiento de las máquinas que hacen posible un proceso productivo en la industria en general, y en este caso en el proceso de fabricación de productos para el consumo humano.

### **1.5.7.3. Tipos de mantenimiento**

Existen diversos tipos de mantenimiento que se aplicarán dependiendo del escenario en el que sea necesaria su utilización o bien del evento donde se origine una avería en la maquinaria de un proceso industrial. A continuación, en los siguientes incisos, se describirá los tipos de mantenimiento más comunes en el ámbito de la ingeniería.

#### **1.5.7.3.1. Preventivo**

Según el Ing. en su libro titulado *Gestión de mantenimiento a la medida*<sup>9</sup>, define el mantenimiento preventivo, cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas y sus actividades están controladas por el tiempo. Este se basa en la confiabilidad de los equipos sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Por ejemplo: limpieza, lubricación, recambios, programados.

#### **1.5.7.3.2. Correctivo**

El mantenimiento correctivo se da cuando se realizan ciertas actividades con el objetivo de reparar y corregir alguna falla en la maquinaria o equipo.<sup>10</sup> Y normalmente lo clasifican en dos categorías:

---

<sup>9</sup> PRANDO, Raúl. *Gestión de mantenimiento a la medida*. p.20

<sup>10</sup> *Ibíd.* p.19

- **Planificado:** es posible saber con anticipación que es lo que debe realizarse y en consecuencia al apagar el equipo ya se contará con el equipo, herramientas, repuestos, mano de obra, fichas técnicas y todo lo necesario para llevar a cabo la reparación.
- **No planificado:** este no es más que la atención de la emergencia al presentarse una falla en cualquier maquinaria y equipo. Realizar este mantenimiento correctivo es de suma importancia para no afectar en mayor medida todo el sistema de producción.

#### **1.5.7.3.3. Predictivo**

Este tipo de mantenimiento también es llamado mantenimiento preventivo indirecto o mantenimiento por condición. En este tipo de mantenimiento se deben detectar las fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción.<sup>11</sup> Este tipo de mantenimiento se basa en la realización de inspecciones y en controlar integralmente el funcionamiento adecuado de la maquinaria y equipo.

#### **1.5.7.3.4. Reactivo**

El mantenimiento reactivo se asemeja al mantenimiento correctivo no planificado, en donde se deben tomar acciones inmediatas cuando se presenta una falla en los equipos o maquinaria involucrada en un proceso productivo. Técnicamente no existe diferencia en ambas, sino que simplemente en algunas organizaciones prefieren llamarle de este modo.

---

<sup>11</sup> PRANDO, Raúl. *Gestión del mantenimiento a la medida*. p.20

#### **1.5.7.3.5. Proactivo**

El mantenimiento proactivo comprende todas las acciones realizadas que se enfocan en identificar y corregir las fallas en la maquinaria, equipo, componentes u otros, desde donde se originan, es decir, desde su raíz. Dicho de otra manera, el mantenimiento proactivo pretende atacar la causa de las fallas, y no los efectos de la misma.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Descripción del producto**

Un producto es el resultado de la transformación de la materia prima a través de un proceso de producción y debe tener particularidades tangibles, es decir, debe tener la capacidad de ser percibido a través de los sentidos.

Estas particularidades pueden ser el tamaño, la etiqueta, el tipo de envase, entre otros. Aunque también existen los productos con particularidades intangibles, que regularmente son llamados servicios.

#### **2.1.1. Agua purificada**

El agua purificada está destinada para el consumo humano y cuya inocuidad debe cumplir con los requisitos mínimos de sanidad que garanticen que la misma no afectará la salud del consumidor. Para garantizar la inocuidad del agua purificada que distribuye la empresa PROCABOSA, el agua extraída del pozo debe ser sometida a diferentes procesos de filtrado y purificación para luego ser envasada en sus diferentes presentaciones. Todos los procesos a los que debe ser sometida el agua, se explicarán en sus respectivos apartados en este capítulo.

La empresa distribuye el agua purificada en presentaciones de 200 mL y 400 mL bajo la marca Vitalis Agua, y es envasada en empaques de plástico en forma de bolsa cuadrangular que luego son embaladas en cajas rígidas de plástico para luego ser distribuidas a diferentes puntos del país.

### **2.1.2. Refrescos**

Además del agua purificada la empresa produce y comercializa refrescos de diferentes sabores bajo la marca Vitalis refrescos, que también son envasados en empaques de plástico en forma de bolsa.

Los refrescos del mismo modo deben cumplir con requisitos de inocuidad para no afectar la salud de los consumidores, es por ello que son elaborados con agua debidamente purificada con anterioridad y con ingredientes de la más alta calidad cuya elaboración será detallada en el capítulo tres del presente trabajo de graduación.

La empresa también produce bebidas rehidratantes bajo la marca Re-Vitalis, cuya única diferencia radica en los ingredientes adicionales que debe contener para conseguir el efecto rehidratante que se desea. Dicha bebida está dirigida a deportistas que buscan ahorrarse dinero cuando de rehidratarse se trata luego de una intensa actividad física.

## **2.2. Materia prima**

El agua es la materia prima indispensable para la fabricación de los productos, que luego de ser tratada se convertirá en agua purificada. Para la elaboración de los refrescos se requiere de distintos tipos de materia prima que se listan a continuación:

- Benzoato de sodio
- Sorbato de potasio
- Ácido cítrico
- Edulcorante

- Azúcar
- Saborizantes artificiales (uva, fresa, chicle, naranja y ponche de frutas)
- Mezcla de sales minerales (únicamente se agrega, si se elaborará bebida rehidratante).

### 2.3. Materiales

Los únicos materiales necesarios para la fabricación de los productos de la empresa es la bobina de plástico de polietileno que sirve para la fabricación de las bolsas donde será empaquetado el líquido en su forma primaria. Dicha bobina es un rollo de una lámina delgada de plástico de polietileno con la marca de los productos impresa en uno de los lados, la cual será doblada y sellada con una máquina embolsadora que se encargará también de llenarla de líquido, además de bolsas de plástico de polietileno con capacidad de 25 lb que contendrán 25 bolsas de agua pura o refrescos.

Figura 2. **Embolsado de agua purificada**



Fuente: elaboración propia.

## **2.4. Descripción del equipo**

En la situación actual de la empresa, la descripción del equipo, es de vital importancia por lo mismo, en los siguientes apartados se detallarán los diferentes tipos de maquinaria y herramientas con la que cuenta la empresa para los procesos de fabricación de sus productos.

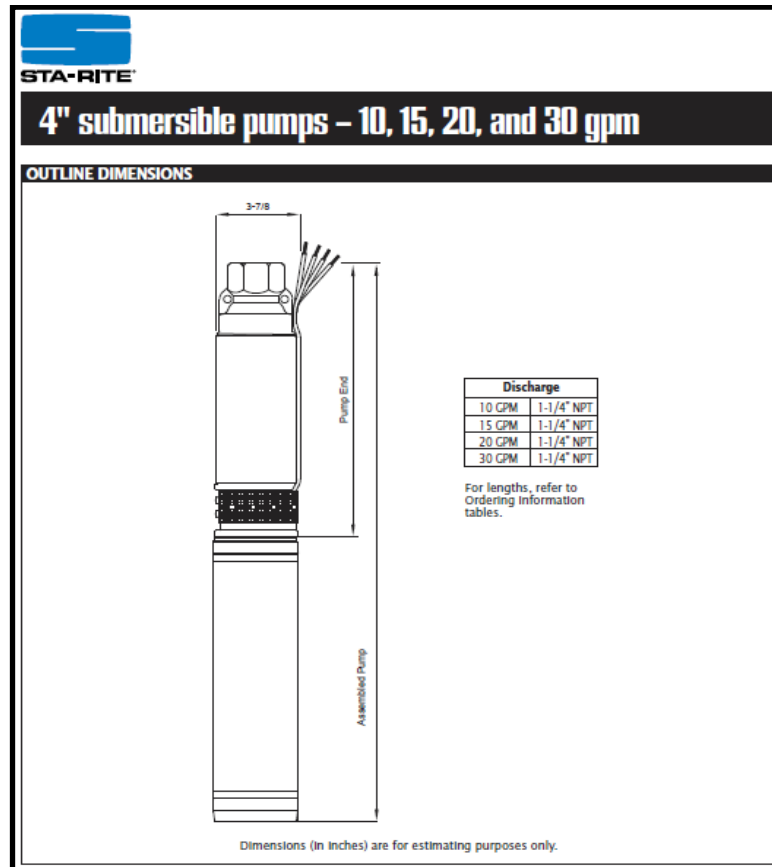
### **2.4.1. Maquinaria**

La empresa Productos de la casa del Bosque S.A. cuenta con distintas máquinas en el área de producción como; la Bomba sumergible Sta-Rite, Motor eléctrico rotativo de marca Franklin Electric, Bomba hidroneumática de marca Global Water Solutions PWN-20LH, Clorinador de Marca Pentair Water Rainbow lifeguard modelo 320, Motor WEG de ½ Hp y la Máquina embolsadora International Water Solutions Serie-1000. Mencionada maquinaria se desarrollará en los siguientes párrafos, señalando su utilidad y visualizándola a través de imágenes.

- Bomba sumergible Sta-Rite serie 10: sirve para extraer el agua del pozo



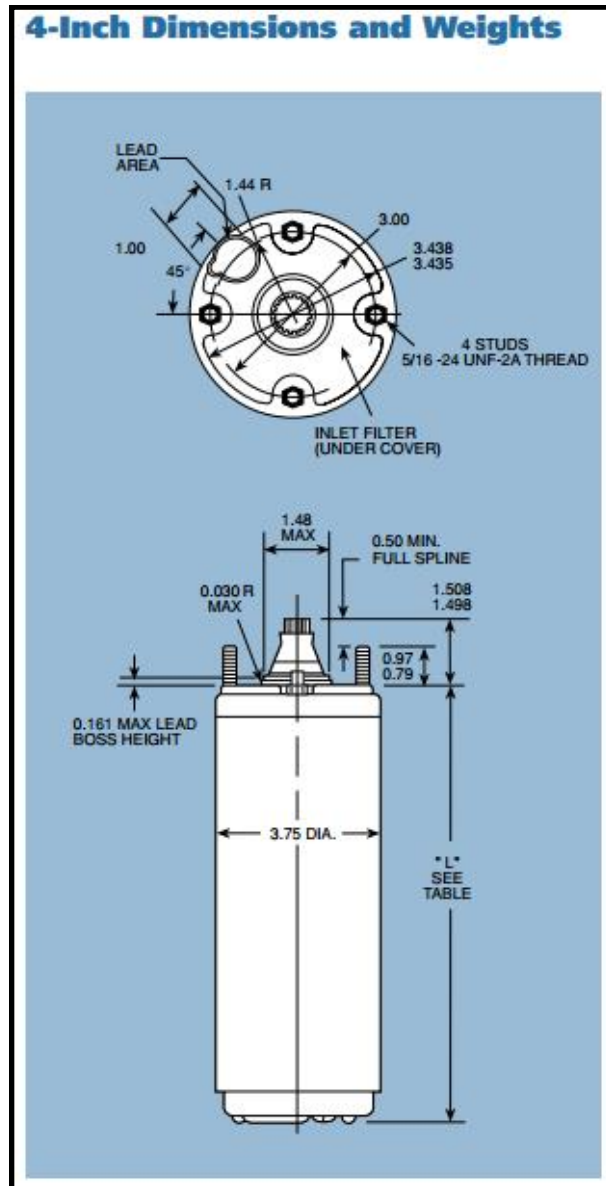
Figura 3. **Bomba sumergible Sta-Rite serie 10**



Fuente: Sta-Rite. *Manual de usuario de bombas sumergibles de 4"*. p. 4.

- Motor eléctrico rotativo marca Franklin Electric: es quien hace funcionar a la bomba sumergible a través de su rotor.

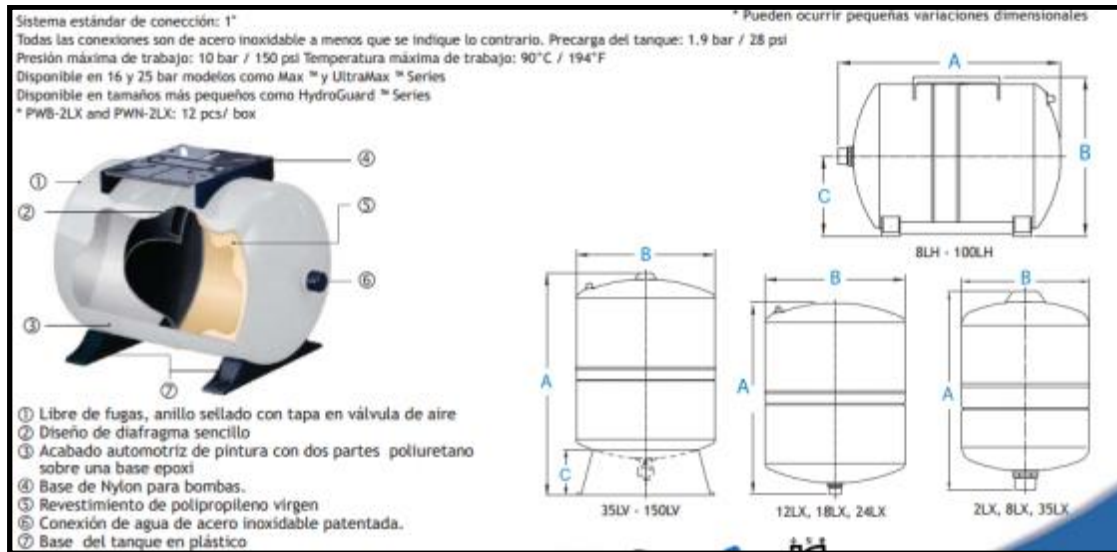
Figura 4. Motor Franklin Electric de 2 hp



Fuente: Franklin Electric. *Catálogo de motores sumergibles y accesorios*. p. 5.

- Bomba hidroneumática marca Global Water Solutions PWN-20LH: Sirve para transportar el agua dentro de la planta.

Figura 5. Bomba hidroneumática Global Water Solutions

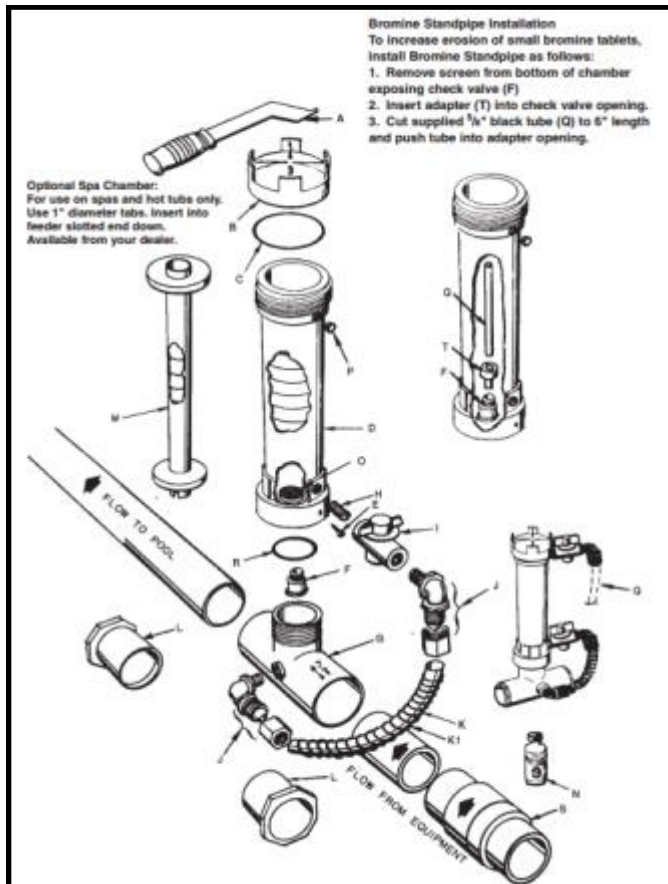


Fuente: GLOBAL WATER SOLUTIONS. *Pressure Wave Series*.

[https://www.globalwatersolutions.com/wp-content/uploads/PressureWave\\_ES.pdf](https://www.globalwatersolutions.com/wp-content/uploads/PressureWave_ES.pdf). Consulta: enero de 2015.

- Clorinador Marca Pentair Water Rainbow lifeguard modelo 320: es el encargado de clorar el agua para desinfectarla y eliminar ciertos microorganismos como microbios, mohos o algas.

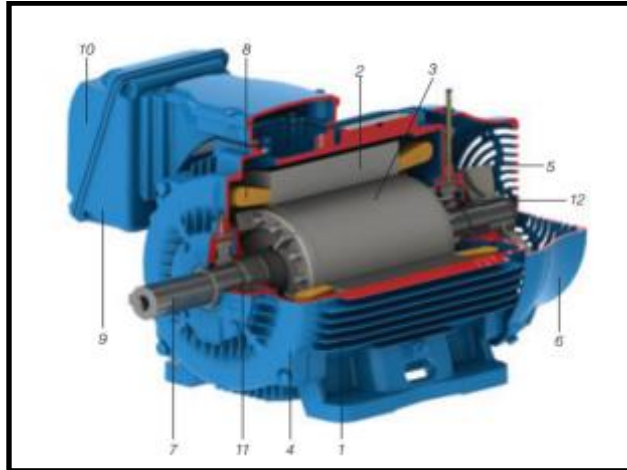
Figura 6. Clorinador Pentair



Fuente: Pentair. *Chlorine/Bromine Feeders* [http://www.pentairpool.com/pdfs/320Chlorine-BromineFeeder\\_UG.pdf](http://www.pentairpool.com/pdfs/320Chlorine-BromineFeeder_UG.pdf). Consulta: enero de 2015.

- Motor WEG de ½ Hp: incorporado en el tanque cilíndrico

Figura 7. **Motor WEG de ½ hp**



Fuente: WEG. *Guía de especificaciones de motores eléctricos*. p.13

- Máquina embolsadora International Water Solutions Serie-1000: es la encargada de doblar y sellar las bolsas para luego llenarlas de líquido, dependiendo del producto que se esté fabricando.

#### **2.4.2. Herramientas**

- Depósito de plástico de polietileno moldeado por rotación marca Rototec: sirve para almacenar de forma momentánea el agua previamente clorada.
- Filtro de sedimento marca Flotrol: sirve para eliminar partículas sólidas transportadas por el agua.
- Filtro de carbón activado marca Instapura: es el encargado de eliminar cualquier sabor indeseable que puede tener el agua, regularmente sirve para eliminar el sabor del cloro.

- Filtro de resina catiónica marca Clack: sirve para eliminar metales y minerales indeseables en el agua.
- Filtro pulidor modelo CH2030: esta etapa adicional de filtrado sirve para eliminar la dureza del agua y el contenido de sales minerales indeseables.
- Tanque cilíndrico de acero inoxidable: sirve para almacenar de manera momentánea el agua purificada o refresco que luego será empaquetado en bolsas de plástico.

## **2.5. Descripción del proceso**

A continuación, se detallará el proceso de fabricación de los productos de PROCABOSA. Iniciando con la extracción de agua, el almacenamiento de agua cruda, el proceso de filtración, la esterilización ultravioleta, proceso de ozonificación, el filtrado pulidor, el almacenamiento de agua purificada, el llenado, que a su vez incluye el análisis microbiológico y el análisis fisicoquímico de agua purificada, asimismo se describe el proceso de almacenamiento de producto terminado y su distribución.

### **2.5.1. Extracción de agua**

El agua que se utiliza en la fabricación de los productos de la empresa es extraída de un pozo mecánico ubicado a unos 25 m de la planta, con una bomba sumergible marca Sta-Rite serie 10 de 4 pulgadas de ancho que genera un caudal de 10 galones por minuto y con un motor sumergible marca Franklin Electric de 2 Hp de potencia.

### **2.5.2. Almacenamiento de agua cruda**

Cuando el agua es extraída del pozo mecánico, esta viaja a través de la tubería PVC hacia un clorinador marca Pentair Water Rainbow Lifeguard modelo 320 para luego ser almacenada de forma momentánea en un depósito de plástico de polietileno moldeado por rotación marca Rototec con una capacidad volumétrica de 1 100 L.

### **2.5.3. Filtrado**

El agua ya clorada es sometida a 3 fases de filtrado que son:

- Filtrado de sedimento
- Filtrado de carbón activado
- Filtrado de resina catiónica

La primera fase es el filtrado de sedimento para la cual se utiliza un filtro marca Flotrol 10" x 54". Inmediatamente después de ser sometida al filtrado por sedimento el agua es sometida al filtrado por carbón activado y para ello se utiliza un filtro marca InstaPura con las mismas dimensiones de 10" x 54". Después de ser sometida a las primeras dos fases de filtrado, el agua es sometida a una tercera etapa que es el filtrado de resina catiónica donde se utiliza un filtro marca Clack también con dimensiones de 10" x 54".

### **2.5.4. Esterilización ultravioleta**

El agua clorada que ya fue sometida a las tres fases de filtrado debe pasar a través de una lámpara esterilizadora de luz ultravioleta marca Sterilight Silver modelo S5Q-PA. A continuación, se muestra la lámpara UV que se utiliza.

Figura 8. Lámpara UV



Fuente: elaboración propia.

### 2.5.5. Ozonificación

Inmediatamente después de pasar por la esterilización con luz ultravioleta el agua debe pasar por un inyector de ozono marca Sterilight modelo S2Q-OZ. Es importante resaltar que la ozonificación solo aplica cuando se envasará agua purificada, la ozonificación puede cambiar el sabor de los refrescos es por ello que se omite la inyección de ozono en su fabricación.



Figura 9. **Lámpara ozono**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.5.6. Filtrado pulidor**

Para eliminar la dureza del agua y el contenido de sales minerales indeseables es necesario que el agua sea sometida a esta fase de filtrado, para ello se utiliza un filtro pulidor modelo CH2030.

Figura 10. **Filtros**



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Bomba para distribuir agua al sistema de filtrado**



Fuente: elaboración propia.

### **2.5.7. Almacenamiento de agua purificada**

El agua debidamente purificada que ha pasado satisfactoriamente por todas las fases de cloración, filtrado, esterilización y ozonificación es almacenada momentáneamente, antes de ser envasada, en un tanque cilíndrico fabricado con acero inoxidable con una capacidad volumétrica de 400 L que está equipado con un motor WEG de ½ Hp de potencia que sirve para mezclar el contenido del tanque cilíndrico por medio de unas aspas giratorias.

### **2.5.8. Llenado**

En el proceso de fabricación del producto de la empresa objeto de estudio, está el llenado de agua purificada, el empaquetado de la misma, por lo mismo, en el siguiente apartado se desarrolla el análisis microbiológico que asegura la inocuidad de los productos, y el análisis fisicoquímico, que es una etapa de filtrado pulidor que elimina la dureza del agua y regula su pH.

#### **2.5.8.1. Agua purificada**

Como referencia para el tamaño del lote (*batch*), se toma como referencia la capacidad volumétrica del tanque de acero inoxidable (400 L). Cuando el tanque cilíndrico se encuentra lleno en su totalidad, es hora de iniciar con el proceso de empaquetado de agua purificada en bolsa, para ello se utiliza una máquina embolsadora marca International Water Solutions serie-1000 que produce aproximadamente 40 bolsas de 200 mL por minuto a la cual se le carga una bobina que contiene enrollada una lámina de plástico de polietileno impreso con la marca del producto que servirá para la fabricación de las bolsas que la misma máquina doblará y sellará con calor.

La máquina embolsadora está equipada con una lámpara de luz ultravioleta que sirve para esterilizar las bolsas de plástico de polietileno antes de ser llenadas con el agua purificada.

Para asegurar la inocuidad de los productos elaborados por la empresa es requerido realizar periódicamente un análisis microbiológico del agua, este análisis es realizado una vez cada mes y basado en estándares internacionales por el laboratorio Diagnóstico Integral, ubicado en residenciales Atlántida en zona 18 de la Ciudad de Guatemala.

El agua que purifica la empresa debe pasar por una etapa de filtrado pulidor que elimina la dureza del agua y regula su pH y para asegurarse que los productos cumplen con los niveles permisibles de dureza y pH, se debe realizar un análisis fisicoquímico del agua, este análisis es realizado una vez al mes por el laboratorio Diagnóstico Integral, ubicado en residenciales Atlántida en zona 18 de la Ciudad de Guatemala.

#### **2.5.8.2. Refrescos**

El proceso de empaquetado de los refrescos es similar al del agua purificada, se utiliza el mismo tanque de acero inoxidable y la misma máquina embolsadora. La diferencia radica en que el agua purificada que se utilizará para la fabricación de los refrescos no fue ozonificada, con el objetivo de que no se altere el sabor de los refrescos.

Es en el mismo tanque donde se agregan los ingredientes de los refrescos, cuyas proporciones son un secreto comercial de la empresa. El tanque cilíndrico de acero inoxidable está equipado con espas que sirven para mezclar el contenido.

Cuando el tanque se encuentra lleno con el sabor que se requiere se procede al proceso de embolsado cargando la máquina con la bobina con la lámina de plástico de polietileno impreso para la fabricación de las bolsas.

#### **2.5.9. Almacenamiento de producto terminado**

Cuando la máquina embolsadora está en funcionamiento, luego de ser llenadas y selladas con calor, las bolsas caen a través de una pequeña rampa hacia una caja de plástico rígido que servirá de embalaje para su posterior almacenamiento en la bodega de producto terminado adyacente a la planta llenadora.

#### **2.5.10. Distribución**

La distribución del producto terminado hacia los clientes distribuidores se hace por medio de un camión que es propiedad de la empresa, que se encarga de distribuir los productos en distintos puntos del país dependiendo de la cantidad de pedidos que se tengan.

### **2.6. Análisis de costos actuales**

En los siguientes párrafos se detalla la descripción de los costos de la empresa, en el capítulo 3 de este documento se detallarán los mismos, presentando los costos fijos, los costos variables, los costos administrativos para así finalmente obtener el costo de producción para ambos productos, agua pura y refrescos.

### **2.6.1. Costos fijos**

Los costos fijos son los que obligatoriamente tiene que pagar cualquier empresa, independientemente de que la empresa produzca mayor o menor cantidad de producto, un ejemplo común de este tipo de costo es el arrendamiento del inmueble, ya sea que la empresa produzca y venda 1 000 unidades o 5 000 unidades, este debe pagarse a como dé lugar. Su valor no depende del número de unidades producidas. La determinación y análisis de los costos fijos se detallarán en el capítulo 3 de este documento.

### **2.6.2. Costos variables**

A diferencia del costo fijo, el costo variable no es más que el que cambia en función de las actividades que realiza la empresa, es decir, varía en función de la producción de la empresa. Esto significa que mientras más productos se fabriquen, los costos variables se incrementarán, por ejemplo, es necesario comprar más materia prima, pagar más horas hombre de trabajo en la mano de obra, más consumo de energía eléctrica, más consumo de combustibles en la distribución, entre otros.

### **2.6.3. Costos de producción**

El costo de producción es la valoración monetaria que se le da a los gastos incurridos que son necesarios para la fabricación de un bien o un producto terminado. Este tipo de costo incluye varios elementos como los materiales, materia prima, mano de obra directa, gastos de fabricación entre otros. En ese sentido, y, para fines prácticos de este documento el costo de producción se determinará en el capítulo 3.

#### **2.6.4. Costos administrativos**

Los costos administrativos son también llamados costos de oficina y no son más que los gastos incurridos en las actividades propiamente de la administración de la empresa, este tipo de costo incluye el papel bond, sobres, lápices, bolígrafos, computadoras, impresoras, tintas, escritorios secretariales, entre otros. Al determinar el costo de producción en el capítulo 3, se incluirán estos costos como gastos de fabricación.





### **3. PROPUESTA PARA REALIZAR UN ANÁLISIS TÉCNICO DE INGENIERÍA Y ECONÓMICO**

#### **3.1. Análisis técnico de ingeniería**

En los siguientes apartados se desarrolla el análisis técnico de ingeniería, que conlleva la planeación de procesos, asimismo el análisis de la maquinaria que se utiliza, además el análisis de la materia prima y de los materiales utilizados en los procesos de producción, de igual forma se desarrollará el análisis de los factores que influyen en los procesos de producción, además es de vital importancia presentar el análisis de inversión en accesorios y maquinaria que se utiliza en la empresa Productos de la casa del Bosque S.A.

##### **3.1.1. Planeación de los procesos**

Sobre este fundamental tema es importante presentar el desarrollo de una planeación de los procesos del análisis técnico de ingeniería propuesto, este será de dos procesos, es decir, del producto que la empresa elabora y distribuye, agua purificada y refrescos. En ese sentido se describirá el proceso para la elaboración de ambos productos para luego realizar un estudio de tiempos que permita determinar el tiempo cronometrado, el tiempo normal y el tiempo estándar de cada proceso.

##### **3.1.1.1. Agua purificada**

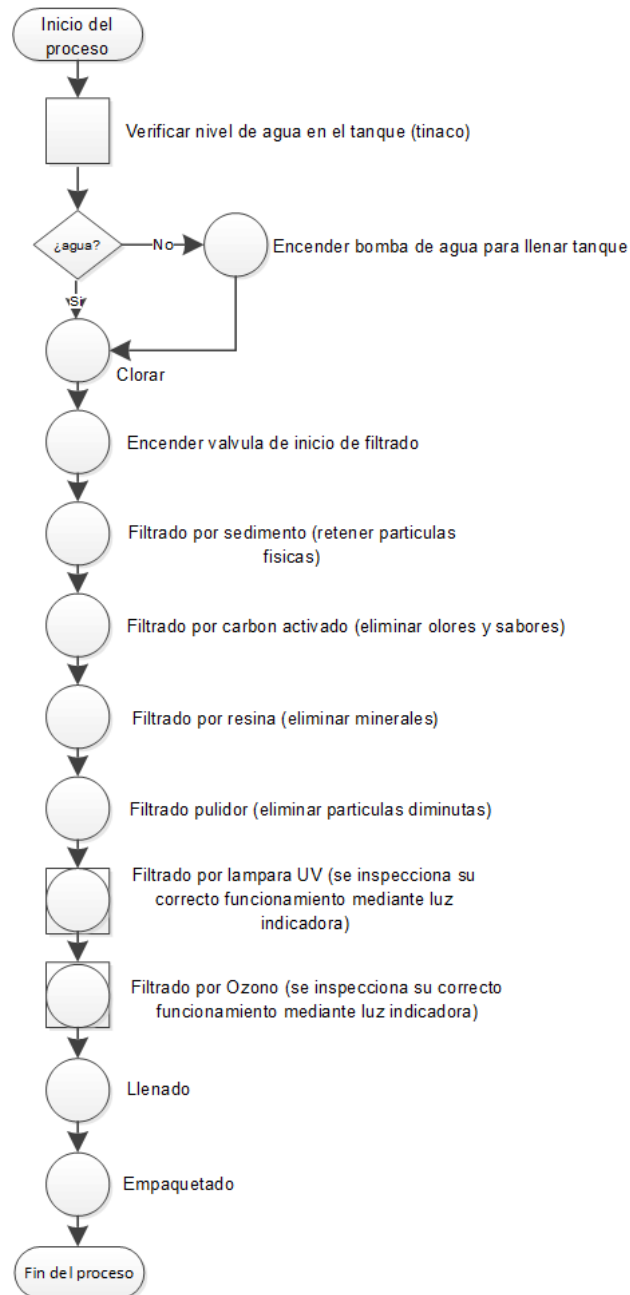
En los siguientes párrafos se desarrolla el proceso de análisis técnico de ingeniería de agua purificada, a través de un diagrama de operaciones,

asimismo un diagrama de flujo, además un diagrama de recorrido y por lo consiguiente el estudio de tiempos de mencionado proceso.

#### **3.1.1.1.1. Diagrama de operaciones**

El diagrama de operaciones para la producción de agua purificada es una representación gráfica que simplifica la manera de entender cómo funciona el proceso, este diagrama únicamente incluye actividades de operación e inspección.

Figura 12. **Proceso de elaboración de agua purificada**

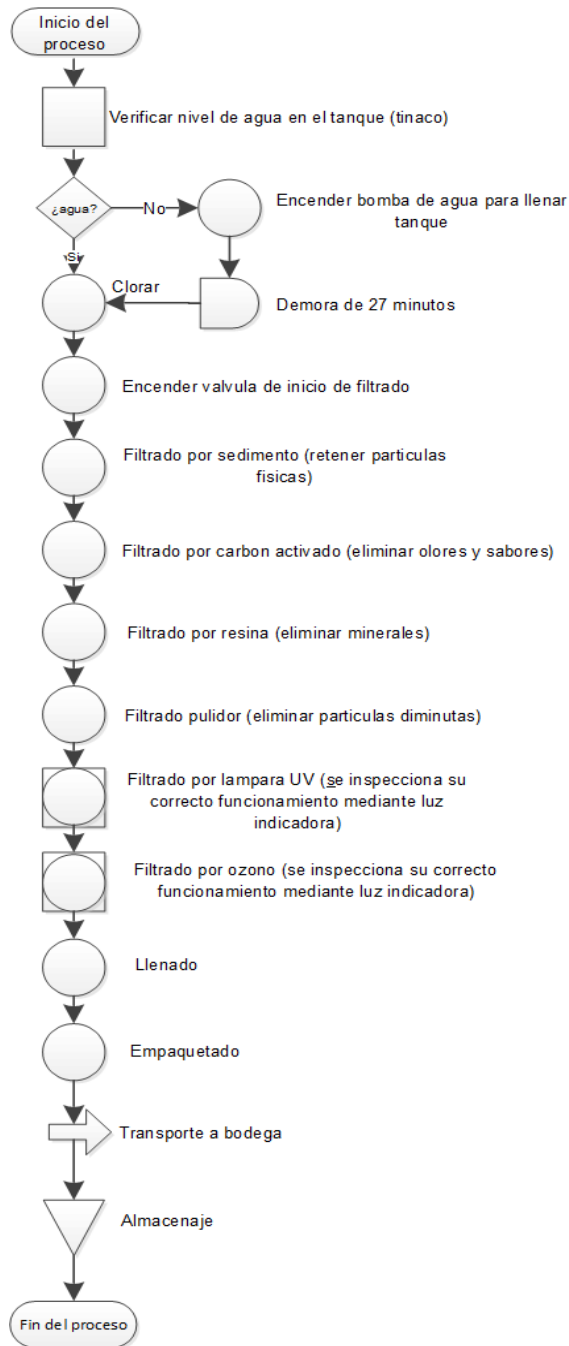


Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

### **3.1.1.1.2. Diagrama de flujo**

El diagrama de flujo para la producción de agua purificada también es una representación gráfica que simplifica la manera de entender cómo funciona el proceso, a diferencia del diagrama de operaciones, este diagrama incluye demoras y actividades de transporte y almacenaje, además de las actividades de operación e inspección.

Figura 13. Flujo de operación para la elaboración de agua purificada

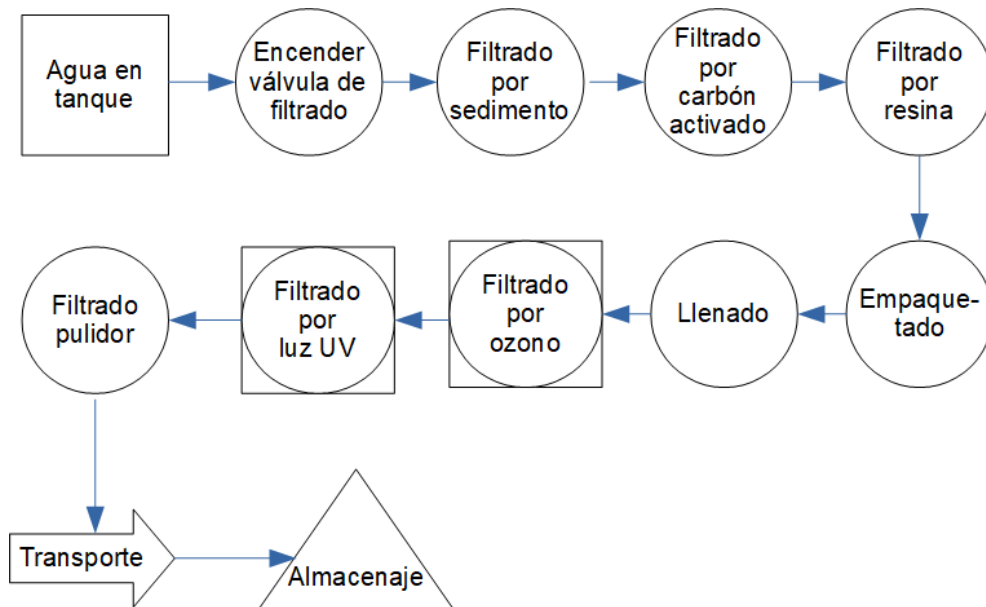


Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

### 3.1.1.1.3. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es una representación gráfica que muestra de manera simple las etapas generales por las que un proceso transita en el piso de operaciones, en este caso, en la operación de producción de agua purificada.

Figura 14. Recorrido de agua purificada



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

### 3.1.1.1.4. Estudio de tiempos

Un estudio de tiempos se realiza cuando necesitamos determinar qué tan eficiente es un proceso, a partir de él se pueden determinar tiempos de ocio que deberían eliminarse, pero, sobre todo, en la industria es comúnmente utilizado

para determinar el tiempo promedio, tiempo normal y tiempo estándar de una operación que no da los *inputs* para la toma de decisiones.

**Tabla II. Estudio de tiempos agua pura (tiempo cronometrado en segundos)**

Elemento de la operación	Tiempo Cronometrado										
	Tc1	Tc2	Tc3	Tc4	Tc5	Tc6	Tc7	Tc8	Tc9	Tc10	Tc Promedio
Verificación nivel de agua en el tanque	18	19	18	19	17	17	18	17	19	18	18
Encendido de bomba de llenado	95	106	97	104	106	96	100	103	104	96	101
Clorar	48	55	52	53	53	53	54	55	52	55	53
Encendido válvula de inicio de filtrado	6	9	7	8	7	6	6	6	9	8	7
Verificación de filtrado	86	68	73	70	74	81	73	76	74	83	76
Llenado de tanque mezclador	1 050	1 081	1 066	1 061	1 079	1 065	1 074	1 081	1 072	1 055	1 068
Empaquetado	1 860	1 894	1 868	1 861	1 873	1 886	1 869	1 882	1 888	1 876	1 876
<b>Tiempo total</b>	<b>3 163</b>	<b>3 232</b>	<b>3 181</b>	<b>3 176</b>	<b>3 209</b>	<b>3 204</b>	<b>3 194</b>	<b>3 220</b>	<b>3 218</b>	<b>3 191</b>	<b>3 199</b>

Fuente: elaboración propia.

**Tabla III. Estudio de tiempos agua pura (tiempo normal en segundos)**

Elemento de la operación	Valoración					Tiempo Normal (TN)
	Tc	Factor de nivelación (1+)				
		Habilidad	Esfuerzo	Condición	Consistencia	
Verificación nivel de agua en el tanque	18,02	0,08	0,02	0,02	0,01	20,36
Encendido de bomba de llenado	100,70	0,08	0,02	0,02	0,01	113,79
Clorar	52,96	0,08	0,02	0,02	0,01	59,84
Encendido válvula de inicio de filtrado	7,20	0,08	0,02	0,02	0,01	8,14
Verificación de filtrado	75,80	0,08	0,02	0,02	0,01	85,65
Llenado de tanque mezclador	1 068,42	0,08	0,02	0,02	0,01	1 207,32
Empaquetado	1 875,70	0,08	0,02	0,02	0,01	2 119,54
<b>Tiempo Normal de la operación</b>						<b>3 614,64</b>

Fuente: elaboración propia.

**Tabla IV. Estudio de tiempos agua pura (tiempo estándar en segundos)**

Elemento de la operación	TN	Suplementos (Retrasos)			Tiempo Estándar (TE)
		Personales	Por Fatiga	Inevitables	
Verificación nivel de agua en el tanque	20,36	0,08	0,02	0,02	22,81
Encendido de bomba de llenado	113,79	0,08	0,02	0,02	127,45
Clorar	59,84	0,08	0,02	0,02	67,02
Encendido válvula de inicio de filtrado	8,14	0,08	0,02	0,02	9,11
Verificación de filtrado	85,65	0,08	0,02	0,02	95,93
Llenado de tanque mezclador	1 207,32	0,08	0,02	0,02	1 352,19
Empaquetado	2 119,54	0,08	0,02	0,02	2 373,89
<b>Tiempo Normal de la operación</b>					<b>4 048,40</b>

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.1.2. Refrescos**

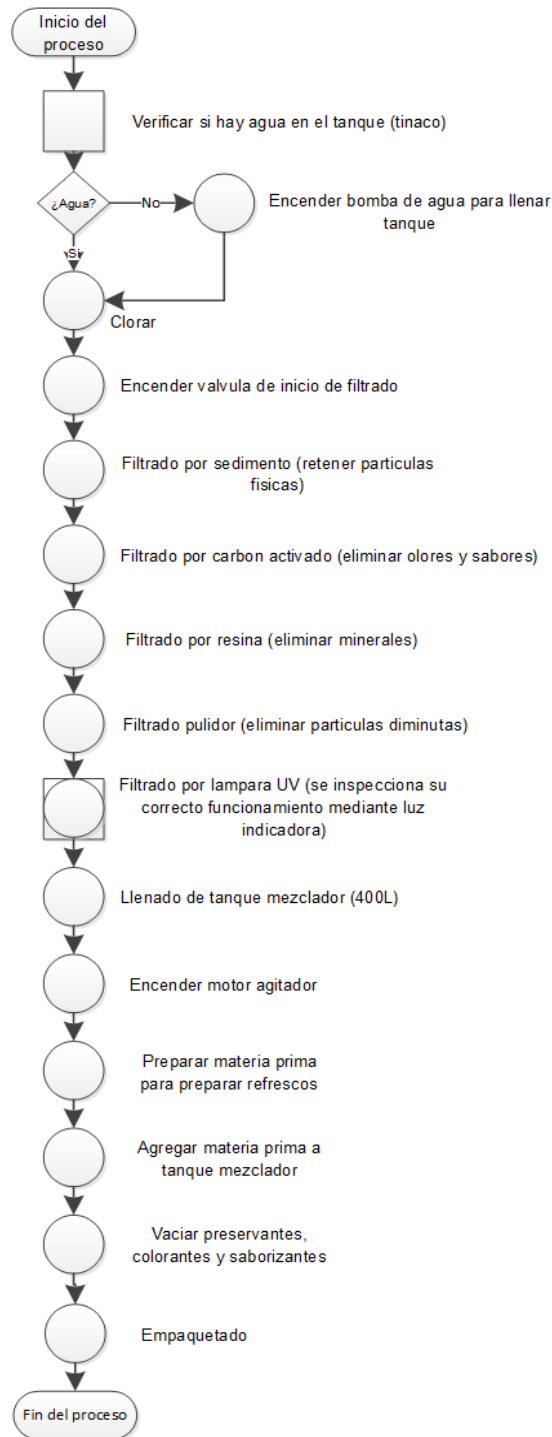
En las siguientes líneas se desarrolla el proceso de los refrescos del análisis técnico de ingeniería realizado en la empresa, por medio de un diagrama de operaciones, de la misma forma un diagrama de flujo, también un diagrama de recorrido y por último el estudio de tiempos del proceso de refrescos.

#### **3.1.1.2.1. Diagrama de operaciones**

El diagrama de operaciones para la producción de refrescos es una representación gráfica que simplifica la manera de entender cómo funciona el proceso, este diagrama únicamente incluye actividades de operación e inspección.



Figura 15. **Proceso de elaboración de refrescos**

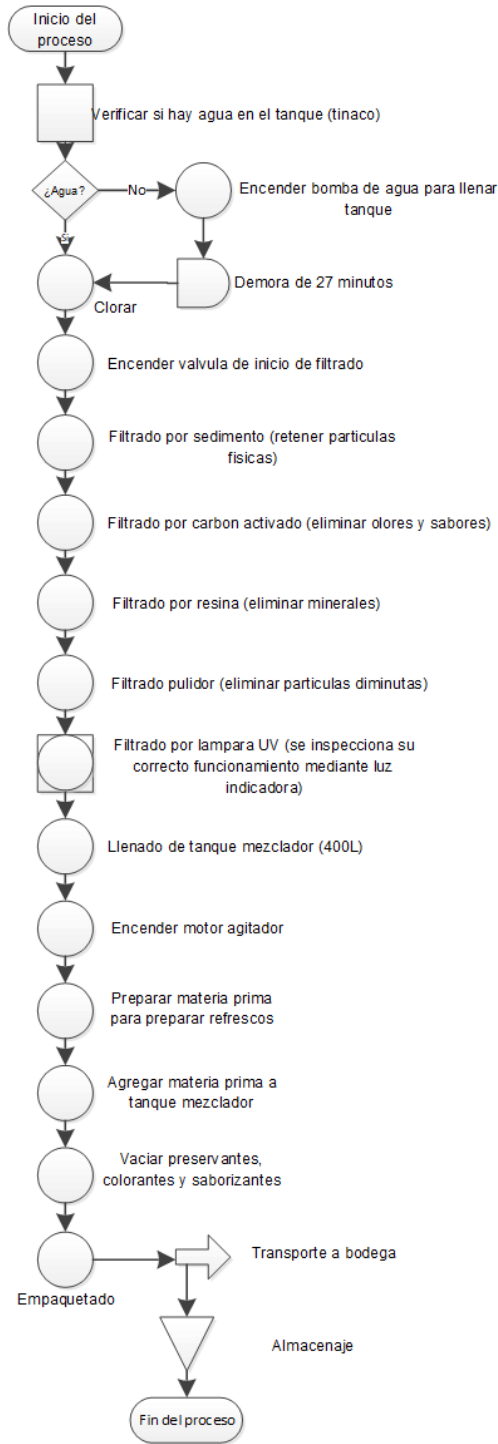


Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

### **3.1.1.2.2. Diagrama de flujo**

El diagrama de flujo para la producción de refrescos también es una representación gráfica que simplifica la manera de entender cómo funciona el proceso, a diferencia del diagrama de operaciones, este diagrama incluye demoras y actividades de transporte y almacenaje, además de las actividades de operación e inspección.

Figura 16. Flujo de operación para la elaboración de refrescos

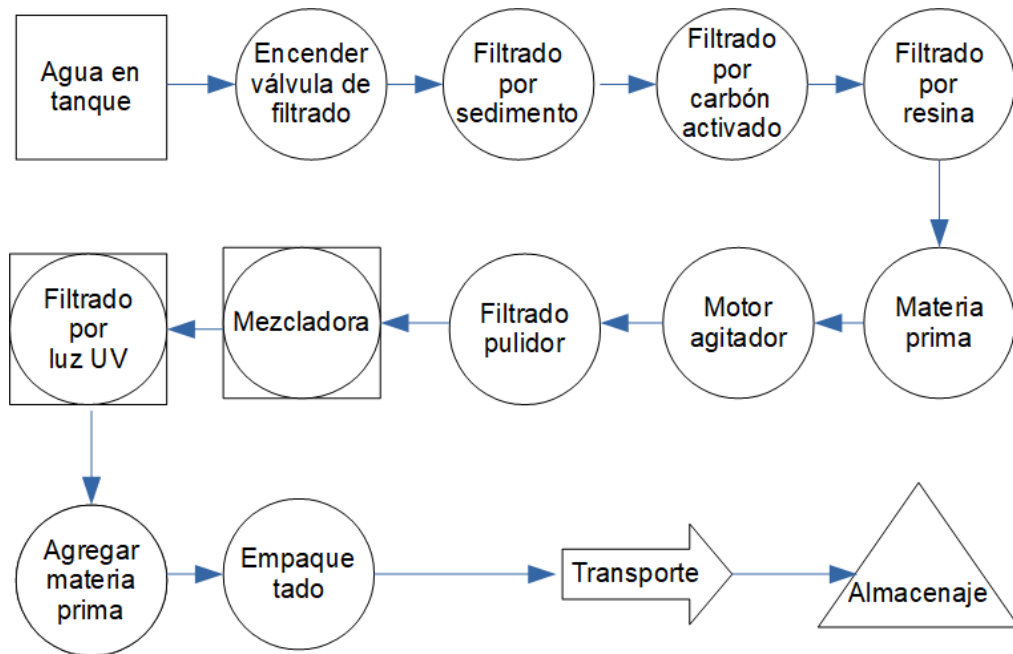


Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

### 3.1.1.2.3. Diagrama de recorrido refrescos

El diagrama de recorrido es una representación gráfica que muestra de manera simple las etapas generales por las que un proceso transita en el piso de operaciones, en este caso, en la operación de producción de refrescos.

Figura 17. Recorrido de refrescos



Fuente: elaboración propia.

### 3.1.1.2.4. Estudio de tiempos

Un estudio de tiempos se realiza cuando necesitamos determinar qué tan eficiente es un proceso, a partir de él se pueden determinar tiempos de ocio que deberían eliminarse, pero, sobre todo, en la industria es comúnmente utilizado para determinar el tiempo promedio, tiempo normal y tiempo estándar de una operación que no da los *inputs* para la toma de decisiones.

Tabla V. **Estudio de tiempos refrescos (tiempo cronometrado en segundos)**

Elemento de la operación	Tiempo Cronometrado										
	Tc1	Tc2	Tc3	Tc4	Tc5	Tc6	Tc7	Tc8	Tc9	Tc10	Tc Promedio
Verificación nivel de agua en el tanque	18	19	18	19	17	17	18	17	19	18	18
Encendido de bomba de llenado	95	106	97	104	106	96	100	103	104	96	101
Clorar	48	55	52	53	53	53	54	55	52	55	53
Encendido válvula de inicio de filtrado	6	9	7	8	7	6	6	6	9	8	7
Verificación de filtrado	86	68	73	70	74	81	73	76	74	83	76
Llenado de tanque mezclador	1 050	1 081	1 066	1 061	1 079	1 065	1 074	1 081	1 072	1 055	1 068
Encendido motor agitador	8	5	6	6	5	7	8	6	6	8	7
Preparación materia prima refrescos	210	214	212	211	211	214	214	211	212	212	212
Agregar materia prima al mezclador	75	80	78	78	80	80	80	79	79	79	79
Vaciar preservantes y colorantes al mezclador	36	40	36	37	39	37	40	36	39	39	38
Empaquetado	1 860	1 894	1 868	1 861	1 873	1 886	1 869	1 882	1 888	1 876	1 876
<b>Tiempo total</b>	<b>3 492</b>	<b>3 571</b>	<b>3 513</b>	<b>3 508</b>	<b>3 544</b>	<b>3 542</b>	<b>3 536</b>	<b>3 552</b>	<b>3 554</b>	<b>3 529</b>	<b>3 534</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Estudio de tiempos refrescos (tiempo normal en segundos)**

Elemento de la operación	Tc	Valoración				Tiempo Normal (TN)
		Factor de nivelación (1+)				
		Habilidad	Esfuerzo	Condición	Consistencia	
Verificación nivel de agua en el tanque	18,02	0,08	0,02	0,02	0,01	20,36
Encendido de bomba de llenado	100,70	0,08	0,02	0,02	0,01	113,79
Clorar	52,96	0,08	0,02	0,02	0,01	59,84
Encendido válvula de inicio de filtrado	7,20	0,08	0,02	0,02	0,01	8,14
Verificación de filtrado	75,80	0,08	0,02	0,02	0,01	85,65
Llenado de tanque mezclador	1 068,42	0,08	0,02	0,02	0,01	1 207,32
Encendido motor agitador	6,50	0,08	0,02	0,02	0,01	7,35
Preparación materia prima refrescos	212,13	0,08	0,02	0,02	0,01	239,70
Agregar materia prima al mezclador	78,82	0,08	0,02	0,02	0,01	89,07
Vaciar preservantes y colorantes al mezclador	37,87	0,08	0,02	0,02	0,01	42,79
Empaquetado	1 875,70	0,08	0,02	0,02	0,01	2 119,54
<b>Tiempo Normal de la operación</b>						<b>3 993,54</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Estudio de tiempos refrescos (tiempo estándar en segundos)**

Elemento de la operación	TN	Suplementos (Retrasos)			Tiempo Estándar (TE)
		Personales	Por Fatiga	Inevitables	
Verificación nivel de agua en el tanque	20,36	0,08	0,02	0,02	<b>22,81</b>
Encendido de bomba de llenado	113,79	0,08	0,02	0,02	<b>127,45</b>
Clorar	59,84	0,08	0,02	0,02	<b>67,02</b>
Encendido válvula de inicio de filtrado	8,14	0,08	0,02	0,02	<b>9,11</b>
Verificación de filtrado	85,65	0,08	0,02	0,02	<b>95,93</b>
Llenado de tanque mezclador	1 207,32	0,08	0,02	0,02	<b>1 352,19</b>
Encendido motor agitador	7,35	0,08	0,02	0,02	<b>8,23</b>
Preparación materia prima refrescos	239,70	0,08	0,02	0,02	<b>268,47</b>
Agregar materia prima al mezclador	89,07	0,08	0,02	0,02	<b>99,75</b>
Vaciar preservantes y colorantes al mezclador	42,79	0,08	0,02	0,02	<b>47,92</b>
Empaquetado	2 119,54	0,08	0,02	0,02	<b>2 373,89</b>
<b>Tiempo Normal de la operación</b>					<b>4 472,77</b>

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.2. Análisis de maquinaria

El objetivo principal del siguiente punto es mostrar el análisis de la maquinaria en los procesos de producción de la empresa Productos de la casa del Bosque S.A. este análisis detalla el proceso del equipo de bombeo para extracción de agua, y el uso de los filtros, se da la descripción de la llenadora, por lo consiguiente y de vital importancia el mantenimiento.

#### 3.1.2.1. Equipo de bombeo para extracción de agua

En la empresa Productos de la casa del Bosque S.A. se utiliza una bomba sumergible marca Franklin de 2 HP de la cual no existe foto pues está sumergida en un pozo mecánico de aproximadamente 25 m de profundidad.

#### 3.1.2.2. Filtrado

Como se ha mencionado anteriormente la filtración reside en la remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en una suspensión acuosa que sucede por medio de un medio poroso. Generalmente la filtración es la

operación final de clarificación que se le realiza al tratamiento de agua y, por lo mismo, este proceso es el principal responsable de la producción de agua de calidad, coincide con los estándares de potabilidad.

Para el filtrado de agua clorada se utilizan filtros de sedimento, es decir, retira partículas físicas, carbón activado, que elimina olores y sabores, resina catiónica que elimina minerales, filtro pulidor que elimina partículas más pequeñas, lámpara UV y ozono que sirve para aumentar el tiempo de vida del agua purificada.

Figura 18. **Filtros de resina, carbón y sedimento**



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Filtrado con lámpara UV**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Funcionamiento lámpara UV**



Fuente: elaboración propia.



Figura 21. Filtro de ozono



Fuente: elaboración propia.

### 3.1.2.3. Llenado

Para el proceso de llenado, se utiliza una máquina llenadora IWS-100 de 1,6 kw y 220 V, con una capacidad ideal mínima, según el fabricante de 2 000 bolsas/hora de 400 ml, aproximadamente 33 bolsas/minuto.

Figura 22. **Bobina montada para embolsado**



Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Maquina llenadora**



Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Interior máquina llenadora 1**



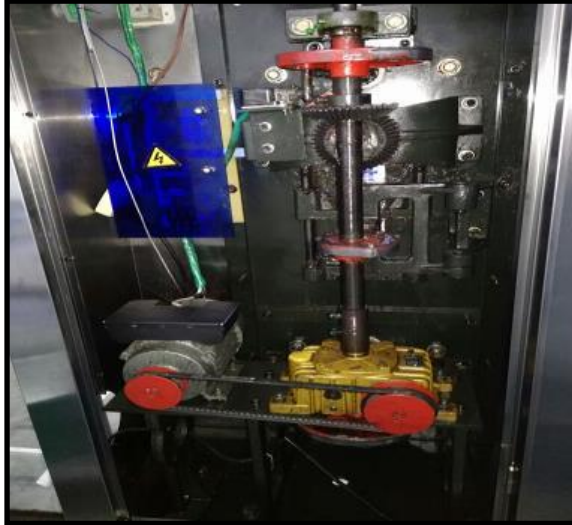
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Interior máquina llenadora 2**



Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Interior máquina llenadora 3**



Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Interior máquina llenadora 4**



Fuente: elaboración propia.

#### **3.1.2.4. Mantenimiento**

El mantenimiento es establecido como una serie de acciones donde el objetivo principal es mantener las máquinas a un estado de funcionamiento correcto. El fin primordial del mantenimiento reside en asegurar la disponibilidad planeada al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía y uso de las máquinas. Es decir, contar con las instalaciones y máquinas en condiciones óptimas en todos los procesos, para asegurar una disponibilidad total del sistema en todo el rango de desempeño, lo cual está centrado en la ausencia de errores y fallas.

El mantenimiento debe asegurar la competitividad del mismo por medio de lo siguiente:

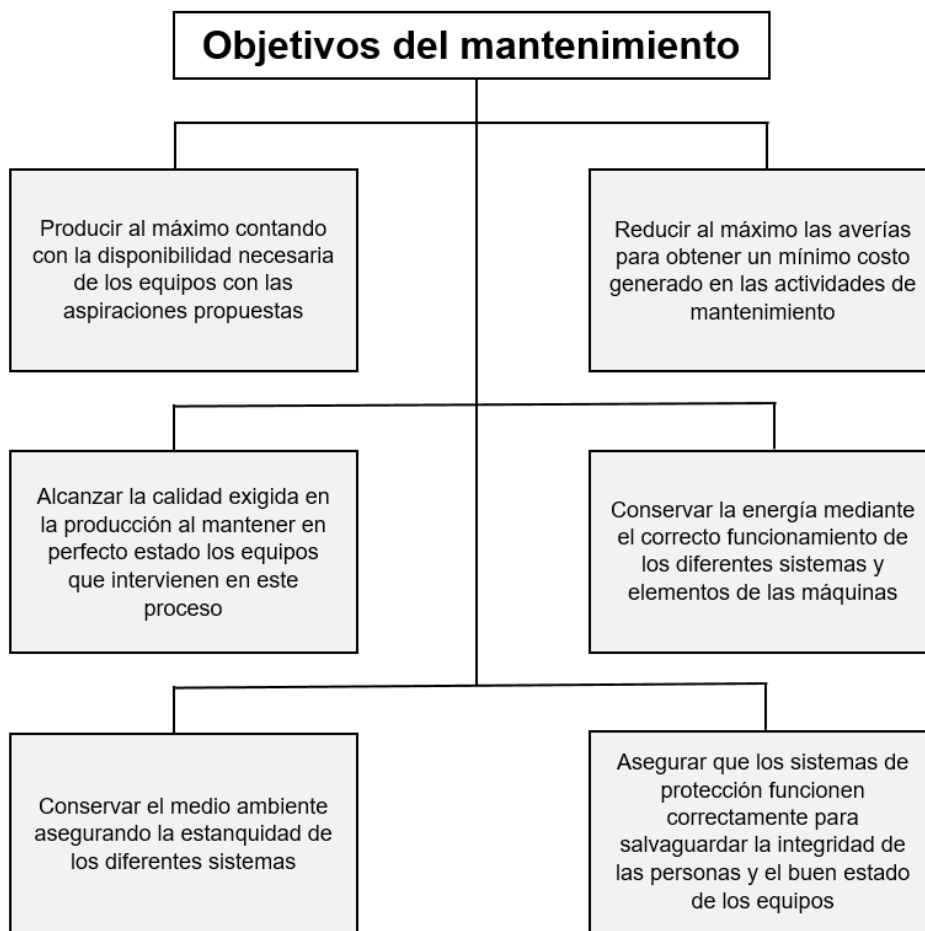
- Asegurar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada.
- Óptima producción del sistema.
- Reducción de costos de Mantenimiento.
- Disminuir el gasto de repuestos e inventarios.
- Maximizar la vida útil de la maquinaria.

Para que los objetivos del mantenimiento se logren se debe contar con lo siguiente:

- Personal altamente calificado, y supervisores calificados.
- Adecuado programa de mantenimiento preventivo.
- Revisión de determinados componentes que requieren mantenimiento frecuentemente. (identificar puntos críticos en el proceso productivo).
- Continua investigación de las causas que provocan fallas.

- Actualización de los procesos en función de los avances tecnológicos que se tengan al alcance.
- Estrecha colaboración en todos los departamentos involucrados en el proceso de producción. (Producción, operaciones y mantenimiento).

Figura 28. **Objetivos primordiales del mantenimiento**



Fuente: FUENTEALBA, Marcelo. *Programa de mantención mecánica*.

<https://www.scribd.com/document/388254025/11270541-634859301408552770-Programa-de-Mantencion-Mecnica-pdf>. Consulta: 15 de octubre de 2019.

#### **3.1.2.4.1. Mantenimiento preventivo**

Para longevidad eficiencia y seguridad es vital llevar un mantenimiento preventivo de rutina. Se recomienda que antes de cada turno el operador busque y extraiga partes que puedan haber sido dejadas en el mecanismo durante el último turno. Al inicio de cada turno se deben verificar todos los bloques de seguridad para comprobar que se encuentran en condiciones de funcionamiento seguras.

- Filtros: retro lavado y *fast rinse* (tecnología incluida en el filtro) se realiza a diario durante 10 minutos.
- Lámparas UV y ozono: se cambian cada año.
- Filtro pulidor: se cambia cada 3 meses.

Asimismo, el operador debe inspeccionar la maquinaria por completo a diario para asegurar que los componentes y conjunto se encuentren en condicionamiento de funcionamiento.

#### **3.1.2.4.2. Mantenimiento correctivo**

Este tipo de mantenimiento corregirá cualquier falla y actuará ante un hecho. Generalmente, se programa la detención del equipo, no obstante, antes de hacerlo, ya se han planeado las tareas a realizar para corregir la falla y se programa su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para ejecutar toda inspección que no se podría hacer en procedimientos activos. Se aprovecharán las paradas, horas en contra turno, períodos de baja demanda, fines de semana, períodos de vacaciones, y otros.

#### **3.1.2.4.3. Mantenimiento predictivo**

Elaborado bajo control, también es importante, porque asegura que los procedimientos de diagnóstico sean bien aplicados, para que exista una mejora en el desempeño de los equipos. Asimismo, es de vital importancia resaltar que es el control de mantenimiento preventivo y correctivo el que da origen a esta clase de mantenimiento.

#### **3.1.2.4.4. Mantenimiento reactivo**

Bajo este mantenimiento, surgirán las siguientes consecuencias:

- Interrupciones en la producción no previstas en el proceso, y reduciendo en consecuencia las horas efectivas de operación.
- Afecta las cadenas productivas, en otras palabras, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Genera costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el tiempo necesario.
- La planificación del tiempo que se estará el sistema fuera de operación no es previsible.

#### **3.1.2.4.5. Mantenimiento proactivo**

Este tipo de mantenimiento se realizará siguiendo con las políticas dentro de la empresa que logre darle solución a cualquier necesidad que se acontezca y se debe tener una mente abierta para poder solucionar los problemas que surjan dentro de la empresa.



Este tipo de mantenimiento es un tanto más adelantado, y casi para uso exclusivo de empresas líderes en el segmento, porque se emplea herramienta sofisticada para el diagnóstico de las fallas; se utiliza alta tecnología, a través del uso de electrónicos, para descubrir fisuras, deterioro de piezas indispensables para el funcionamiento de la maquinaria, las que no se podría detectar con una simple inspección. En el caso de la producción de bolsas de agua purificada y refrescos, cuando la producción de bolsas correctamente selladas llega a menos de 40 bolsas por minuto, se realiza un mantenimiento rápido de limpieza de los elementos de la máquina que sellan las bolsas debido a que restos de plástico se adhieren a los mismos.

### **3.1.3. Análisis de materia prima y materiales utilizados en los procesos**

A cerca de este tema, se presenta el siguiente apartado para ampliar el contenido del estudio del análisis técnico de ingeniería, desarrollando el análisis de materia prima y los materiales usados en los procesos del agua purificada, y el proceso de los refrescos de la empresa Productos de la casa del Bosque S.A.

#### **3.1.3.1. Agua purificada**

La materia prima principal es el agua extraída del pozo mecánico que es llevada hasta un tinaco (tanque), con un volumen de 1 200 L, además se agregan 60ml de cloro (hipoclorito de calcio), por cada 1 200 L, sin exceder las 5 ppm de agua sin purificar antes de comenzar con el proceso de filtrado.

### **3.1.3.2. Refrescos**

Para producir refrescos se utiliza la misma maquinaria utilizada para llenar bolsas de agua pura, además se utiliza un tanque de acero inoxidable de 400 L donde se realiza la mezcla de los diferentes sabores que se producirán, estos sabores son: fresa, piña, cola, uva, manzana, además se produce te frío con sabor a melocotón y refrescos hidratantes (tipo *powerade* o *gatorade*), con sabor a fresa, uva y limón, todos son sabores artificiales, a los que se le agrega además ácido cítrico y endulzante (edulcorante, no puede ser azúcar común).

### **3.1.4. Análisis de factores que influyen en los procesos de producción**

Estos son factores que pueden afectar negativamente la producción, entiéndase riesgos, estos pueden ser: energía eléctrica fluctuante por estar ubicada en un área rural donde la energía eléctrica no es estable, control de plagas (bichos), ausencia de personal, falta de transporte, falla de la maquinaria, invierno intenso, entre otros.

### **3.1.5. Análisis de inversión en accesorios y maquinaria**

El análisis de costos de inversión de accesorios y maquinaria, se visualiza a través de la siguiente tabla, el costo del equipo de purificación incluyendo todos los filtros, lámparas UV, ozono y accesorios, el precio de la máquina embolsadora, el diseño de logotipos y placas para bobinas, el tinaco ROTOTEC de 1 200 litros, con sus respectivos accesorios de instalación. Valdría la pena evaluar la inversión de una segunda máquina embolsadora con el fin de reducir el costo de producción e incrementar la oferta.

Tabla VIII. **Costos de accesorios y maquinaria**

<b>Maquinaria y accesorios</b>	<b>Costo</b>
Equipo de purificación incluyendo todos los filtros, lámparas uv, ozono y accesorios	Q26 790,98
Maquina embolsadora	Q41 689,01
Diseño de logotipos y placas para bobina (rollo para realizar las bolsas que se llenan de agua o refresco)	Q4 000,00
Tinaco Rototec 1,200 L incluyendo accesorios de instalación	Q1 500,00

Fuente: elaboración propia.

### **3.2. Análisis económico**

Para la propuesta del análisis técnico de ingeniería y económico, en los siguientes párrafos se determinarán los costos fijos de la propuesta, y los costos variables, los costos de almacenaje, y a su vez se determinarán los costos de producción de agua purificada, en la producción de refrescos, asimismo se determinarán los costos de distribución y los administrativos.

#### **3.2.1. Determinación de costos fijos**

Los costos fijos de la empresa se determinaron con parte de la información contable facilitada por la empresa y se presentan como un total mensual, estos costos se separaron por rubro lo cual permitirá determinar el costo de producción más adelante y están actualizados a diciembre de 2019. Para poder distribuir los costos entre la producción de agua pura y refrescos se usó una proporción 40/60 debido a que, según la empresa, el 40 % del tiempo se emplea en la elaboración de agua pura y el 60 % restante en la elaboración de refrescos. Por lo que los costos totales son la suma de ambos.

Tabla IX. **Costos fijos mensuales de agua pura**

Costos fijos (Mensuales)				
Rubro	Asignación	Unitario	Cantidad	Total
	<b>Mano de obra</b>			
	Sueldo ordinario			
Mano de obra indirecta	Sueldo Mensual Gerente de Producción	Q2 760,00	1	Q2 760,00
Mano de obra indirecta	Sueldo Mensual Coordinador de Producción	Q1 900,00	1	Q1 900,00
Mano de obra indirecta	Sueldo Mensual Secretaria Administrativa	Q1 300,00	1	Q1 300,00
Mano de obra directa	Sueldo Mensual Operarios	Q1 096,95	2	Q2 193,90
Mano de obra directa	Sueldo Mensual Transportista	Q1 680,00	1	Q1 680,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q9 833,90</b>
	Cuotas patronales totales			
Mano de obra indirecta	IGSS Mano de obra indirecta (10.67%)	Q635,93	1	Q635,93
Mano de obra directa	IGSS Mano de obra directa (10.67%)	Q413,34	1	Q413,34
Mano de obra indirecta	IRTRA Mano de obra indirecta (1%)	Q59,60	1	Q59,60
Mano de obra directa	IRTRA Mano de obra directa (1%)	Q38,74	1	Q38,74
Mano de obra indirecta	INTECAP Mano de obra indirecta (1%)	Q59,60	1	Q59,60
Mano de obra directa	INTECAP Mano de obra directa (1%)	Q38,74	1	Q38,74
	<b>Subtotal</b>			<b>Q1 245,95</b>
	Prestaciones de ley			
Mano de obra indirecta	Bonificación incentivo Mano de obra indirecta	Q100,00	3	Q300,00
Mano de obra directa	Bonificación incentivo Mano de obra directa	Q100,00	3	Q300,00
Mano de obra indirecta	Indemnización total Mano de obra indirecta (8.33%)	Q496,67	1	Q496,67
Mano de obra directa	Indemnización total Mano de obra directa(8.33%)	Q322,82	1	Q322,82
Mano de obra indirecta	Bono 14 total Mano de obra indirecta(8.33%)	Q496,67	1	Q496,67
Mano de obra directa	Bono 14 total Mano de obra directa(8.33%)	Q322,82	1	Q322,82
Mano de obra indirecta	Aguinaldo total Mano de obra indirecta(8.33%)	Q496,67	1	Q496,67
Mano de obra directa	Aguinaldo total Mano de obra directa(8.33%)	Q322,82	1	Q322,82
Mano de obra indirecta	Vacaciones total Mano de obra indirecta(4.17%)	248,33	1	248,33
Mano de obra directa	Vacaciones total Mano de obra directa(4.17%)	Q161,41	1	Q161,41
	<b>Subtotal</b>			<b>Q3 468,22</b>
	<b>Servicios básicos</b>			
Gastos de fabricación	Internet	Q100,00	1	Q100,00
Gastos de fabricación	Seguridad	Q1 096,95	1	Q1 096,95
Gastos de fabricación	Extracción de basura	Q60,00	1	Q60,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q1 256,95</b>
	<b>TOTAL</b>			<b>Q15 805,02</b>

Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa Productos de la casa del bosque S.A.

Tabla X. Costos fijos mensuales de refrescos

Costos fijos (Mensuales)				
Rubro	Asignación	Unitario	Cantidad	Total
	<b>Mano de obra</b>			
	Sueldo ordinario			
Mano de obra indirecta	Sueldo Mensual Gerente de Producción	Q4 140,00	1	Q4 140,00
Mano de obra indirecta	Sueldo Mensual Coordinador de Producción	Q2 850,00	1	Q2 850,00
Mano de obra indirecta	Sueldo Mensual Secretaria Administrativa	Q1 950,00	1	Q1 950,00
Mano de obra directa	Sueldo Mensual Operarios	Q1 645,42	2	Q3 290,84
Mano de obra directa	Sueldo Mensual Transportista	Q2 520,00	1	Q2 520,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q14 750,84</b>
	Cuotas patronales totales			
Mano de obra indirecta	IGSS Mano de obra indirecta (10.67%)	Q953,90	1	Q953,90
Mano de obra directa	IGSS Mano de obra directa (10.67%)	Q620,02	1	Q620,02
Mano de obra indirecta	IRTRA Mano de obra indirecta (1%)	Q89,40	1	Q89,40
Mano de obra directa	IRTRA Mano de obra directa (1%)	Q58,11	1	Q58,11
Mano de obra indirecta	INTECAP Mano de obra indirecta (1%)	Q89,40	1	Q89,40
Mano de obra directa	INTECAP Mano de obra directa (1%)	Q58,11	1	Q58,11
	<b>Subtotal</b>			<b>Q1 868,93</b>
	Prestaciones de ley			
Mano de obra indirecta	Bonificación incentivo Mano de obra indirecta	Q150,00	3	Q450,00
Mano de obra directa	Bonificación incentivo Mano de obra directa	Q150,00	3	Q450,00
Mano de obra indirecta	Indemnización total Mano de obra indirecta (8.33%)	Q745,00	1	Q745,00
Mano de obra directa	Indemnización total Mano de obra directa(8.33%)	Q484,24	1	Q484,24
Mano de obra indirecta	Bono 14 total Mano de obra indirecta(8.33%)	Q745,00	1	Q745,00
Mano de obra directa	Bono 14 total Mano de obra directa(8.33%)	Q484,24	1	Q484,24
Mano de obra indirecta	Aguinaldo total Mano de obra indirecta(8.33%)	Q745,00	1	Q745,00
Mano de obra directa	Aguinaldo total Mano de obra directa(8.33%)	Q484,24	1	Q484,24
Mano de obra indirecta	Vacaciones total Mano de obra indirecta(4.17%)	372,50	1	372,50
Mano de obra directa	Vacaciones total Mano de obra directa(4.17%)	Q242,12	1	Q242,12
	<b>Subtotal</b>			<b>Q5 202,33</b>
	<b>Servicios básicos</b>			
Gastos de fabricación	Internet	Q150,00	1	Q150,00
Gastos de fabricación	Seguridad	Q1 645,42	1	Q1 645,42
Gastos de fabricación	Extracción de basura	Q90,00	1	Q90,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q1 885,42</b>
	<b>TOTAL</b>			<b>Q23 707,53</b>

Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa Productos de la casa del bosque S.A.

### 3.2.2. Determinación de costos variables

Estos costos sufren de variaciones según la producción de la empresa. Esto quiere decir que mientras más productos se elaboren, los costos variables se incrementarán. En la siguiente tabla se determinan los costos variables con la propuesta. Estos costos se presentan como un promedio mensual según información brindada por la empresa.

Tabla XI. **Costos variables de agua pura**

Costos variables (Promedio mensual)				
Rubro	Asignación	Unitario	Cantidad	Total
	Materia prima			
Materia prima	Empaque primario	Q0,08	153600	Q12 288,00
Materia prima	Empaque secundario	Q0,25	6144	Q1 536,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q13 824,00</b>
	Gastos varios administrativos			
Gastos de fabricación	Energía Eléctrica	Q480,40	1	Q480,40
Gastos de fabricación	Papelería y útiles	Q20,00	1	Q20,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q500,40</b>
	Gastos varios y de mantenimientos			
Gastos de fabricación	Grasas y lubricantes para maquinaria	Q12,00	1	Q12,00
Costos de distribución	Viáticos	Q1 440,00	1	Q1 440,00
Costos de distribución	Llantas	Q260,00	1	Q260,00
Costos de distribución	Servicio cada 5,000 km (cada mes aproximadamente)	Q380,00	1	Q380,00
Costos de distribución	Combustibles	Q3 840,00	1	Q3 840,00
Costos de distribución	GPS	Q70,00	1	Q70,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q6 002,00</b>
	<b>TOTAL</b>			<b>Q20 326,40</b>

Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa Productos de la casa del bosque S.A.

Tabla XII. Costos variables de refrescos

Costos variables (Promedio mensual)				
Rubro	Asignación	Unitario	Cantidad	Total
	Materia prima			
Materia prima	Base para refresco por litro	Q120,00	24	Q2 880,00
Materia prima	Empaque primario	Q0,08	48000	Q3 840,00
Materia prima	Empaque secundario	Q0,25	960	Q240,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q6 960,00</b>
	Gastos varios administrativos			
Gastos de fabricación	Energía Eléctrica	Q720,00	1	Q720,00
Gastos de fabricación	Papelería y útiles	Q30,00	1	Q30,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q750,00</b>
	Gastos varios y de mantenimientos			
Gastos de fabricación	Grasas y lubricantes para maquinaria	Q18,00	1	Q18,00
Costos de distribución	Viáticos	Q2 160,00	1	Q2 160,00
Costos de distribución	Llantas	Q390,00	1	Q390,00
Costos de distribución	Servicio cada 5,000 km (cada mes aproximadamente)	Q570,00	1	Q570,00
Costos de distribución	Combustibles	Q5 760,00	1	Q5 760,00
Costos de distribución	GPS	Q105,00	1	Q105,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q9 003,00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>Q15 963,00</b>

Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa Productos de la casa del bosque S.A.

### 3.2.3. Determinación de costo de almacenaje

El costo de almacenaje es intrínseco por los siguientes motivos:

- No se paga alquiler de terreno, por ser propio heredado, no está valuado el costo por metro cuadrado en la zona.
- Se trabaja producción pull y se intenta mantener el inventario a cero. Tanto de materia prima como de producto terminado. Existe cierta cantidad de producto que, si se mantiene en *stock* necesarios, para la producción (bolsas para fardo y bobina de los diferentes productos).
- Solo si es necesario se almacena producto en cajas de 49 cm de largo x 31,5 cm de ancho x 27 cm de alto. A cada caja le caben 60 unidades de agua pura y 120 unidades de refresco. Se estiban 5 cajas máximo.

### **3.2.4. Determinación de costo de producción**

En los siguientes párrafos se determinará el costo de producción del agua pura de la empresa Productos de la casa del Bosque S.A., y el costo de producción de los refrescos, seguidamente se determinarán los costos de distribución de los productos y los costos administrativos que también están incluidos en el costo de producción como gastos de fabricación.

#### **3.2.4.1. Producción de agua purificada**

Se le ha denominado al agua y al embalaje como materia prima indispensable en la fabricación de productos alimenticios, la empresa objeto de estudio trata el agua simple y se convierte en agua purificada. Por lo demás se distribuye agua purificada en presentaciones 400 mL con marca Vitalis Agua, es envasada en bolsa cuadrangular, y son embaladas en cajas de plástico para su distribución en los distintos puntos de venta.

Dada la distribución realizada en los costos fijos y variables se pudieron determinar los costos de materia prima, mano de obra directa y gastos de fabricación necesarios para la determinación del costo de producción mensual, el cual se presenta en la siguiente tabla:



Tabla XIII. **Costo de producción de agua purificada**

<b>Costo de producción</b>	
Materia prima	Q13 824,00
(+) Mano de obra directa	Q5 794,60
Costo primo	Q19 618,60
(+) Gastos de fabricación	Q1 769,35
<b>TOTAL</b>	<b>Q21 387,95</b>

Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa Productos de la casa del bosque S.A.

#### **3.2.4.2. Producción de refrescos**

La empresa Productos de la casa del Bosque S.A. además de producir agua purificada, producen refrescos bajo la marca Vitalis Refrescos, en presentaciones 200 mL, en empaques similares a los del agua, anteriormente se mencionó que para la elaboración de los es necesario como materia prima; benzoato de sodio, Sorbato de potasio, ácido cítrico, edulcorante, azúcar, saborizantes artificiales entre otros.

Dada la distribución realizada en los costos fijos y variables se pudieron determinar los costos de materia prima, mano de obra directa y gastos de fabricación necesarios para la determinación del costo de producción, el cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla XIV. **Costo de producción de refrescos**

<b>Costo de producción</b>	
Materia prima	Q6 960,00
(+) Mano de obra directa	Q8 691,91
Costo primo	Q15 651,91
(+) Gastos de fabricación	Q2 653,42
<b>TOTAL</b>	<b>Q18 305,33</b>

Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa Productos de la casa del bosque S.A.

### 3.2.5. **Determinación de costos de distribución**

En la distribución del producto al camión le caben 420 fardos de producto, el fardo de refresco tiene 50 unidades y el de agua pura 25 unidades. En promedio un viaje representa Q. 800,00 en viáticos. No obstante, a este rubro se le añaden los costos relacionados al camión. Los cuales se describen en la siguiente tabla. Es importante mencionar que regularmente se hacen 20 viajes al mes.

Tabla XV. **Costos de distribución de agua pura**

<b>Costos de distribución (Promedio mensual)</b>	
<b>Asignación</b>	<b>Total</b>
Viáticos	Q1 440,00
Llantas	Q260,00
Servicio cada 5,000 km (cada mes aproximadamente)	Q380,00
Combustibles	Q3 840,00
GPS	Q70,00
<b>Subtotal</b>	<b>Q5 990,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>Q5 990,00</b>

Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa Productos de la casa del bosque S.A.

Tabla XVI. **Costos de distribución de refrescos**

<b>Costos de distribución (Promedio mensual)</b>	
<b>Asignación</b>	<b>Total</b>
Viáticos	Q2 160,00
Llantas	Q390,00
Servicio cada 5,000 km (cada mes aproximadamente)	Q570,00
Combustibles	Q5 760,00
GPS	Q105,00
<b>Subtotal</b>	<b>Q8 985,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>Q8 985,00</b>

Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa Productos de la casa del bosque S.A.

### **3.2.6. Determinación de costos administrativos**

La empresa Productos de la casa del Bosque facilitó datos contables con los que se determinarán los diferentes tipos de costos mencionados en los párrafos anteriores.

Tabla XVII. **Costos administrativos de agua pura**

<b>Costos de administrativos (Promedio mensual)</b>	
<b>Asignación</b>	<b>Total</b>
Sueldos	Q9 833,90
Cuotas patronales (Obligaciones)	Q1 245,95
Prestaciones	Q3 468,22
Servicios básicos	Q1 256,95
Gastos varios administrativos	Q500,40
Gastos varios y de mantenimientos	Q6 002,00
<b>Subtotal</b>	<b>Q22 307,42</b>
<b>TOTAL</b>	<b>Q22 307,42</b>

Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa Productos de la casa del bosque S.A.

Tabla XVIII. **Costos administrativos de refrescos**

<b>Costos de administrativos (Promedio mensual)</b>	
<b>Asignación</b>	<b>Total</b>
Sueldos	Q14 750,84
Cuotas patronales (Obligaciones)	Q1 868,93
Prestaciones	Q5 202,33
Servicios básicos	Q1 885,42
Gastos varios administrativos	Q750,00
Gastos varios y de mantenimientos	Q9 003,00
<b>Subtotal</b>	<b>Q33 460,53</b>
<b>TOTAL</b>	<b>Q33 460,53</b>

Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa Productos de la casa del bosque S.A.

### 3.3. **Análisis del entorno empresarial**

El análisis del entorno empresarial, es importante definirlo, ya que es necesario establecer los factores involucrados, es decir, los clientes, los proveedores, la evaluación del mercado y establecer las ventajas competitivas ante la competencia, porque de ello dependen los resultados de la propuesta.

### **3.3.1. Factores involucrados**

Los factores involucrados en el entorno de la empresa, corresponde a los clientes, en los proveedores, el mercado que conlleva una evaluación del mismo, y la competencia, donde se definirán las ventajas competitivas a utilizar.

#### **3.3.1.1. Clientes**

Es de suma importancia mencionar que los clientes principales son personas que actúan como los distribuidores individuales, es decir, que los clientes no son los consumidores finales ni tiendas de barrio y colonias, se buscan personas con vehículo propio (pickup), y que cuenten con un espacio para utilizar como bodega, estos distribuidores son los encargados de redistribuir a las tiendas de barrio, los cuales a su vez les distribuyen a los consumidores finales. En el entorno empresarial, los clientes se definen según las preferencias y necesidades de cada persona.

##### **3.3.1.1.1. Preferencias**

Las decisiones de inversión en la empresa se orientan de acuerdo a las necesidades del mercado, generalizando en dos factores importantes de inversión actualmente, los clientes clasificados por preferencia y necesidades, cuyo objetivo es satisfacer determinadas características en las preferencias de los consumidores potenciales.

El cliente por preferencia es el consumidor final, es decir, que el agua pura la prefieren personas de cualquier edad, asimismo los refrescos son preferidos por el mercado infantil, en otras palabras, los niños entre 5 y 12 años.

### **3.3.1.1.2. Necesidades**

A partir de la identificación de las necesidades de los clientes, que en este caso son los distribuidores individuales, no los consumidores finales, estas necesidades son mantener abastecidos los puntos de distribución, con producto de no más de 3 días de producción, y crédito de 30 días.

### **3.3.1.2. Proveedores**

Después de aplicar los criterios de selección, los proveedores actuales de la empresa Productos de la casa del Bosque S.A. son Agronico, Hidropura y plásticos agroindustriales:

- Agroinco: algunos insumos para maquinaria se compra el teflón para la máquina de llenado (sirve para que al sellar las bolsas de agua pura y refrescos no se pegue el plástico a la resistencia), se cambia depende el uso regularmente cada 3 semanas cuesta Q. 200 la yarda.
- Hidropura: filtro de resina se regenera con sal morton.

Plásticos agroindustriales: se compra la bobina y el plástico (bolsas de fardo) cambio empresarial S.A. (purificará): filtros y repuestos filtrantes, grasa de la máquina.

### **3.3.1.2.1. Criterios de selección**

Todos los proveedores de la empresa Productos de la casa del Bosque S.A. son evaluados antes de ser aprobados e incluidos en el catálogo de proveedores, algunas de las características de evaluación, que sean

distribuidores con carro propio, es decir, con pickup, que tengan un espacio para bodega controlado, que cuenten con registro sanitario en la elaboración de sus productos y que sean empresas con más de dos años en el mercado.

### **3.3.1.3. Mercado**

Como se ha mencionado anteriormente el mercado es el segmento de la población de una comunidad, a quienes se dirige el producto que se fabrica en la empresa, en otras palabras, al consumidor final. El mercado real representa el segmento de personas a la cual la empresa ha logrado llegar con sus productos y automáticamente son consumidores habituales.

#### **3.3.1.3.1. Evaluación del mercado objetivo**

Según las evaluaciones para determinar quiénes son el mercado de la empresa Productos de la casa del Bosque S.A. se determinó que son las personas de escasos recursos que buscan satisfacer sus necesidades básicas de forma diaria, en otras palabras, personas que no tienen los recursos para comprar garrafón, sino compra sus artículos de primera necesidad a diario, además de la compra recreativa de refrescos por parte de los niños de 5 a 12 años, como se mencionó en los párrafos anteriores.

### **3.3.1.4. Competencia**

Como se ha especificado en el capítulo uno, la competencia son las actividades que efectúan otras empresas, con ciertas similitudes a los que produce la empresa Productos de la casa del Bosque S.A. Es necesario

además considerar como competencia a las acciones y medidas que paralizan que los productos de la empresa lleguen al mercado de distribución.

La competencia de la empresa objeto de estudio, está determinada por el precio, en el mercado, regularmente esta redondeado a Q 0,50 (50 centavos) por bolsa de agua pura, y de los refrescos, la principal competencia es la siguiente:

- Competencia en refrescos
  - Distribuidor de refrescos (yupis) La palma
- Competencia en agua pura
  - Agua pura los volcanes
  - Agua pura de las nubes
  - Agua pura salvavidas

En el caso de los refrescos, La palma, es una marca muy conocida a nivel nacional, quienes además de refrescos, también producen otros productos que no son de interés para el presente trabajo de graduación.

Para el caso del agua pura todos los fabricantes producen productos similares y tienen más presencia en el área urbana de la capital, y en los municipios aledaños. Siendo la productora más grande, Salvavidas.

- Los volcanes

Inicia sus operaciones en Escuintla, Escuintla, Guatemala y tiene presentaciones de botellitas de 600 ml y bolsas de 200 ml. Cuenta con una variedad de promociones, las cuales se detallan a continuación:



**Con agua Purificada 100%**  
**Los Volcanes**  
**ganas más**  
**Acumula tus cupones y obtén Volcanadas de premios**

**CATÁLOGO DE CANJE DE CUPONES**

<b>DETALLISTA:</b> 1 CUPON POR CADA GARRAFON DE COMPRA	20 CUPONES Bolsa de Refresco Kiko Fresh
<b>DETALLISTA BOLSA:</b> 1 CUPON POR CADA 25 EMPAQUES VACIOS	50 CUPONES Certificado Despensa Familiar
<b>MAJORISTA:</b> 1 CUPON POR CADA 10 BOLSAS DE AGUA	65 CUPONES Sartén de Teflón
<b>"EXIJE TU CUPON"</b>	50 CUPONES Menú Campero
	100 CUPONES Combo Familiar Campero
	100 CUPONES Plancha Seca
	120 CUPONES Procesador de Alimentos
	130 CUPONES Vajilla de Porcelana, 16 Piezas
	300 CUPONES 3 Sartenes de Teflón
	400 CUPONES Vajilla de peltre
	400 CUPONES DVD, con lector USB
	430 CUPONES Vajillas de 5 Ollas de peltre
	450 CUPONES Platera
	600 CUPONES Mueble para televisor
	1,250 CUPONES Teatro en casa
	1,500 CUPONES Cama matrimonial

Para canjear tus cupones comunícate al Tel.: 7884-1983

- Las Nubes

Está ubicada en Chimaltenango y las presentaciones con las que cuenta son: garrafón, botellas bolsas y refrescos.

### 3.3.1.4.1. Establecimiento de ventajas competitivas

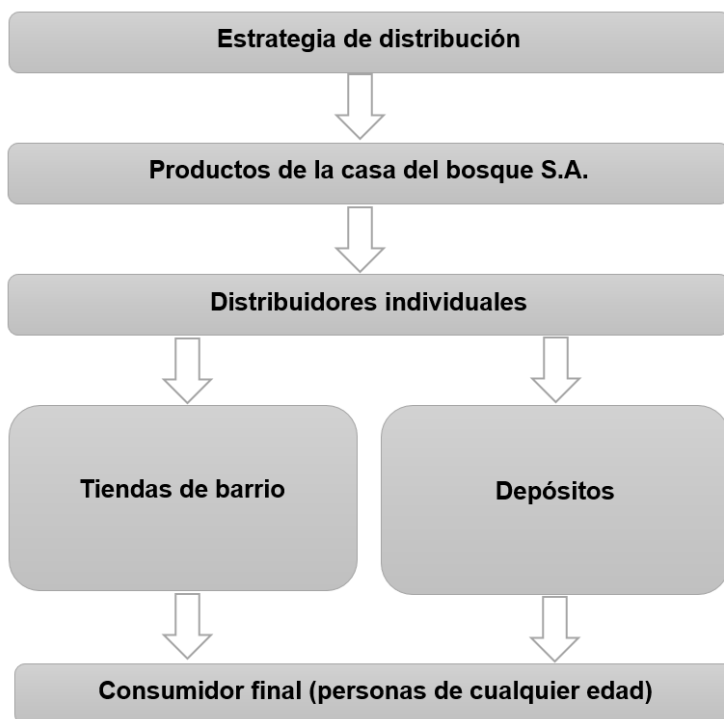
En el mercado de agua purificada es un mercado en crecimiento, en el que muchos competidores interactúan, por lo mismo, en la fijación de ventajas competitivas para la empresa están las siguientes:

- Está la fijación de precios que es de paridad competitiva, cubriendo los costos y gastos de la empresa. Esto se determinó tomando como referencia los precios de la competencia para alcanzar la colocación de un precio diferenciador más bajo, y consecuentemente lograr captar al mercado objetivo.

- Para calcular el precio de venta del producto se consideró como ventaja competitiva ofrecer el mismo producto con la misma calidad a un precio menor al de la competencia, y se determinó que el proyecto está en capacidad de ofrecerlo.

Asimismo, está la correcta distribución del producto, con el propósito de aumentar las ventas, de agua purificada, centrados en estrategias, y beneficiar a las personas que adquieren el producto en los diferentes puntos de distribución, como se muestra en el siguiente organigrama.

Figura 29. **Distribución del producto**



Fuente: elaboración propia.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Optimización de los procesos**

La metodología propuesta para optimizar los procesos de producción de la empresa PROCABOSA se presentarán a lo largo de este capítulo.

#### **4.1.1. Estandarización**

La estandarización en los procesos busca apegarse al seguimiento de procedimientos e instructivos establecidos con el fin de eficientar la producción de los productos de la empresa.

#### **4.1.2. Determinación de la oferta**

Para determinar la oferta que PROCABOSA puede producir, se analizará la eficiencia actual de la máquina embolsadora para determinar el número de unidades que la empresa es capaz de producir, para ello se realizará una proyección de dicha oferta. La cantidad por producir de agua purificada que se planificará para el comienzo de las actividades de la nueva planta embotelladora se hará según la capacidad instalada y el mínimo de 2 000 bolsas por hora indicado por el fabricante, o bien el equivalente de 33 bolsas por minuto, y tomando en cuenta la proporción 40/60 indicada por el coordinador de producción, es decir, 2 días se produce agua purificada y 3 días a la semana se producen refrescos, trabajando 8 horas al día, cabe mencionar que la planta no produce durante el fin de semana, por lo que se proyecta una

producción semanal de 32 000 bolsas de agua purificada de 400 mL y 48 000 bolsas de refresco de 200 mL.

#### **4.1.3. Determinación de la demanda**

El mercado al cual se desea introducir va dirigido a Guatemala a personas de escasos recursos residentes principalmente en el departamento de Sacatepéquez. La demanda potencial del mercado de agua purificada será en base al censo de la población de Guatemala realizado en 2018, cuya población refleja 330 469 habitantes.

#### **4.1.4. Mejoras para eficientar el uso de maquinaria**

Se propone la implementación de la metodología japonesa 9's para el mejoramiento de los procesos de producción de la planta de agua purificada que pueden eficientar desde la extracción de agua, filtrado y llenado de agua purificada además de los refrescos.

##### **4.1.4.1. Extracción de agua**

Dado que la extracción de agua se realiza desde un pozo mecánico con la ayuda de una bomba sumergible, resulta necesario encender la bomba cada vez que se vacía el tanque de 1 200 L. Regularmente las máquinas eléctricas presentan picos de corriente durante el arranque, lo que significa un incremento en el consumo de energía eléctrica, el desgaste y la reducción de la vida útil de la bomba sumergible. Para eficientar el uso de esta bomba se sugiere instalar un tanque de mayor capacidad o bien un segundo tanque de la misma capacidad, para que la bomba logre llenar el doble del volumen actual, con un solo arranque.

#### **4.1.4.2. Filtrado**

Dado que el filtrado es una fase crítica en el proceso, resulta necesario realizar inspecciones de los filtros cada determinado momento, se evidenció que no existe actualmente ningún tipo de plan de inspecciones, por lo que se recomendará la creación del mismo en el capítulo siguiente como parte del seguimiento. Este programa de inspecciones ayudará a detectar anticipadamente fallas que puedan poner en riesgo el correcto filtrado del agua, tales como fugas, cambios bruscos de presión, anclajes seguros, entre otros.

#### **4.1.4.3. Llenado**

Como se evaluó anteriormente, se propone la instalación de una segunda máquina llenadora de bolsas tanto para agua como para refrescos, con esto, se ayudará a producir más producto con la misma cantidad de algunos insumos, cabe resaltar, que esto también conlleva un costo que se analizó en el capítulo anterior.

##### **4.1.4.3.1. Agua pura**

El programa de inspecciones que se propone en el capítulo 5 de este documento, aplica también para la maquina llenadora, que permitirá conocer tempranamente inconvenientes que afecten la eficiencia de las máquinas, tales como, mala colocación de la bobina de bolsas, poca lubricación de los engranajes, mala fijación de la máquina en el suelo, entre otros.

#### 4.1.4.3.2. Refrescos

Dado que el proceso de producción de los refrescos es prácticamente similar al del agua pura, incluso usando la misma maquinaria en tiempos diferentes de producción, las mejoras planteadas en el inciso anterior también aplican en el proceso de producción de refrescos.

Por otro lado, puede resultar conveniente que se aplique la metodología japonesa 9's para ayudar a mejorar la eficiencia en el proceso de producción.

- Implementación de la Metodología 9's

Las 9's es una metodología originada en Japón orientada a mantener un sistema de orden, limpieza, en un ambiente de trabajo con el fin de evitar inconvenientes de carácter laboral. Estos inconvenientes pueden ser accidentes, retrasos, pérdida de documentos, entre otros.

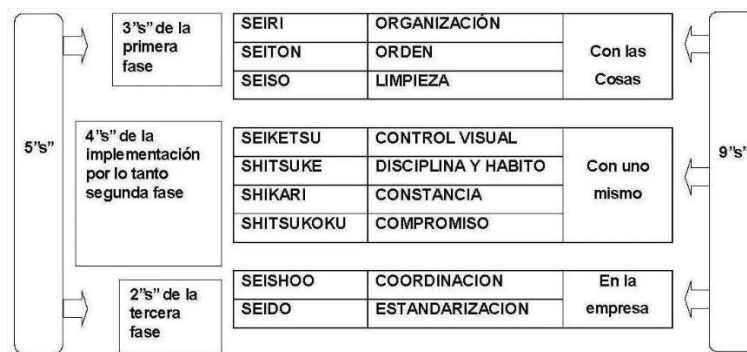
La implementación de una metodología 9's se realiza por etapas las cuales serán descritas a continuación:

- Etapa 1: hacer de la separación de lo innecesario, el orden y la limpieza una cultura en el ambiente de trabajo.
  - Etapa 2: hacer de la etapa 1 una rutina.
  - Etapa 3: seguir mejorando.
- ¿Por qué son necesarias las 9's?

En la mayoría de las empresas de Guatemala se acostumbra a no tener un sistema de orden establecido, esto conlleva a producir algunos desperdicios

entre los que se pueden mencionar, de tiempo, materiales, materia prima, o bien del propio producto que se produjo. Para evitar esto, es necesario trabajar bajo un esquema que conduzca casi automáticamente a mantener un sistema ordenado, limpio y en constante mejora de forma habitual. Dado lo anterior resulta importante la aplicación de las 9's en el ambiente de trabajo de la planta purificadora, si bien la empresa así lo considera conveniente.

Figura 30. **Esquema de las 9's**



Fuente: Cemiot Internacional *Las 9 Eses*. <https://www.cemiot.com/inicio/las-9-eses-organizacion-orden-y-limpieza-en-la-empresa/>. Consulta: 15 de octubre de 2019.

La implementación de la metodología 9's en una planta de agua purificada conlleva la aplicación de *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu*, *shitsuke*, *shikari*, *shitsukoku*, *seishoo* y *seido* las cuales se describen a continuación.

- *Seiri* (organización)

Consiste en clasificar, separar y retirar cualquier artículo u objeto que no aporte valor a la realización de las actividades cotidianas en el ambiente de trabajo.

- *Seiton* (orden)

No es más que asignar un sitio para cada cosa y que cada cosa se mantenga en ese sitio asignado, con el fin de poder ubicarlo de forma ágil.

- *Seiso* (limpieza)

Mantener limpia el área de trabajo y los materiales necesarios. No se trata de ensuciar y limpiar, sino de no ensuciar.

Pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y la conservación de la clasificación y el orden de los elementos.

- *Seiketsu* (control visual)

No se trata más que de mantener siempre un control visual para asegurar que se está cumpliendo con lo planteado en la metodología.

- *Shitsuke* (disciplina y hábito)

Representa el hacer del orden y la limpieza un hábito para lo cual se requiere disciplina diaria.

- *Shikari* (constancia)

Implica la capacidad de los colaboradores de mantenerse bajo el mismo precepto de disciplina y hábito en la aplicación diaria de la metodología.

- *Shitsukoku* (compromiso)



Puede relacionarse con la perseverancia para el logro de un objetivo.

- *Seishoo* (coordinación)

Busca que la metodología sea entendida por todos los involucrados en el ambiente de trabajo, con el fin de que se aplique en cada etapa de los procesos a los que se busca eficientar.

- *Seido* (estandarización)

Consiste en plasmar en documentos los requerimientos necesarios para la aplicación de la metodología, así como la disciplina y mejora continua en relación al orden y limpieza del entorno de trabajo.

Al implementar las 9's en el ambiente de trabajo de la planta purificadora se pueden obtener los siguientes beneficios:

- Reducir la posibilidad de errores
- Eliminar fuentes de desperdicio
- Mejorar seguridad e imagen
- Reducir o eliminar tiempos y movimientos de búsqueda innecesarios
- Eficientar los espacios de trabajo

#### **4.1.5. Reducción de costos**

Dada la determinación de los costos fijos y variables, es posible pensar en que dichos costos puedan reducirse de alguna manera sin que afecte el nivel de producción de la planta, por lo que se realizó una propuesta a la empresa la cual se evaluará de forma interna para determinar su factibilidad. Con la

aplicación de dicha recomendación se espera reducir los costos según se detalla a continuación.

#### **4.1.5.1. Fijos**

Dado que la operación necesita de estos costos para mantenerse, se pudo evidenciar que la figura del gerente de producción puede ser eliminada haciendo una reorganización del organigrama, cuyas tareas las puede asumir el coordinador de producción. La eliminación de este rubro no representa reducción en el costo de producción dado que no es mano de obra directa, pero si representa más ganancias para la empresa. Reduciendo el costo que representa este, se puede obtener una reducción de Q 4 014,69, tomando en cuenta todas las prestaciones en la producción de agua pura mensual y Q 5 972,04 en la producción de refrescos mensual. Lo cual representa una reducción del 6,23 % en la producción de agua pura y del 7,27 % en la producción de refrescos.

#### **4.1.5.2. Variables**

Dado que estos costos varían en función de la producción resulta complicado reducirlos. Una de las formas identificadas para la reducción de dichos costos, es con la implementación de metodologías que permitirán reducir el desperdicio de materia prima, como se mencionó en el capítulo anterior.

#### **4.1.5.3. Almacenaje**

Como se determinó en el inciso 3.2.3 el costo de almacenaje es intrínseco por los siguientes motivos:

- No se paga alquiler de terreno, por ser propio heredado, no está valuado el costo por metro cuadrado en la zona.
- Se trabaja producción *pull* y se intenta mantener el inventario a cero. Tanto de materia prima como de producto finalizado. Existe cierta cantidad de producto que si se mantiene en *stocks* necesarios para la producción (bolsas para fardo y bobina de los diferentes productos).
- Solo si es necesario se almacena producto en cajas de 49 cm de largo x 31,5 cm de ancho x 27 cm de alto. A cada caja le caben 60 unidades de agua pura y 120 unidades de refresco. Se estiban 5 cajas máximo.

#### **4.1.5.4. Producción**

La reducción del costo de producción está asociado también a la forma en que se maneja la misma, es decir, que los costos pueden reducirse a medida que se produzcan menos desperdicios.

##### **4.1.5.4.1. Agua purificada**

En la producción mensual de agua purificada que es de alrededor de 155 000 bolsas se desperdician alrededor de 20 000 bolsas debido al sello deficiente de la máquina, lo cual se corregirá con un plan de mantenimiento que se detallará en el capítulo 5. Eliminar este desperdicio es vital para reducir este costo oculto. El costo unitario por cada unidad de empaque primario es de Q 0,08 lo cual representa un costo aproximado mensual de Q 1 600,00 equivalente al 7,48 % del costo de producción.

##### **4.1.5.4.2. Refrescos**

En la producción mensual de agua purificada que es de alrededor de 220 000 bolsas se desperdician alrededor de 25 000 bolsas debido al sello deficiente de la máquina, lo cual se corregirá con un plan de mantenimiento que se detallará en el capítulo 5. Eliminar este desperdicio es vital para reducir este costo oculto. Al igual que las bolsas de agua pura, el costo unitario del empaque primario es de Q 0,08 lo cual representa un costo de Q 2 000,00 mensuales en la producción del líquido saborizado. Equivalente al 10,9 % del costo de producción.

#### **4.1.5.5. De distribución**

Los costos de distribución de momento se mantienen dada la criticidad que representa entregar el producto a los clientes en el tiempo establecido.

#### **4.1.5.6. Administrativos**

Como se mencionó en el inciso 4.1.5.1 y 4.1.5.2, se puede reducir los costos administrativos haciendo una reorganización en el organigrama.

#### **4.1.6. Inversión en accesorios y maquinaria**

Para aumentar la producción siempre es importante pensar en que se puede realizar una inversión en maquinaria que sea capaz de producir la cantidad de producto que se vaya requiriendo. Para ello resulta necesario realizar los análisis correspondientes para que la empresa decida cuando hacer o no la inversión. La empresa determinó que dada la demanda actual no consideran viable la inversión en una segunda máquina llenadora que les podría representar una sobreproducción que afectaría directamente todos los costos.

#### **4.1.7. Relación beneficio/costo**

Antes de realizar cualquier inversión, es necesario analizar las ganancias que se tendrán y los costos asociados a la inversión, esto con el fin de determinar una relación beneficio/costo. Aunque esta relación es más usada en proyectos públicos para medir si la inversión tuvo el efecto esperado.

#### **4.1.8. Diseño para la producción**

El diseño para la producción abarca diferentes ramas, para el presente informe de graduación el enfoque será únicamente en el empaque necesario para la preservación de los productos. Como se verá en los siguientes incisos.

##### **4.1.8.1. Empaque**

El empaque siempre será un factor importante para proteger adecuadamente los productos, en este caso líquidos. Puede también proteger otro tipo de productos en otras industrias. Resulta necesario contar con un empaque adecuado de manera que sea resistente a las condiciones normales a las que se somete el producto, antes de llegar a su consumidor final, la adecuada selección del empaque resulta en la minimización de costos por rechazo o por daños antes de ser entregados a los consumidores.

En el caso del agua purificada y los refrescos en bolsa, el empaque es la bolsa de 400 ml, por lo que habría que investigar si la cantidad de rechazo tiene un porcentaje alto, una de las posibles soluciones sería una bolsa de empaque de mayor grosor, pero representa una mayor inversión en el material de empaque, que para la empresa no lo ve como una opción en estos momentos.

Figura 31. **Empaque primario de agua pura**



Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Empaque primario de refrescos**



Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.8.2. Embalaje**

El embalaje es la protección final que tendrá el producto, regularmente se suele fabricar con materiales resistentes que soporten la fatiga y desgaste por golpes y ralladuras. En este caso para embalar los productos se utiliza una caja como la que se muestra en la figura 33.

Figura 33. **Caja plástica para embalaje**



Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.9. Implementación de manuales**

A continuación, se presentan las propuestas de los manuales que la empresa decidirá poner en marcha.

#### 4.1.9.1. Manual de reglamento y normas laborales

Este manual tiene como finalidad especificar las actividades que asegurarán cumplir con las condiciones en la operación.

Tabla XIX. Formato propuesto reglamento y normas laborales

PROCEDIMIENTO Reglamento y normas laborales		Fecha: junio 2019	
		Versión 1	Página 1 de 1
No.	ACTIVIDAD (qué)	RESPONSABLE (quien)	ACTIVIDAD ESPECIFICA (como)
1	Reclutamiento y selección del personal	Gerente general planta de agua purificada	Entrevistar y elegir
2	Evaluación del personal	Gerente general y secretaría. planta de agua purificada	Pasar evaluaciones a los dos meses de contratados.
3	Autorizar permisos	Gerente general planta de agua purificada	Firmar autorizaciones
4	Pago al personal	Contador planta de agua purificada	Proporcionar pagos

Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa Productos de la casa del bosque S.A.

#### 4.1.9.2. Manual de procedimientos operacionales

Este manual tiene como finalidad especificar las actividades y el responsable de realizarlas en cada una de las etapas del proceso, asegurando la correcta realización de las mismas.



**Tabla XX. Procedimiento operacional para agua purificada**

	PROCEDIMIENTO Producción de agua purificada	Fecha: junio 2019	
		Versión 1	Página 1 de 1
No.	ACTIVIDAD (qué)	RESPONSABLE (quien)	ACTIVIDAD ESPECIFICA (como)
1	Verificar si hay agua en el tanque (tinaco)	Operador planta de agua purificada	Revisar visualmente
2	Encender bomba de agua para llenar tanque	Operador planta de agua purificada	Seleccionar la perilla de encendido
3	Encender válvula de inicio de filtrado	Operador planta de agua purificada	Seleccionar la perilla de encendido
4	Filtrado por sedimento (retener partículas físicas)	Operador planta de agua purificada	Abrir la llave
5	Filtrado por carbón activado (elimina olores y sabores)	Operador planta de agua purificada	Abrir la llave
6	Filtrado por resina (elimina minerales)	Operador planta de agua purificada	Abrir la perilla
7	Filtrado pulidor (eliminar partículas diminutas)	Operador planta de agua purificada	Abrir la perilla
8	Filtrado por lámpara UV (se inspecciona su correcto funcionamiento mediante luz indicadora)	Operador planta de agua purificada	Encienda la lámpara ultra violeta.
9	Llenado	Operador planta de agua purificada	Llenar bolsas
10	Empaquetado	Operador planta de agua purificada	Sellar bolsas, colocar en cajas
11	Transporte a bodega	Operador planta de agua purificada	Transportar
12	Almacenaje	Operador bodega	Colocar cajas en Bodega

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XXI. Procedimiento operacional para refrescos**

No.	PROCEDIMIENTO Producción de refrescos	Fecha: junio 2019	
		Versión 1	Página 1 de 1
No.	ACTIVIDAD (qué)	RESPONSABLE (quien)	ACTIVIDAD ESPECIFICA (como)
1	Verificar si hay agua en el tanque (tinaco)	Operador planta refrescos	Revisar visualmente
2	Encender bomba de agua para llenar tanque	Operador planta refrescos	Seleccionar la perilla de encendido
3	Encender válvula de inicio de filtrado	Operador planta refrescos	Seleccionar la perilla de encendido
4	Filtrado por sedimento (retener partículas físicas)	Operador planta refrescos	Abrir la llave
5	Filtrado por carbón activado (elimina olores y sabores)	Operador planta refrescos	Abrir la llave
6	Filtrado por resina (elimina minerales)	Operador planta refrescos	Abrir la perilla
7	Filtrado pulidor (eliminar partículas diminutas)	Operador planta refrescos	Abrir la perilla
8	Filtrado por lámpara UV (inspección de su correcto funcionamiento)	Operador planta refrescos	Encienda la lámpara ultra violeta.
9	Llenado de tanque mezclador 400ml	Operador planta refrescos	Llenar bolsas
10	Encender motor agitador	Operador planta refrescos	Dar vuelta a perilla
11	Preparar materia prima para preparar refrescos	Operador planta refrescos	Reunir materia prima
12	Agregar materia prima a tanque mezclador	Operador planta refrescos	Verter a tanque mezclador
13	Vaciar preservantes, colorantes y saborizantes	Operador planta refrescos	Verter colorantes preservantes
14	Empaquetado	Operador planta refrescos	Sellar bolsas, colocar en cajas
15	Transporte a bodega	Operador planta refrescos	Transportar
16	Almacenaje	Operador planta refrescos	Colocar cajas en bodega

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.10. Programa de seguridad e higiene industrial**

El artículo 10 del acuerdo gubernativo 229-2014 y sus reformas 33-2016 establece que es necesario crear un comité bipartito de salud y seguridad ocupacional que deberán velar por el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el acuerdo en mención. Dado que la empresa PROCABOSA cuenta con menos de 10 colaboradores, el mismo artículo 10 permite simplemente nombrar a un colaborador activo en la empresa que fungirá el rol de monitor de salud y seguridad ocupacional, quien tendrá a su cargo la gestión de prevención de riesgos laborales. La empresa designó al coordinador de producción para desempeñar ese rol.

El artículo 302 del acuerdo en mención establece la empresa, por contar con menos de 10 trabajadores, deberá contar con un plan de prevención de riesgos laborales autorizado por el Departamento de Salud y Seguridad Ocupacional del Ministerio de Trabajo y Previsión Social, o la Sección de Seguridad e Higiene del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

Dado lo anterior se propuso la evaluación de la implementación de un plan de prevención de riesgos laborales que se podrá realizar por etapas de la siguiente manera:

- Etapa 1. Diagnóstico situacional
  - Recopilación de información general
  - Inspección de las instalaciones
  - Análisis de la información
  - Integración del diagnóstico
- Etapa 2. Elaboración del plan de prevención de riesgos laborales
  - Priorización de problemas detectados

- Formulación de objetivos puntuales
- Elaboración de políticas y reglamentos
- Planificación de objetivos
- Elaboración de controles
  
- Etapa 3. Diseño de condiciones para aplicar el plan
  - Aplicación del acuerdo gubernativo a través del programa de inspecciones.
  - Elaboración de manuales y procedimientos.
  
- Etapa 4. Ejecución del plan
  - Presentación mensual al dueño de la planta.
  - Capacitación constante en materia de salud y seguridad ocupacional para todos los trabajadores de la planta.

#### **4.1.10.1. Capacitación**

La capacitación forma parte integral de la motivación del personal hacia la realización de sus actividades. El artículo 5 del acuerdo gubernativo 229-2014 y sus reformas 33-2016 hace énfasis en la obligación del patrono de promover la capacitación de su personal en relación a la salud y seguridad ocupacional en el trabajo, además de mantenerlos informados, motivados, y actualizados hace que el desempeño de sus actividades se mantenga encaminadas hacia el cumplimiento de sus responsabilidades.

Debido a que los equipos que la Planta utiliza son pocos y de fácil manejo únicamente se dio una capacitación cuando se adquirieron los equipos.

Los equipos de trabajo mencionados en esta capacitación son los siguientes:

- Tanque de resina
- Tanque de arena sílice
- Tanque de carbón activado
- Lámpara de luz UV
- Lámpara de ozono
- Filtro pulidor
- Filtro suavizador

Debido a que los equipos que se utilizan en la planta no cuentan actualmente con un programa de mantenimiento, estos funcionan con un tiempo de vida útil dependiendo del tipo. Si algún equipo se daña o requiere de revisión antes del tiempo estimado de mantenimiento, se llama a la empresa encargada y ellos realizan la acción necesaria según sea el caso. Capacitación para el uso de indumentaria para que el personal pueda conocer y manejar de una manera adecuada la indumentaria, se realizará una charla dentro de las instalaciones de la planta de agua purificada con la finalidad de darles a conocer el tipo de indumentaria que se necesita utilizar, para llevar a cabo el proceso de producción de agua purificada y el correcto uso de la misma.

La indumentaria necesaria dentro de la planta es la siguiente:

- Uniforme
- Redecillas
- Guantes
- Botas de hule
- Mascarillas

La empresa le proporciona al personal la indumentaria necesaria para la realización de sus actividades.

Se recomienda a la empresa capacitar a su personal en relación al cumplimiento del acuerdo 229-2014 y sus reformas 33-2016 en los artículos que aplique.

#### **4.1.10.1.1. Importancia de la seguridad industrial**

La seguridad industrial es un tema que ha tomado relevancia durante las últimas décadas, su principal función es evitar, y, en todo caso, minimizar por medio de medidas preventivas la probabilidad de ocurrencia de accidentes que puedan afectar a los empleados de manera física y psicológicamente en un ambiente de trabajo. En Guatemala, los patrones están obligados a cumplir con el Acuerdo 229-2014 y sus reformas 33-2016. El cumplimiento de este acuerdo representa una gran importancia a cualquier empresa, principalmente debido a la parte humana, dado que la vida de los empleados puede estar en riesgo si no se cumplen con los lineamientos descritos en el mismo, pero por otro lado también representa un riesgo monetario para la empresa si en caso llega a ocurrir algún accidente. Los costos por averías en maquinaria, pago de deducibles de seguro, indemnizaciones y sanciones que se establecen en los artículos 271 y 272 del Código de Trabajo.

#### **4.1.10.1.2. Importancia de la higiene industrial**

Dado que la empresa se dedica a la producción de alimentos, la inocuidad en la misma representa un factor severamente crítico, es necesario cumplir

también con el Acuerdo 229-2014 y sus reformas 33-2016 en los artículos que la empresa aplique. Además de esto es necesario cumplir con buenas prácticas de manufactura que garanticen la inocuidad de los alimentos que allí se producen. Estas buenas prácticas de manufactura son evaluadas por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de la República de Guatemala a través de la emisión de un registro sanitario, con el cual ya cuenta la empresa para cada producto.

Dado los dos incisos anteriores la seguridad e higiene industrial puede abarcar tres aspectos importantes:

- Humano: prevenir heridas, lesiones y muertes de los involucrados en la planta.
- Costos: evitar el incremento en los costos imprevistos.
- Inocuidad: garantizar alimentos de buena calidad libres de agentes microbiológicos que puedan poner en riesgo la salud de los consumidores.

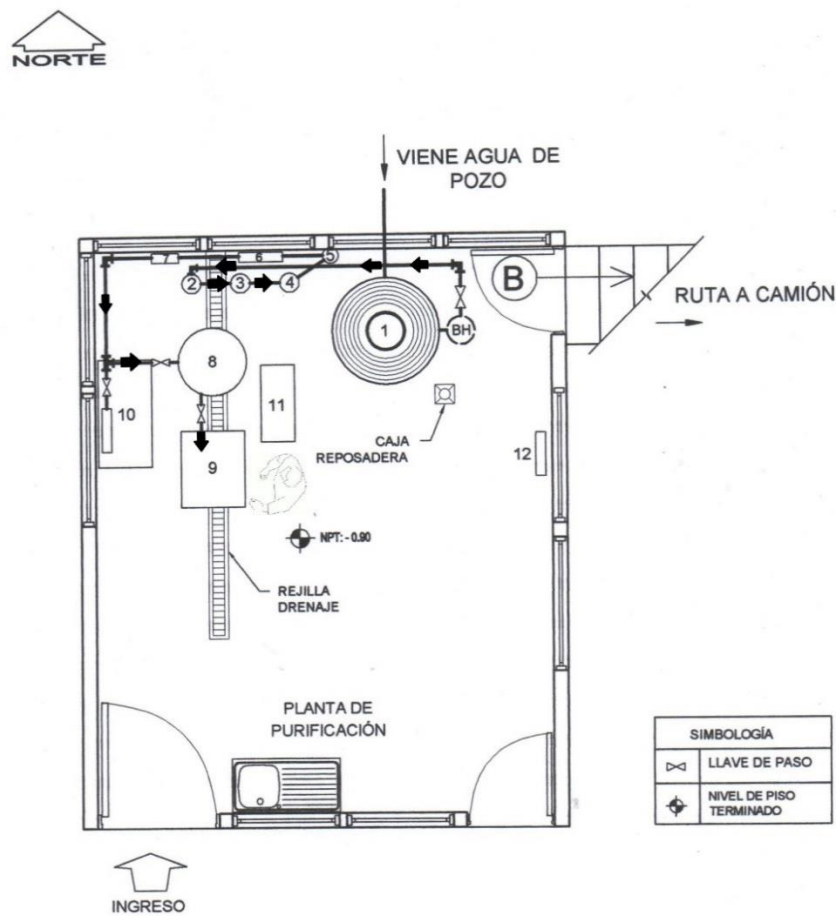
#### **4.1.11. Manejo de materiales**

Los Materiales a Manejar con más frecuencia son los de empaque por lo que se requiere enfatizar en el manejo limpio de dicho material utilizando la metodología de las 9's, y el cumplimiento de las disposiciones del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, requiere para el mantenimiento del registro sanitario de la empresa.

#### 4.1.12. Distribución de la planta

El plano mostrado en la figura 34 nos muestra la distribución real de la planta de producción de la empresa Productos de la Casa del Bosque S.A.

Figura 34. Plano de distribución



1-TANQUE ROTOPLAST DE 1200 L	7-LAMPARA GENERADORA DE OZONO
2-FILTRO DE SEDIMENTO	8-TANQUE MEZCLADOR
3-FILTRO DE CARBÓN	9-EMBOLSADORA
4-FILTRO SUAVIZADOR	10- MESA DE LLENADO+ OZONO
5-FILTRO PULIDOR	11-MESA DE LABADO (GARRAFONES)
6-LUZ ULTRAVIOLETA	12-TRAMPA PARA INSECTOS

Fuente: plano arquitectónico, elaborado por Procabosa.



### **4.1.13. Condiciones de trabajo**

Mantener un correcto ambiente con las condiciones adecuadas tanto físicas como conductuales son esenciales en el desempeño de las actividades que se realizan en la planta, en los capítulos anteriores se habló de algunas condiciones que pueden favorecer a la seguridad industrial, como la aplicación de las 9's y el cumplimiento de la legislación vigente en Guatemala en ese sentido. A continuación, se ampliará el aspecto de la ergonomía como una condición más en el área de trabajo que resulta importante también, para la salud física del colaborador.

#### **4.1.13.1. Ergonomía**

La ergonomía no es más que la fácil e intuitiva aplicación de la lógica y del sentido común y deberá estar alineada al producto y a los involucrados en el proceso de producción de este. En otras palabras, se puede afirmar que a la relación que existe entre las personas y las condiciones bajo las cuales realiza su trabajo se le llama ergonomía.<sup>12</sup>

La ergonomía auxilia a la seguridad industrial y ocupacional a través de la evitación de situaciones que puedan poner en riesgo la salud de los trabajadores y puede realizarse por medio del establecimiento de manuales, procedimientos y reglas de operación.

La ergonomía abarca aspectos como:

- Correcta ubicación de herramientas
- Iluminación y medio ambiente

---

<sup>12</sup> GARCIA, Roberto. *Estudio del trabajo*. P.170

- Control de ruido
- Control de temperatura
- Tipos de estaciones de trabajo
- Proporciones y medidas del cuerpo humano
- Evitar posiciones fijas durante más de una hora
- Evitar levantar cargas pesadas sin soporte lumbar

La ergonomía, además, puede facilitar la supervisión de los trabajos en la planta.

#### **4.1.14. Control de calidad**

El control de calidad de los productos se realiza por cada lote de 400 litros que se producen, es decir cada 1 000 bolsas producidas, este control es visual para confirmar que no haya bolsas selladas deficientemente o con fugas. Adicionalmente se realizan análisis fisicoquímicos como se mencionó en el inciso 2.5.8.1.

## **5. SEGUIMIENTO**

### **5.1. Resultados**

En este capítulo se evaluarán teóricamente los resultados que se esperan obtener con la implementación de la propuesta descrita en el capítulo 4.

#### **5.1.1. Análisis**

Dentro de la planta de agua purificada se ha establecido que el procedimiento si se lleva de forma adecuada con los estándares de higiene establecidos, se provee un buen desenvolvimiento en el área de desarrollo, aunque siempre es posible poder mejorar aspectos de orden y limpieza apegados a las normas sanitarias que se deben cumplir por ley y evaluando la implementación de la metodología 9's, y los mantenimientos programados para el correcto funcionamiento de la maquinaria. Se pudo observar un costo de producción que puede reducirse tomando decisiones en cuanto al personal necesario para la producción de la planta.

#### **5.1.2. Interpretación**

El proceso debe de ser llevado con higiene sin embargo el proceso no tiene mucha manipulación de elementos por lo que se debe continuar como anteriormente se ha especificado, siempre y cuando no se aumente la cantidad de unidades a producir, esto implicaría mayor control en la manipulación de los elementos.

### **5.1.3. Comparación**

En el ámbito del mercadeo existen diversas herramientas que permiten realizar comparaciones con otros competidores con el fin de mejorar las prácticas de mercado o bien de producción, una de estas herramientas es el *benchmarking*, que consiste en comparar nuestro desempeño contra el de nuestros competidores a través de diversos indicadores de medición continuo y sistemático.

### **5.1.4. Ventajas**

Compararse con los competidores puede tener diversas ventajas, entre las que se pueden mencionar:

- Conocer de mejor manera a los competidores
- Observar el comportamiento de la competencia
- Mejorar los conocimientos respecto al producto ofertado
- Evaluar los objetivos y actualizarlos o plantear nuevos
- Identificar puntos de mejora en la producción

### **5.1.5. Beneficios**

Al aplicar las ventajas que conllevan las herramientas explicadas a lo largo de esta investigación, la empresa podrá analizar los beneficios que estas representan, y servirá a lo largo del periodo de vida de la empresa en la toma de decisiones que ayuden a generar las utilidades esperadas.

## 5.2. Mantenimiento

A continuación, se presentará algunos extractos de manuales especializados en mantenimiento, y la empresa podrá decidir su implementación.

### 5.2.1. Programa de mantenimiento preventivo

El objetivo principal de las empresas es ahorrar dinero, reducir costos y obtener el máximo provecho y productividad de sus recursos. Es por ese motivo que el mantenimiento de su maquinaria juega un papel sumamente importante.

En la medida en la que las empresas realizan un plan de mantenimiento preventivo, también conocido como mantenimiento industrial, se reducen las averías imprevistas, y toda la empresa se ve beneficiada, ya que nos podemos anticipar a los problemas en un porcentaje alto. Hoy en día es casi obligatorio tener una atención especial a la gestión de activos. Las inversiones en recursos son muy significativas, y el mal funcionamiento o inoperancia de los mismos deriva en pérdidas económicas que pueden llegar a ser muy críticas.

Las averías son caras porque producen:

- Costes de reparación que incluyen gastos en materiales, gastos de personal, gastos en servicios subcontratados.
- Daños en las máquinas o instalaciones, que en algunos casos supone el acortamiento de su vida útil.
- Pérdidas de producción, ya que, por un lado, se pierde la cantidad de producto que se ha obtenido con taras consecuencia de un mal funcionamiento, y por otro, el trastorno de la planificación al retrasarse las entregas. Pero lo más importante, el mal servicio si la situación afecta a los clientes.
- Riesgos para las personas. En algunas ocasiones, existen averías que pueden provocar accidentes muy graves.  
Realizar un plan de mantenimiento industrial ayuda a reducir todos estos costes, al reducir las paradas de máquina y la subactividad de producción. Además, se ven reducidas también el número de intervenciones, las horas empleadas y los costes de mantenimiento correctivo que se provocan a posteriori para solucionar las averías.
- ¿Cuáles son los objetivos a conseguir con un plan de mantenimiento preventivo?

- Minimizar al máximo las acciones correctivas. Intervenir con el mantenimiento antes de que se produzca la avería, pudiendo planificar las tareas y recursos necesarios.
- Reducir los gastos por mantenimiento y reparaciones.
- Aumentar la disponibilidad de la maquinaria, aumentando así su capacidad productiva y obteniendo mayor rentabilidad.
- Alargar la vida útil de los equipos, para que puedan seguir funcionando perfectamente el mayor tiempo posible sin necesidad de ser sustituidos por otros nuevos.
- Aumentar la productividad de la maquinaria y el operador, evitando así los tiempos muertos.
- Evitar la pérdida de materia prima que quede inutilizable por mal procesados en la cadena de fabricación.
- Reducir los riesgos de accidentalidad laboral por rotura de componentes.

La implantación del módulo de mantenimiento industrial de un ERP es la solución a todas estas necesidades, porque:

- Proporciona un control de las acciones de mantenimiento en cada equipo.
- Gestiona eficientemente los recambios para asegurar su disponibilidad
- Automatiza los planes preventivos para aumentar su eficiencia.<sup>13</sup>

Los pasos para el programa de mantenimiento preventivo se describen a continuación:

- PASO 1: Determinar metas y objetivos

El primer paso a realizar cuando se crea un plan de mantenimiento preventivo es determinar exactamente qué se quiere obtener del mismo.

Los principales objetivos a conseguir en todo plan son minimizar en número y tiempo los paros en la producción, y reducir los costes de mantenimiento. Todo esto se consigue gracias a una correcta planificación y coordinación los trabajos.

Pero hay que ser más concreto y tener unas metas más específicas y alcanzables, como pueden ser, por ejemplo:

- Incrementar la disponibilidad de los equipos en un 60 %
- Reducir los fallos en un 70 %
- Mejorar la utilización de la Mano de Obra en un 30 % entre otros.

- PASO 2: Establecer un presupuesto

Establecer un presupuesto para realizar el mantenimiento preventivo de los activos de la empresa se realiza teniendo en cuenta la frecuencia recomendada por el fabricante, costes de mantenimientos, fechas de revisión, entre otros. Expertos en

---

<sup>13</sup> DATADEC. *10 Pasos preventivos para crear un plan de mantenimiento preventivo*  
<https://www.datadec.es/blog/pasos-plan-mantenimiento-preventivo>.

mecánica aseguran que la fórmula correcta para invertir el presupuesto de mantenimiento es: 80 % en preventivo y solo el 20 % restante en corrección de averías.

- PASO 3: Maquinaria y equipo a incluir:

Realizar un inventario de los equipos existentes. Es importante tener una ficha detallada en el ERP por cada uno de los equipos/máquinas que puedan ser objeto de mantenimiento. Asociados a cada equipo se tendrán los repuestos y consumibles que comúnmente se emplean en sus intervenciones, así como cualquier documento relevante. La Gestión Documental del ERP tiene aquí un papel importante, permitiendo que la ficha de cada máquina tenga documentación acerca de la normativa ISO, las homologaciones, la normativa de seguridad, el manual de instrucciones, etc. Los repuestos y accesorios, así como los consumibles y las herramientas también se dan de alta en el ERP, agrupándolos en distintos grupos dependiendo de la funcionalidad que tengan dentro del mantenimiento.

- PASO 4: Revisar los mantenimientos previos realizados

Si se ha realizado algún mantenimiento sobre los equipos, es importante revisarlos antes de empezar a planificar, ya que nos ayudará saber qué sistemas, equipos, responsables y repuestos se han utilizado, y por supuesto, en qué fecha se hicieron. En caso de no haber hecho nunca ningún mantenimiento previo, se debe partir de cero.

- PASO 5: Consultar los manuales de los equipos

Es necesario conocer las especificaciones y recomendaciones de los fabricantes, así como los plazos de garantía.

En los manuales encontramos la información que tenemos que introducir en el ERP, como la fecha límite de revisión, el tiempo de vida útil esperado, las recomendaciones de tipos de aceites o lubricantes a emplear, y por supuesto, las medidas de seguridad.

- PASO 6: Obligaciones legales

Es importante conocer las obligaciones legales en Guatemala referentes al mantenimiento.

- PASO 7: Designar a los responsables

En el ERP debe mantenerse el fichero maestro de todos los operarios que participan en el plan de mantenimiento. Los técnicos se pueden clasificar en base a grupos y especialidades, teniendo así técnicos concretos que podrán realizar distintas intervenciones dependiendo de que pertenezcan a un grupo o especialidad. Cada técnico, dependiendo de su clasificación y categoría, tendrá un coste por hora (horas normales y horas extra), coste por desplazamiento, etc. Al imputarse las horas de trabajo de cada operario en los partes de trabajo (o bonos

de producción), se imputa el coste de mano de obra según las horas empleadas y la tarifa de ese empleado, teniendo así el coste de cada intervención.

- PASO 8: Escoger el tipo de mantenimiento a realizar y planificarlo

En este punto deben definirse las intervenciones en base a periodos de tiempo fijo establecido a priori o bien en base a métricas. Si es en base a periodos de tiempo, a partir de estos parámetros de tiempo se crean conjuntos de intervenciones en el tiempo que serán lanzadas y ejecutadas cuando llegue su momento.

Si es en base a métricas e indicadores, la frecuencia de las intervenciones se programa en base a esas métricas. Por ejemplo, la métrica “horas funcionamiento máquinas” puede venir dada por la comunicación con un software que de forma diaria proporcione los valores de las horas acumuladas de funcionamiento de cada máquina. Otro ejemplo puede ser la métrica de “kilómetros recorridos”, que reporte una vez a la semana los kilómetros recorridos por la flota de camiones, y esta puede ser indicada de forma manual. Una opción también sería el control de indicadores de desviación que nos marcarán cuando actuar correctivamente, por ejemplo, en máquinas que requieran de calibrado.

A la hora de planificar el mantenimiento preventivo, hay que tener en cuenta:

- La frecuencia de la realización de los trabajos,
- Si los trabajos se realizan con máquina en marcha o parada,
- La posibilidad de realizar rutas de inspección para observar el correcto funcionamiento de la maquinaria y anticiparse así a posibles anomalías,
- Analizar los recursos necesarios y la duración de los trabajos.

- PASO 9: Ejecutar las tareas del plan

Es el momento de realizar las intervenciones que se han definido en el punto anterior. Estas intervenciones suelen tener asociadas alertas que saltan un tiempo antes de que se tengan que ejecutar para ir avisando y por supuesto en el momento que se necesite realizar la acción. Las intervenciones se ven reflejadas en partes de trabajo o bonos que los operarios realizan contra las intervenciones que se han planificado.

- PASO 10: Revisión del Plan. Análisis e información.

Un plan de mantenimiento preventivo ha de ser un programa activo, ha de ser revisado constantemente y se ha de ajustar tras revisar la información que nos den los informes. En esta fase es donde juegan un papel fundamental las herramientas de *Business Intelligence* que nos dan una visión clara de cómo ha sido la ejecución del plan y dónde se deben realizar los ajustes necesarios.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup>DATADDEC. *10 Pasos preventivos para crear un plan de mantenimiento preventivo*  
<https://www.datadec.es/blog/pasos-plan-mantenimiento-preventivo>.



## 5.2.2. Programa de mantenimiento correctivo

Como mantenimiento correctivo se denomina aquel que se realiza con la finalidad de reparar fallos o defectos que se presenten en equipos y maquinarias. Como tal, es la forma más básica de brindar mantenimiento, pues supone simplemente reparar aquello que se ha descompuesto. En este sentido, el mantenimiento correctivo es un proceso que consiste básicamente en localizar y corregir las averías o desperfectos que estén impidiendo que la máquina realice su función de manera normal. Dada la simplicidad de las máquinas antiguas y la ausencia de una cultura de consumo, como la actual, el mantenimiento correctivo era la forma más usual de enfrentar las fallas de la maquinaria hasta el siglo XX.

- Tipos de mantenimiento

Como tal, hoy en día se distingue entre dos tipos de mantenimiento correctivo: el mantenimiento correctivo contingente y el mantenimiento correctivo programado.

- Mantenimiento correctivo contingente

El mantenimiento correctivo contingente o no planificado es aquel que se realiza de manera forzosa e imprevista, cuando ocurre un fallo, y que impone la necesidad de reparar el equipo antes de poder continuar haciendo uso de él. En este sentido, el mantenimiento correctivo contingente implica que la reparación se lleve a cabo con la mayor rapidez para evitar daños materiales y humanos, así como pérdidas económicas.

- Mantenimiento correctivo programado

El mantenimiento correctivo programado o planificado es aquel que tiene como objetivo anticiparse a los posibles fallos o desperfectos que pueda presentar un equipo de un momento a otro. En este sentido, trata de prever, con base en experiencias previas, los momentos en que un equipo debe ser sometido a un proceso de mantenimiento para identificar piezas gastadas o posibles averías. De allí que sea un tipo de mantenimiento que procede haciendo una revisión general que diagnostica el estado de la maquinaria. Asimismo, este tipo de mantenimiento permite fijar con anterioridad el momento en que se va a realizar la revisión, de modo puedan aprovecharse horas de inactividad o de poca actividad.

- Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo

La ventaja principal del mantenimiento correctivo es que permite alargar la vida útil de los equipos y maquinarias por medio de la reparación de piezas y la corrección de fallas. En este sentido, libra a la empresa de la necesidad de comprar un nuevo equipo cada vez que uno se avería, lo cual elevaría los costos. Además, otra de las ventajas de realizar mantenimiento correctivo es la posibilidad de programarlo con antelación a cualquier desperfecto, de modo que se puedan prevenir accidentes y evitar menguas en la producción.

Las desventajas del mantenimiento correctivo están relacionadas con la imposibilidad, en muchas ocasiones, de predecir un fallo, lo cual obliga a una detención obligatoria de la producción mientras se detecta el problema, se

consigue el repuesto y se resuelve el desperfecto. En este sentido, los costos y los tiempos de la reparación, cuando ocurre un fallo imprevisto, son siempre una incógnita.<sup>15</sup>

### **5.2.3. Programa de mantenimiento predictivo**

“El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.”<sup>16</sup>

### **5.2.4. Programa de mantenimiento reactivo**

El Mantenimiento Reactivo es el tipo de mantenimiento en el que las acciones se toman tras una falla en el o los equipos, para corregir esa falla o avería, volviendo a dejar el equipo productivo. Más popular y habitualmente se le denomina Mantenimiento Correctivo.

Debido a los problemas que puede causar en Ítems, máquinas, equipos, instalaciones, entre otros. al parar la actividad o producción de forma reiterada y durante periodos impredecibles, no es nada recomendable usarlo como estrategia de Mantenimiento en equipos o elementos Críticos e indispensables de la empresa o instalación.

- Ventajas mantenimiento reactivo - correctivo
  - Nula inversión en tiempo, programación, entre otros.
  - Rentable para equipos poco significativos en cuanto a producción, costes, entre otros.

---

<sup>15</sup> Significados. *Mantenimiento correctivo*. <https://www.significados.com/mantenimiento-correctivo/>.

<sup>16</sup> EcuRed. *Mantenimiento predictivo* [http://www.ecured.cu/Mantenimiento\\_predictivo](http://www.ecured.cu/Mantenimiento_predictivo).

- Inconvenientes mantenimiento reactivo - correctivo
  - Riesgo de paradas de producción de importancia y de plazos impredecibles.
  - Posibilidad de daños irreparables en equipos o elementos caros.
  - Costes de compra, transporte urgente de repuestos o elementos sustitutivos.
  - Imposibilidad de optimización de plantilla para Dpto. de Mantenimiento.
  - Aumento del riesgo y gravedad de accidentes laborales.<sup>17</sup>

### **5.2.5. Programa de mantenimiento proactivo**

Enfocado en la identificación y corrección de las causas que originan las fallas en equipos, componentes e instalaciones industriales, esta técnica implementa soluciones que atacan la causa de los problemas no los efectos. Entre los beneficios, se pueden encontrar:

- Solución a causas de falla recurrentes
- Incremento del tiempo medio entre fallas

### **5.3. Inspecciones**

Una inspección no es más que la acción de observar, examinar o analizar un lugar, cosa o en este caso una actividad. A continuación, se explicará un programa de inspección pensado para la empresa con el fin de cumplir con los acuerdos legales vigentes.

---

<sup>17</sup> REPETTO, Jorge. *Mantenimiento reactivo* <https://mantenimiento.win/.mantenimiento-reactivo/>.

### **5.3.1. Programa de inspecciones**

Un programa de inspecciones se entiende como una lista de actividades que busca generar en los colaboradores de la empresa la necesidad de realizar revisiones de infraestructura, maquinaria y seguridad industrial de forma ordenada y realizarlo periódicamente con el fin de mantener las condiciones adecuadas, que garanticen la minimización de accidentes laborales, y el correcto funcionamiento de la maquinaria y equipo.

Un programa de inspecciones es de aplicación sencilla donde basta con definir y listar las actividades que se inspeccionarán y asignarles una periodicidad de realización, para la empresa PROCABOSA se establecieron dos programas de inspecciones, el primero busca realizar semanalmente en busca de posibles riesgos que puedan afectar el correcto funcionamiento de la maquinaria y equipo, el segundo busca el cumplimiento de los programas de mantenimiento, y la correcta utilización de los insumos de seguridad industrial, con el fin de cumplir con el acuerdo gubernativo 229-2014 y sus reformas 33-2016 en los artículos que aplique. Para ello se elaboraron formatos donde se verificará el listado de actividades determinado y se analizará el cumplimiento de cada artículo aplicable del acuerdo gubernativo en mención, y se documentará el método mediante el cual están cubriendo cada obligación. Esta inspección deberá ser realizada trimestralmente por el monitor de seguridad asignado por la empresa.

## CONCLUSIONES

1. Con la aplicación de los instructivos, metodología 9's, procedimientos y cambios, propuestos se pretende eliminar los desperdicios generados en la producción, que generará un impacto positivo en los costos imprevistos por desperdicios de materia prima. El simple hecho de eliminar costos innecesarios en el proceso de producción representa la maximización del margen de utilidad para la empresa, y dadas las condiciones actuales de la capacidad de inversión, se determinó que con una reorganización y con la implementación de lo propuesto se espera una reducción en los costos totales de la organización del 6,23 % para la producción de agua pura y 7,27 % en la producción de refrescos.
2. En el análisis económico se pudieron determinar y asignar los costos fijos y variables de la empresa, así como los gastos de fabricación, con el fin de determinar los costos asociados a la producción actual, tanto para la producción de agua pura como para la producción de refrescos en bolsa.
3. Uno de los cambios propuestos es que la empresa realice la evaluación de invertir en una segunda máquina embolsadora, que aumentará la producción de sus productos.
4. El costo de producción actual es de Q 0,14 por cada bolsa de agua pura producida y de Q 0,38 por cada bolsa de refresco producida, con la implementación de una nueva máquina, cuya compra deberá evaluar el dueño de la planta y la aplicación de los métodos propuestos para la

reducción de desperdicios u aumento de la eficiencia de las máquinas a través del mantenimiento, se estima que el costo de producción se reduzca a medida que se produzcan más productos sin desperdicios. Según se determinó, con la eliminación de los desperdicios se espera una reducción del 7,48 % en el costo de producción de agua pura y de 10,9 % en el costo de producción de refrescos.

5. Se realizó un estudio de tiempos para el proceso de producción de agua pura y para el proceso de producción de refrescos, el cual tiene como objetivo conocer el tiempo estándar del proceso. Con este último, la empresa puede tomar decisiones respecto a la inversión en nueva maquinaria, o la reestructuración del personal dedicado a la empresa.
6. Se determinó el índice de eficiencia real de la maquina embolsadora y se comparó con el índice de producción después de mantenimiento y con el índice de producción estimado por el fabricante. Dicha comparación dio como resultado la decisión de establecer la producción de 40 bolsas/minuto, como la línea base que determina la realización del mantenimiento proactivo con el fin de incrementar dicho índice de eficiencia y mantenerlo por encima de la línea base.
7. Se propuso la implementación de metodologías, programas de mantenimiento y programas de inspecciones que garanticen el funcionamiento de la maquinaria en su punto óptimo, reduciendo desperdicios innecesarios, y la inversión en una segunda máquina embolsadora, que garantizará el aumento de la producción con un menor costo asociado.

## RECOMENDACIONES

1. Crear un programa de implementación progresiva de las propuestas presentadas en este informe de graduación, con el fin de identificar puntos de mejora para una implementación más ágil. Las implementaciones eficaces de las propuestas impactarán positivamente en la reducción de los costos implicados a la mayor brevedad posible.
2. Dada la determinación de los costos totales asociados a la producción de agua pura y refrescos, se recomienda realizar una evaluación y revisión periódica de los mismos con el fin de obtener retroalimentación importante que aporte a la toma de decisiones, por parte de los socios propietarios de la organización.
3. Evaluar la inversión en una segunda máquina embolsadora, la cual a su vez aumentará la producción de las unidades de ambos productos. La inversión en una nueva máquina también representa la reducción en el costo de operación que repercute positivamente en el margen de utilidad para la empresa.
4. Conociendo el porcentaje de reducción en los costos y al tomarse la decisión de invertir en una nueva máquina, evaluar la implementación de un programa de reconocimientos y sanciones acorde al cumplimiento del ritmo de producción esperado sin desperdicios, con el fin de incrementar la motivación en los operarios y administrativos creando una producción más limpia que incremente dichos porcentajes.

5. Establecer una periodicidad de evaluación de tiempos al menos, 2 veces por año. Con el fin de mantener información relevante que agregue valor en las revisiones realizadas por la organización y que sea determinante en la toma de decisiones.
  
6. Al tomar la decisión de invertir en una nueva máquina embolsadora, se deberá tomar en cuenta el índice de producción mínimo ofrecido por el fabricante, esto con el fin de evaluar, entre otras opciones, la máquina cuya eficiencia en producción y en eficiencia en consumo de energía eléctrica que más convenga a la organización.
  
7. Será necesario evaluar la pronta implementación de las metodologías propuestas, siguiendo la programación de implementación mencionada. La pronta implementación del programa de inspecciones resulta necesaria debido a la criticidad que representa por tratarse de un acuerdo gubernativo, el cual cualquier patrono está obligado a cumplir, haciendo uso del formato propuesto se espera que la evaluación se realice de una forma más ágil.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BARDALES, Rosa. *Seguridad e higiene industrial en empresas purificadoras de agua, del Municipio de Zacapa*. Trabajo de graduación de Administración de Empresas. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Rafael Landívar. Guatemala: 2014. 189 p.
2. BARRANCO, Anuar. *Ingeniería de empaque para comercialización del té de ramón (Brosimum alicastrum Swartz)*. México: Instituto Tecnológico de la Zona Maya, 2015. 57 p.
3. DATADEC. *10 Pasos preventivos para crear un plan de mantenimiento preventivo*. [en línea]. <<https://www.datadec.es/blog/pasos-plan-mantenimiento-preventivo>>. [Consulta: octubre de 2019].
4. División de Compensación para Trabajadores. *La ergonomía para la industria en general*. Texas: Departamento de Seguros de Texas, 2017. 5 p.
5. EcuRed. *Mantenimiento predictivo*. [en línea]. <[http://www.ecured.cu/Mantenimiento\\_predictivo](http://www.ecured.cu/Mantenimiento_predictivo)>. [Consulta: octubre de 2019].
6. Instituto Nacional de Estadística. *XII Censo nacional de población y VII de vivienda*. [en línea].

<<http://redatam.censopoblacion.gt/bingtm/RpWebEngine.exe/PortaI?BASE=CPVGT2018&lang=esp>>. [Consulta: octubre de 2019].

7. Mantenimiento. *¿Que es el mantenimiento reactivo?* [en línea]. <<http://solomantenimiento.blogspot.com/2015/03/que-es-el-mantenimiento-reactivo.html>>. [Consulta: octubre de 2019].
8. NGRD. *Programa de inspecciones planeadas, sistema de planeación y gestión*. Colombia: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2015. 9 p.
9. NIEBEL, Benjamin. *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. Mexico: Alfaomega, 2004. 745 p.
10. PEREZ, Ingrid. *Estudio de factibilidad para la instalación de una planta embotelladora de agua purificada en el municipio de San José Pinula en el departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2005. 180 p.
11. REYNA, Marta. *Mejoramiento de los procesos de producción de la planta de agua purificada bajo la metodología 9'S*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2010. 237 p.
12. Significados. *Mantenimiento correctivo*. [en línea]. <<https://www.significados.com/mantenimiento-correctivo/>>. [Consulta: octubre de 2019].

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Costos asociados a la producción de agua purificada y refrescos

Costos fijos (Mensuales)				
Rubro	Asignación	Unitario	Cantidad	Total
	<b>Mano de obra</b>			
	Sueldo ordinario			
Mano de obra indirecta	Sueldo Mensual Gerente de Producción	Q2 760,00	1	Q2 760,00
Mano de obra indirecta	Sueldo Mensual Coordinador de Producción	Q1 900,00	1	Q1 900,00
Mano de obra indirecta	Sueldo Mensual Secretaria Administrativa	Q1 300,00	1	Q1 300,00
Mano de obra directa	Sueldo Mensual Operarios	Q1 096,95	2	Q2 193,90
Mano de obra directa	Sueldo Mensual Transportista	Q1 680,00	1	Q1 680,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q9 833,90</b>
	Cuotas patronales totales			
Mano de obra indirecta	IGSS Mano de obra indirecta (10.67%)	Q635,93	1	Q635,93
Mano de obra directa	IGSS Mano de obra directa (10.67%)	Q413,34	1	Q413,34
Mano de obra indirecta	IRTRA Mano de obra indirecta (1%)	Q59,60	1	Q59,60
Mano de obra directa	IRTRA Mano de obra directa (1%)	Q38,74	1	Q38,74
Mano de obra indirecta	INTECAP Mano de obra indirecta (1%)	Q59,60	1	Q59,60
Mano de obra directa	INTECAP Mano de obra directa (1%)	Q38,74	1	Q38,74
	<b>Subtotal</b>			<b>Q1 245,95</b>
	Prestaciones de ley			
Mano de obra indirecta	Bonificación incentivo Mano de obra indirecta	Q100,00	3	Q300,00
Mano de obra directa	Bonificación incentivo Mano de obra directa	Q100,00	3	Q300,00
Mano de obra indirecta	Indemnización total Mano de obra indirecta (8.33%)	Q496,67	1	Q496,67
Mano de obra directa	Indemnización total Mano de obra directa(8.33%)	Q322,82	1	Q322,82
Mano de obra indirecta	Bono 14 total Mano de obra indirecta(8.33%)	Q496,67	1	Q496,67
Mano de obra directa	Bono 14 total Mano de obra directa(8.33%)	Q322,82	1	Q322,82
Mano de obra indirecta	Aguinaldo total Mano de obra indirecta(8.33%)	Q496,67	1	Q496,67
Mano de obra directa	Aguinaldo total Mano de obra directa(8.33%)	Q322,82	1	Q322,82
Mano de obra indirecta	Vacaciones total Mano de obra indirecta(4.17%)	248,33	1	248,33
Mano de obra directa	Vacaciones total Mano de obra directa(4.17%)	Q161,41	1	Q161,41
	<b>Subtotal</b>			<b>Q3 468,22</b>
	<b>Servicios básicos</b>			
Gastos de fabricación	Internet	Q100,00	1	Q100,00
Gastos de fabricación	Seguridad	Q1 096,95	1	Q1 096,95
Gastos de fabricación	Extracción de basura	Q60,00	1	Q60,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q1 256,95</b>
<b>TOTAL</b>				<b>Q15 805,02</b>

Continuación del apéndice 1.

Costos fijos (Mensuales)				
Rubro	Asignación	Unitario	Cantidad	Total
	<b>Mano de obra</b>			
	Sueldo ordinario			
Mano de obra indirecta	Sueldo Mensual Gerente de Producción	Q4 140,00	1	Q4 140,00
Mano de obra indirecta	Sueldo Mensual Coordinador de Producción	Q2 850,00	1	Q2 850,00
Mano de obra indirecta	Sueldo Mensual Secretaria Administrativa	Q1 950,00	1	Q1 950,00
Mano de obra directa	Sueldo Mensual Operarios	Q1 645,42	2	Q3 290,84
Mano de obra directa	Sueldo Mensual Transportista	Q2 520,00	1	Q2 520,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q14 750,84</b>
	Cuotas patronales totales			
Mano de obra indirecta	IGSS Mano de obra indirecta (10.67%)	Q953,90	1	Q953,90
Mano de obra directa	IGSS Mano de obra directa (10.67%)	Q620,02	1	Q620,02
Mano de obra indirecta	IRTRA Mano de obra indirecta (1%)	Q89,40	1	Q89,40
Mano de obra directa	IRTRA Mano de obra directa (1%)	Q58,11	1	Q58,11
Mano de obra indirecta	INTECAP Mano de obra indirecta (1%)	Q89,40	1	Q89,40
Mano de obra directa	INTECAP Mano de obra directa (1%)	Q58,11	1	Q58,11
	<b>Subtotal</b>			<b>Q1 868,93</b>
	Prestaciones de ley			
Mano de obra indirecta	Bonificación incentivo Mano de obra indirecta	Q150,00	3	Q450,00
Mano de obra directa	Bonificación incentivo Mano de obra directa	Q150,00	3	Q450,00
Mano de obra indirecta	Indemnización total Mano de obra indirecta (8.33%)	Q745,00	1	Q745,00
Mano de obra directa	Indemnización total Mano de obra directa(8.33%)	Q484,24	1	Q484,24
Mano de obra indirecta	Bono 14 total Mano de obra indirecta(8.33%)	Q745,00	1	Q745,00
Mano de obra directa	Bono 14 total Mano de obra directa(8.33%)	Q484,24	1	Q484,24
Mano de obra indirecta	Aguinaldo total Mano de obra indirecta(8.33%)	Q745,00	1	Q745,00
Mano de obra directa	Aguinaldo total Mano de obra directa(8.33%)	Q484,24	1	Q484,24
Mano de obra indirecta	Vacaciones total Mano de obra indirecta(4.17%)	372,50	1	372,50
Mano de obra directa	Vacaciones total Mano de obra directa(4.17%)	Q242,12	1	Q242,12
	<b>Subtotal</b>			<b>Q5 202,33</b>
	<b>Servicios básicos</b>			
Gastos de fabricación	Internet	Q150,00	1	Q150,00
Gastos de fabricación	Seguridad	Q1 645,42	1	Q1 645,42
Gastos de fabricación	Extracción de basura	Q90,00	1	Q90,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q1 885,42</b>
	<b>TOTAL</b>			<b>Q23 707,53</b>

Continuación del apéndice 1.

Costos variables (Promedio mensual)				
Rubro	Asignación	Unitario	Cantidad	Total
	Materia prima			
Materia prima	Empaque primario	Q0,08	153600	Q12 288,00
Materia prima	Empaque secundario	Q0,25	6144	Q1 536,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q13 824,00</b>
	Gastos varios administrativos			
Gastos de fabricación	Energía Eléctrica	Q480,40	1	Q480,40
Gastos de fabricación	Papelería y útiles	Q20,00	1	Q20,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q500,40</b>
	Gastos varios y de mantenimientos			
Gastos de fabricación	Grasas y lubricantes para maquinaria	Q12,00	1	Q12,00
Costos de distribución	Viáticos	Q1 440,00	1	Q1 440,00
Costos de distribución	Llantas	Q260,00	1	Q260,00
Costos de distribución	Servicio cada 5,000 km (cada mes aproximadamente)	Q380,00	1	Q380,00
Costos de distribución	Combustibles	Q3 840,00	1	Q3 840,00
Costos de distribución	GPS	Q70,00	1	Q70,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q6 002,00</b>
	<b>TOTAL</b>			<b>Q20 326,40</b>

Costos variables (Promedio mensual)				
Rubro	Asignación	Unitario	Cantidad	Total
	Materia prima			
Materia prima	Base para refresco por litro	Q120,00	24	Q2 880,00
Materia prima	Empaque primario	Q0,08	48000	Q3 840,00
Materia prima	Empaque secundario	Q0,25	960	Q240,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q6 960,00</b>
	Gastos varios administrativos			
Gastos de fabricación	Energía Eléctrica	Q720,00	1	Q720,00
Gastos de fabricación	Papelería y útiles	Q30,00	1	Q30,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q750,00</b>
	Gastos varios y de mantenimientos			
Gastos de fabricación	Grasas y lubricantes para maquinaria	Q18,00	1	Q18,00
Costos de distribución	Viáticos	Q2 160,00	1	Q2 160,00
Costos de distribución	Llantas	Q390,00	1	Q390,00
Costos de distribución	Servicio cada 5,000 km (cada mes aproximadamente)	Q570,00	1	Q570,00
Costos de distribución	Combustibles	Q5 760,00	1	Q5 760,00
Costos de distribución	GPS	Q105,00	1	Q105,00
	<b>Subtotal</b>			<b>Q9 003,00</b>
	<b>TOTAL</b>			<b>Q15 963,00</b>

Costos de distribución (Promedio mensual)	
Asignación	Total
Viáticos	Q1 440,00
Llantas	Q260,00
Servicio cada 5,000 km (cada mes aproximadamente)	Q380,00
Combustibles	Q3 840,00
GPS	Q70,00
<b>Subtotal</b>	<b>Q5 990,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>Q5 990,00</b>

Continuación del apéndice 1.

<b>Costos de distribución (Promedio mensual)</b>	
<b>Asignación</b>	<b>Total</b>
Viáticos	Q2 160,00
Llantas	Q390,00
Servicio cada 5,000 km (cada mes aproximadamente)	Q570,00
Combustibles	Q5 760,00
GPS	Q105,00
<b>Subtotal</b>	<b>Q8 985,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>Q8 985,00</b>

<b>Costos de administrativos (Promedio mensual)</b>	
<b>Asignación</b>	<b>Total</b>
Sueldos	Q9 833,90
Cuotas patronales (Obligaciones)	Q1 245,95
Prestaciones	Q3 468,22
Servicios básicos	Q1 256,95
Gastos varios administrativos	Q500,40
Gastos varios y de mantenimientos	Q6 002,00
<b>Subtotal</b>	<b>Q22 307,42</b>
<b>TOTAL</b>	<b>Q22 307,42</b>

<b>Costos de administrativos (Promedio mensual)</b>	
<b>Asignación</b>	<b>Total</b>
Sueldos	Q14 750,84
Cuotas patronales (Obligaciones)	Q1 868,93
Prestaciones	Q5 202,33
Servicios básicos	Q1 885,42
Gastos varios administrativos	Q750,00
Gastos varios y de mantenimientos	Q9 003,00
<b>Subtotal</b>	<b>Q33 460,53</b>
<b>TOTAL</b>	<b>Q33 460,53</b>

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Estudio de Tiempos para agua pura y refrescos

Elemento de la operación	Tiempo Cronometrado										
	Tc1	Tc2	Tc3	Tc4	Tc5	Tc6	Tc7	Tc8	Tc9	Tc10	Tc Promedio
Verificación nivel de agua en el tanque	18	19	18	19	17	17	18	17	19	18	18
Encendido de bomba de llenado	95	106	97	104	106	96	100	103	104	96	101
Clorar	48	55	52	53	53	53	54	55	52	55	53
Encendido válvula de inicio de filtrado	6	9	7	8	7	6	6	6	9	8	7
Verificación de filtrado	86	68	73	70	74	81	73	76	74	83	76
Llenado de tanque mezclador	1 050	1 081	1 066	1 061	1 079	1 065	1 074	1 081	1 072	1 055	1 068
Empaquetado	1 860	1 894	1 868	1 861	1 873	1 886	1 869	1 882	1 888	1 876	1 876
<b>Tiempo total</b>	<b>3 163</b>	<b>3 232</b>	<b>3 181</b>	<b>3 176</b>	<b>3 209</b>	<b>3 204</b>	<b>3 194</b>	<b>3 220</b>	<b>3 218</b>	<b>3 191</b>	<b>3 199</b>

Elemento de la operación	Tiempo Cronometrado										
	Tc1	Tc2	Tc3	Tc4	Tc5	Tc6	Tc7	Tc8	Tc9	Tc10	Tc Promedio
Verificación nivel de agua en el tanque	18	19	18	19	17	17	18	17	19	18	18
Encendido de bomba de llenado	95	106	97	104	106	96	100	103	104	96	101
Clorar	48	55	52	53	53	53	54	55	52	55	53
Encendido válvula de inicio de filtrado	6	9	7	8	7	6	6	6	9	8	7
Verificación de filtrado	86	68	73	70	74	81	73	76	74	83	76
Llenado de tanque mezclador	1 050	1 081	1 066	1 061	1 079	1 065	1 074	1 081	1 072	1 055	1 068
Encendido motor agitador	8	5	6	6	5	7	8	6	6	8	7
Preparación materia prima refrescos	210	214	212	211	211	214	214	211	212	212	212
Agregar materia prima al mezclador	75	80	78	78	80	80	80	79	79	79	79
Vaciar preservantes y colorantes al mezclador	36	40	36	37	39	37	40	36	39	39	38
Empaquetado	1 860	1 894	1 868	1 861	1 873	1 886	1 869	1 882	1 888	1 876	1 876
<b>Tiempo total</b>	<b>3 492</b>	<b>3 571</b>	<b>3 513</b>	<b>3 508</b>	<b>3 544</b>	<b>3 542</b>	<b>3 536</b>	<b>3 552</b>	<b>3 554</b>	<b>3 529</b>	<b>3 534</b>

Elemento de la operación	Tc	Valoración				Tiempo Normal (TN)
		Factor de nivelación (1+)				
		Habilidad	Esfuerzo	Condición	Consistencia	
Verificación nivel de agua en el tanque	18,02	0,08	0,02	0,02	0,01	20,36
Encendido de bomba de llenado	100,70	0,08	0,02	0,02	0,01	113,79
Clorar	52,96	0,08	0,02	0,02	0,01	59,84
Encendido válvula de inicio de filtrado	7,20	0,08	0,02	0,02	0,01	8,14
Verificación de filtrado	75,80	0,08	0,02	0,02	0,01	85,65
Llenado de tanque mezclador	1 068,42	0,08	0,02	0,02	0,01	1 207,32
Empaquetado	1 875,70	0,08	0,02	0,02	0,01	2 119,54
<b>Tiempo Normal de la operación</b>						<b>3 614,64</b>

Elemento de la operación	Tc	Valoración				Tiempo Normal (TN)
		Factor de nivelación (1+)				
		Habilidad	Esfuerzo	Condición	Consistencia	
Verificación nivel de agua en el tanque	18,02	0,08	0,02	0,02	0,01	20,36
Encendido de bomba de llenado	100,70	0,08	0,02	0,02	0,01	113,79
Clorar	52,96	0,08	0,02	0,02	0,01	59,84
Encendido válvula de inicio de filtrado	7,20	0,08	0,02	0,02	0,01	8,14
Verificación de filtrado	75,80	0,08	0,02	0,02	0,01	85,65
Llenado de tanque mezclador	1 068,42	0,08	0,02	0,02	0,01	1 207,32
Encendido motor agitador	6,50	0,08	0,02	0,02	0,01	7,35
Preparación materia prima refrescos	212,13	0,08	0,02	0,02	0,01	239,70
Agregar materia prima al mezclador	78,82	0,08	0,02	0,02	0,01	89,07
Vaciar preservantes y colorantes al mezclador	37,87	0,08	0,02	0,02	0,01	42,79
Empaquetado	1 875,70	0,08	0,02	0,02	0,01	2 119,54
<b>Tiempo Normal de la operación</b>						<b>3 993,54</b>

Continuación del apéndice 2.

Elemento de la operación	TN	Suplementos (Retrasos)			Tiempo Estándar (TE)
		Personales	Por Fatiga	Inevitables	
Verificación nivel de agua en el tanque	20,36	0,08	0,02	0,02	22,81
Encendido de bomba de llenado	113,79	0,08	0,02	0,02	127,45
Clorar	59,84	0,08	0,02	0,02	67,02
Encendido válvula de inicio de filtrado	8,14	0,08	0,02	0,02	9,11
Verificación de filtrado	85,65	0,08	0,02	0,02	95,93
Llenado de tanque mezclador	1 207,32	0,08	0,02	0,02	1 352,19
Empaquetado	2 119,54	0,08	0,02	0,02	2 373,89
<b>Tiempo Normal de la operación</b>					<b>4 048,40</b>

Elemento de la operación	TN	Suplementos (Retrasos)			Tiempo Estándar (TE)
		Personales	Por Fatiga	Inevitables	
Verificación nivel de agua en el tanque	20,36	0,08	0,02	0,02	<b>22,81</b>
Encendido de bomba de llenado	113,79	0,08	0,02	0,02	<b>127,45</b>
Clorar	59,84	0,08	0,02	0,02	<b>67,02</b>
Encendido válvula de inicio de filtrado	8,14	0,08	0,02	0,02	<b>9,11</b>
Verificación de filtrado	85,65	0,08	0,02	0,02	<b>95,93</b>
Llenado de tanque mezclador	1 207,32	0,08	0,02	0,02	<b>1 352,19</b>
Encendido motor agitador	7,35	0,08	0,02	0,02	<b>8,23</b>
Preparación materia prima refrescos	239,70	0,08	0,02	0,02	<b>268,47</b>
Agregar materia prima al mezclador	89,07	0,08	0,02	0,02	<b>99,75</b>
Vaciar preservantes y colorantes al mezclador	42,79	0,08	0,02	0,02	<b>47,92</b>
Empaquetado	2 119,54	0,08	0,02	0,02	<b>2 373,89</b>
<b>Tiempo Normal de la operación</b>					<b>4 472,77</b>

Fuente: elaboración propia.



### Apéndice 3. Ejemplo de formato de inspección

MATRIZ DE CONTROL ACUERDO 229-2014 Y SUS REFORMAS 33-2016  
 REGLAMENTO DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL

ARTÍCULO	INCISO	APLICA		CUMPLE		ÁREA ENCARGADA	ACCIÓN POR IMPLEMENTAR
		SI	NO	SI	NO		
1							
2							
3							
4	a)						
	b)						
	c)						
	d)						
5	a)						
	b)						
	c)						
	d)						
	e)						
	f)						
6	a)						
	b)						
	c)						
	d)						
	e)						
7	a)						
	b)						
	c)						
	d)						
8							
9	a)						
	b)						
	c)						
	d)						
	e)						
	f)						
	g)						
	h)						
	i)						
	j)						
	k)						







Continuación del apéndice 3.

<b>10</b>							
<b>11</b>	a)						
	b)						
	c)						
	d)						
	e)						
	f)						
	g)						
	h)						
	i)						
<b>12</b>							
	a)						
	b)						
	a)						
	b)						
	c)						
	d)						
	e)						
	f)						
g)							
	h)						

Fuente: elaboración propia.

## ANEXO

### Anexo 1. Simbología de diagramas

<b>Simples</b>	
<b>Símbolo</b>	<b>Representa</b>
	Operación: Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.
	Inspección: Indica que se verifica la calidad y/o cantidad de algo.
	Desplazamiento o transporte: Indica el movimiento de los empleados, material y equipo de un lugar a otro.
	Depósito provisional o espera: Indica demora en el desarrollo de los hechos.
	Almacenamiento permanente: Indica el depósito del producto en un almacén.
<b>Combinados</b>	
<b>Símbolo</b>	<b>Representa</b>
	Indica que se debe realizar una operación y una inspección de forma simultánea.

Fuente: FRANKLIN, Benjamin. *Organización de empresas*.p.299

