



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

**SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FORMULACIÓN DE JARABES PARA EL  
RENDIMIENTO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS NO CARBONATADAS**

**Allan Alfredo Ortíz de León**

Asesorado por el Ing. Carlos Leonel Muñoz Lemus

Guatemala, octubre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FORMULACIÓN DE JARABES PARA EL  
RENDIMIENTO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS NO CARBONATADAS**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ALLAN ALFREDO ORTÍZ DE LEÓN**  
ASESORADO POR EL ING. CARLOS LEONEL MUÑOZ LEMUS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FORMULACIÓN DE JARABES PARA EL RENDIMIENTO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS NO CARBONATADAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 18 de mayo de 2021.

**Allan Alfredo Ortíz de León**

Guatemala, 19 de abril de 2021

Ingeniero  
Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Escuela de Ingeniería Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguido Ingeniero Urquizu Rodas:

Me dirijo a usted para informarle que a la presente fecha he revisado y aprobado el trabajo de graduación, titulado:

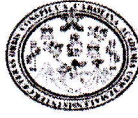
**"SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FORMULACIÓN DE JARABES PARA  
EL RENDIMIENTO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS NO  
CARBONATADAS"**

Del estudiante universitario **ALLAN ALFREDO ORTÍZ DE LEÓN**, con número de carné estudiantil **201700904**, de quien estoy fungiendo como asesor, dando como aprobado su trabajo de graduación, considero que llena satisfactoriamente los requisitos, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular me suscribo atentamente,

  
Ing. Carlos Leonel Muñoz Lemus  
Colegiado No. 10568  
Asesor

**Carlos Leonel Muñoz Lemus**  
Ingeniero Industrial  
Colegiado No. 10,568



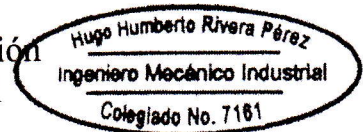
ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.070.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FORMULACIÓN DE JARABES PARA EL RENDIMIENTO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS NO CARBONATADAS**, presentado por el estudiante universitario **Allan Alfredo Ortíz de León**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2021.

/mgp



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

REF.DIR.EMI.099.021

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 **SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FORMULACIÓN DE JARABES PARA EL RENDIMIENTO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS NO CARBONATADAS**, presentado por el estudiante universitario **Allan Alfredo Ortíz De León**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquiza Rodas  
Motivo: Ingeniero Industrial  
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial, USAC  
Colegiado 4.272

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

Guatemala, octubre de 2021.

/mgp



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

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

DTG. 472.2021

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: **SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FORMULACIÓN DE JARABES PARA EL RENDIMIENTO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS NO CARBONATADAS**, presentado por el estudiante universitario: **Allan Alfredo Ortíz de León**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, octubre de 2021

AACE/asga



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por haberme dado la vida, bendecirme de gran manera y ser lo más grande e importante en mi vida, por iluminarme y nunca dejarme.
- Mi madre** Rosidalia de León Orellana, por su infinito amor y apoyo incondicional en todo momento y por siempre ser mi sostén en los momentos más difíciles.
- Mi padre** Enio Alfredo Ortiz Vásquez por su apoyo incondicional en todo momento, por siempre creer en mí y por ser el ejemplo más grande en mi vida.
- Mis hermanos** Enio, Mindy y Melanie Ortiz por su apoyo, amor y paciencia en todo momento; por nunca dejar de alentarme y siempre creer en mí.
- Abigail Monterroso** Por ser un maravilloso regalo de Dios en mi vida, por siempre motivarme a luchar por mis sueños y apoyarme en todo momento.

**Mis amigos**

Gabriel Juárez y Jorge Zarceño, por ser más que mis amigos, mis hermanos y siempre tenderme la mano cuando más lo necesité, y darme su amistad genuina.

**Ing. Carlos Muñoz**

Por brindarme su amistad, conocimiento y apoyo en todo momento, por ser un gran profesional y siempre motivarme a dar la milla extra.

**Ing. Osmar Bautista**

Por ser una persona con un gran corazón y solidaridad, por compartirme de su amplio conocimiento en la industria y darme el apoyo y las herramientas necesarias para iniciar mi desarrollo en la vida laboral.

**Juliana Ivaniski**

Por ser un regalo de Dios en mi familia y siempre compartirme de su alegría.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

A la gloriosa Universidad de San Carlos de Guatemala, mi casa de estudios que siempre llevaré en el corazón.

**Facultad de Ingeniería**

Por brindarme los conocimientos necesarios en el desarrollo de la carrera y forjar mi vida hacia una forma distinta de pensar.

**Mis amigos de la  
Facultad**

Que con su apoyo y conocimientos fueron el soporte de cada etapa de esta carrera.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN .....	XVII
OBJETIVOS .....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Inicios de la empresa Embotelladora S.A. en Guatemala .....	1
1.2. Información general .....	2
1.2.1. Ubicación .....	3
1.2.2. Misión .....	4
1.2.3. Visión.....	4
1.2.4. Valores .....	5
1.3. Tipo de organización.....	6
1.3.1. Organigrama .....	8
1.4. Bebidas no carbonatadas .....	9
1.4.1. Historia .....	9
1.5. Descripción del proceso.....	10
1.5.1. Proceso formulación.....	10
1.5.2. Proceso de llenado.....	11
1.5.3. Naturaleza del proceso .....	12
1.5.4. Mano de obra del proceso .....	12
1.5.5. Producto terminado .....	13
1.6. Diagramas de proceso.....	14

1.6.1.	Diagrama de proceso .....	14
1.6.2.	Diagrama de operaciones .....	15
1.6.3.	Diagrama de recorrido .....	19
1.7.	Distribución de la planta.....	20
1.7.1.	Distribución del área de formulación .....	20
1.8.	Equipos del área.....	20
1.8.1.	Formulación.....	20
1.8.2.	Mezcla .....	21
1.8.3.	Saneamiento .....	21
1.9.	Importancia del mantenimiento.....	24
1.9.1.	Preventivo .....	25
2.	SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE FORMULACIÓN .....	29
2.1.	Descripción de la situación actual del área de formulación .....	29
2.1.1.	Descripción de los equipos .....	31
2.1.1.1.	Almix .....	31
2.1.1.2.	Tanques.....	31
2.1.1.3.	Válvulas Think Top .....	32
2.1.1.4.	Tanques de saneamiento.....	32
2.1.1.5.	Sistema CIP .....	33
2.1.1.6.	Panel de control .....	33
2.2.	Descripción de la distribución de tubería .....	34
2.3.	Descripción del producto.....	34
2.3.1.	Preparación del jarabe terminado.....	35
2.3.1.1.	Jarabe simple.....	35
2.3.1.2.	Concentrado.....	37
2.3.1.3.	Insumos .....	40
2.4.	Descripción del proceso de limpieza del área .....	41
2.4.1.	Tiempo de limpieza.....	41

2.4.2.	Temperatura de limpieza .....	42
2.4.3.	Presión utilizada en la limpieza .....	43
2.5.	Recursos.....	43
2.5.1.	Materia prima .....	44
2.5.2.	Insumos.....	44
2.5.3.	Herramientas .....	45
2.6.	Seguridad e higiene industrial .....	46
2.6.1.	Equipo de protección personal .....	47
2.6.2.	Señalización industrial.....	48
2.6.3.	Extintores contra incendio.....	48
2.7.	Análisis de desempeño.....	48
2.7.1.	Estándares de la calidad.....	48
2.7.1.1.	Resultados del proceso.....	50
2.7.1.2.	Resultados de la línea.....	51
2.7.2.	Factores que afectan la producción .....	51
3.	ANÁLISIS DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FORMULACIÓN PARA EL RENDIMIENTO .....	53
3.1.	Entorno del área de formulación .....	53
3.1.1.	Iluminación.....	53
3.1.2.	Ventilación.....	54
3.1.3.	Temperatura .....	55
3.1.4.	Ruido .....	56
3.1.5.	Seguridad.....	56
3.2.	Sistematización .....	57
3.2.1.	Área de formulación .....	57
3.2.2.	Equipos .....	60
3.2.3.	Mano de obra.....	61
3.2.4.	Saneamiento.....	63

3.3.	Productividad .....	63
3.3.1.	Capacidad de producción.....	67
3.3.2.	Velocidades de las máquinas para la formulación ..	69
3.4.	Eficiencia.....	70
3.4.1.	Rendimiento del área.....	71
3.4.1.1.	Porcentaje de rendimiento .....	72
3.4.1.2.	Porcentaje de tiempo.....	72
3.4.1.3.	Cálculo eficiencia de rendimiento .....	73
3.4.1.4.	Resultados de rendimiento.....	74
3.5.	Calidad.....	75
3.5.1.	Estándares de calidad .....	77
3.5.1.1.	Área de formulación.....	78
3.5.1.2.	Línea de producción .....	78
3.5.2.	Resultados .....	79
3.5.2.1.	Área de formulación.....	79
3.5.2.2.	Línea de producción .....	80
3.5.3.	Análisis de limpieza del área.....	81
3.5.3.1.	Saneamiento .....	82
3.5.3.1.1.	Análisis del tiempo.....	82
3.5.3.1.2.	Análisis de la temperatura.....	82
3.5.3.1.3.	Análisis de la presión ....	83
3.6.	Disponibilidad .....	84
3.6.1.	Rendimiento información recolectada .....	85
3.7.	Programación del mantenimiento.....	86
3.7.1.	Propuestas de mantenimiento .....	87
3.7.1.1.	Mantenimiento preventivo .....	88

4.	DESARROLLO DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL ÁREA DE FORMULACIÓN DE JARABE .....	91
4.1.	Desarrollo de la propuesta.....	91
4.1.1.	Compromiso con coordinación de área.....	96
4.1.2.	Comunicación a los operarios de área.....	97
4.1.3.	Conocimiento de los cambios.....	97
4.1.4.	Resultado del desarrollo .....	98
4.1.4.1.	Análisis del área de formulación.....	98
4.1.4.2.	Mejoras del área de formulación .....	98
4.1.4.3.	Optimización de tiempos.....	99
4.1.4.4.	Optimización de rutas.....	99
4.1.4.5.	Identificación de las deficiencias .....	100
4.1.5.	Impacto del cambio .....	101
4.1.5.1.	Equipo de operadores.....	101
4.1.5.2.	Equipo industrial .....	102
4.2.	Manejo de los materiales.....	103
4.2.1.	Optimización .....	105
4.2.1.1.	Materia prima .....	108
4.2.1.2.	Insumos.....	112
4.2.2.	Producto terminado .....	114
4.3.	Evitar mantenimientos preventivos excesivos.....	114
4.3.1.	Programación de mantenimientos.....	115
4.4.	Logística del desarrollo en el proceso .....	116
4.4.1.	Eficiencia mejorada .....	118
4.4.1.1.	Eficiencia del proceso de formulación .....	118
4.4.1.2.	Eficiencia de la mano de obra.....	120
4.4.1.3.	Eficiencia del equipo industrial .....	123
4.4.2.	Productividad .....	124



4.5.	Costos del proyecto.....	124
4.5.1.	Mano de obra.....	125
4.5.2.	Mantenimiento de maquinaria.....	126
5.	SEGUIMIENTO.....	127
5.1.	Resultados obtenidos.....	127
5.2.	Interpretación.....	128
5.3.	Aplicación.....	129
5.4.	Ventajas y beneficios.....	131
5.5.	Acciones correctivas.....	133
5.6.	Mejoras a la implementación.....	134
5.7.	Capacitar al personal.....	137
5.7.1.	Involucrar a todo el personal en el mantenimiento de los equipos.....	139
5.7.2.	Implementos de capacitaciones trimestrales.....	140
5.7.3.	Compromiso y responsabilidad de los operarios...	140
	CONCLUSIONES.....	143
	RECOMENDACIONES.....	145
	BIBLIOGRAFÍA.....	147

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Bodegas de almacenamiento y producción .....	4
2.	Organigrama general.....	8
3.	Mano de obra requerida por turno.....	13
4.	Diagrama de operaciones para supervisión y calidad.....	14
5.	Diagrama para el área de Materia Prima .....	15
6.	Diagrama de operaciones área de Materia Prima.....	16
7.	Diagrama de operaciones Laboratorio de Calidad .....	17
8.	Diagrama de operaciones área de Formulación.....	18
9.	Diagrama de recorrido.....	19
10.	Factores especiales del mantenimiento .....	24
11.	Procedimiento que conforman la limpieza .....	27
12.	Bebidas no carbonatas producidas en la embotelladora .....	34
13.	Aporte del concentrado a la bebida.....	38
14.	Diferencias por procesos en la acción de limpieza .....	42
15.	Materias primas de mayor tránsito en producción.....	44
16.	EPP empleado dentro de las instalaciones .....	47
17.	Parámetros que rigen el estándar de calidad .....	49
18.	Factores que afectan la producción .....	52
19.	Ventajas de emplear luz led.....	54
20.	Reglas básicas de seguridad en el área .....	56
21.	Subprocesos del área de formulación.....	57
22.	Proceso para descontaminación microbiológica .....	59
23.	Control de sistematización diseñados para los equipos .....	60

24.	Datos obtenidos de disponibilidad del equipo.....	67
25.	Variables que comprometieron la capacidad de producción en el último trimestre del año 2019.....	68
26.	Variables que comprometen el nivel de rendimiento del área .....	71
27.	Porcentaje de rendimiento .....	72
28.	Resultados de rendimiento.....	74
29.	Instrucciones precedentes que comprometen el nivel de calidad de los productos.....	75
30.	Áreas y zonas que se logró visitar.....	85
31.	Beneficios esperados con la propuesta.....	92
32.	Orden secuencial para incorporar la mejora .....	95
33.	Deficiencias identificadas en área de formulación.....	100
34.	Tareas actuales versus tareas mejoradas .....	102
35.	Propuesta del proceso mejorado.....	103
36.	Diagrama de flujo propuesto para el manejo de materiales.....	104
37.	Diagrama de decisión para la programación de mantenimientos.....	115
38.	Diagrama de la logística esperada .....	117
39.	Resultados obtenidos del cuarto trimestre del 2019.....	128
40.	Gráfica de comparación de reducción de costos de operación .....	133
41.	Elementos que deberán formar parte de la capacitación.....	138
42.	Complementos del método <i>brainstorming</i> .....	140
43.	Conjunto de compromisos esperados por los operarios.....	141

## TABLAS

I.	Valores internos de la empresa .....	5
II.	Proceso de saneamiento a tres y cinco pasos.....	22
III.	Insumos que forman parte de los costos en la embotelladora.....	40
IV.	Insumos principales empleados por la embotelladora .....	45

V.	Herramientas principales empleadas por el personal de mantenimiento .....	46
VI.	Tipo de evaluación ejecutada en tres procesos diferentes .....	50
VII.	Contenido del gas formaldehído.....	58
VIII.	Comparación de indicadores .....	62
IX.	Resultados esperados en línea de producción.....	80
X.	Matriz de programación del mantenimiento.....	86
XI.	Tareas suplementarias al programa de mantenimiento existente .....	88
XII.	Aspectos a considerar que mejorarían el mantenimiento preventivo.....	89
XIII.	Plan de sistematización para el área de formulación de jarabe .....	93
XIV.	Compromisos esperados con coordinación de área .....	96
XV.	Equipo industrial presente.....	102
XVI.	Tareas para optimizar el agua en tareas de limpieza .....	105
XVII.	Beneficios esperados por optimizar el uso de agua en operaciones de limpieza.....	106
XVIII.	Tareas propuestas que permitan optimizar el uso de agua en el proceso de sanitización de sus equipos .....	107
XIX.	Procesos que podrían optimizar el uso del agua como materia prima.....	109
XX.	Problemas a causa del consumo inapropiado del azúcar.....	113
XXI.	Conjunto de medidas que permitirán optimizar el uso del azúcar.....	113
XXII.	Matriz de elementos que conformaran la logística del desarrollo .....	116
XXIII.	Resultado FODA de la línea de producción.....	120
XXIV.	Matriz de estrategias para hacer eficiente la mano de obra .....	121
XXV.	Costos participantes en el mantenimiento de la maquinaria .....	126
XXVI.	Matriz de asignación de errores frecuentes para la aplicación cuantificable .....	129
XXVII.	Resumen de costos de operación, versus lo esperado .....	132

XXVIII. Pilares de las mejoras en la implementación..... 135

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>brix</b>	Cantidad de sólidos disueltos en un líquido
<b>cm</b>	Centímetro
<b>GPa</b>	Gigapascales
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>g</b>	Gramo
<b>g/l</b>	Gramo sobre litro
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>lb</b>	Libra
<b>l</b>	Litro
<b>MPa</b>	Megapascales
<b>M</b>	Metro
<b>m/s</b>	Metro sobre segundo
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>mm</b>	Milímetro
<b>ml</b>	Mililitro
<b>Nm</b>	Newton-metro
<b>oz</b>	Onzas
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxígeno
<b>ppm</b>	Partes por millón
<b>ft/s</b>	Pies sobre segundo
<b>%</b>	Porcentaje
<b>pulg</b>	Pulgadas
<b>Fe</b>	Símbolo del elemento químico hierro

**BTU**

Unidad Térmica Británica

## GLOSARIO

<b>Agua residual</b>	Las aguas que han recibido uso y cuyas calidades han sido modificadas.
<b><i>Almix</i></b>	Equipo mezclador en vacío, está dotado de tolvas para incorporación de sólidos, sistemas de agitación y mezcla con regulación de velocidad, sistema de calentamiento con vapor directo o indirecto, y enfriamiento indirecto, bomba de vacío y tanque de mezcla.
<b><i>Beaker</i></b>	Vaso de vidrio que se emplea en formulaciones químicas, para precipitado, usualmente se emplea para preparar o calentar sustancias, medir o traspasar líquidos.
<b>Biodegradable</b>	Es el producto o sustancia que puede descomponerse en sus elementos químicos que los conforman, debido a la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales.
<b>BPM</b>	Buenas Prácticas de Manufactura.
<b><i>Bunker</i></b>	Combustible que normalmente proviene de la primera etapa del proceso de refinación, viscoso y con alto



contenido energético, lo cual lo hace apto para ser usado en calderas, hornos y en las plantas de generación eléctrica.

**Calentamiento global** Se refiere al aumento gradual de las temperaturas de la atmósfera y océanos de la Tierra que se ha detectado en la actualidad, además de su continuo aumento que se proyecta a futuro.

**CBC** Corporación Embotelladora Centroamericana.

**CIP** Por sus siglas *Cleaning in Place*, es aquel que permite llevar a cabo la limpieza de tuberías, equipos y accesorios en línea, bombeando en contracorriente agua mezclada con algún tipo de detergente.

**Contaminación** Pertenencia de cualquier impureza material o energética, en un medio a niveles superiores a los normales.

**Demanda** Hace referencia a la cantidad de bienes o servicios que se solicitan o se desean en un determinado mercado de una economía a un precio específico.

**EPP** Equipo de protección personal.

**Estudio de Prefactibilidad** Consiste en la investigación de los factores y fuentes primarias y secundarias de investigación de mercado detallando la tecnología que se utilizará en el

proyecto, así como de los aspectos político/legales que lo afectan.

<b>Estrategia</b>	Conjunto de acciones que se llevan a cabo para lograr un fin determinado.
<b>Evaluación</b>	Valoración de conocimientos, actitud y rendimiento de una persona o de un servicio.
<b>FODA</b>	Es una herramienta que se utiliza para estudiar los puntos fuertes, débiles, las oportunidades y amenazas en una situación determinada.
<b>Merma</b>	Disminución o reducción del volumen o la cantidad de una cosa.
<b>Monitoreo</b>	Proceso mediante el cual se obtienen, interpretan y evalúan los resultados de una o varias muestras, con una frecuencia de tiempo determinada.
<b>Meta</b>	Objetivo o propósitos por alcanzar.
<b>PET</b>	Tereftalato de polietileno.
<b>Planeación estratégica</b>	Arte y ciencia de formular, implantar y evaluar decisiones interfuncionales que permitan a la organización llevar a cabo sus objetivos.

<b>SAP</b>	Sistema de gestión empresarial que brinda las mejores prácticas de mercado.
<b>TIC</b>	Tecnologías de la Información y de la Comunicación.
<b>Válvula <i>Think Top</i></b>	Cabezal de control que incluye unidades de indicación y válvulas de solenoide para controlar todos los tipos de válvulas de tratamiento. Se utiliza para controlar y supervisar válvulas neumáticas y se monta en la parte superior de la válvula.
<b><i>Whippe</i></b>	Materia obtenida por el procesamiento de prendas de ropa al ser deshiladas, se emplea para absorber líquidos y limpieza rustica o limpieza industrial.

## RESUMEN

Se tiene contemplado desarrollar la presente investigación en una empresa fabricante de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, inscrita legalmente en Guatemala bajo las siglas CBC que forma parte de una firma multinacional con expansión dentro del territorio Centroamericano en países claves como el nuestro, se pretende sistematizar cada uno de los procesos dentro del área de formulación de jarabe, desde los CIP de 5 pasos realizados, hasta obtener el jarabe terminado, tomando en cuenta las limitaciones que se presenten.

Se tomarán como referencia libros de ingeniería de plantas, libros de controles industriales, fuentes terciarias de administración, información proporcionada por la empresa y manuales que posee la misma.

Además, se procederá a realizar una sistematización del proceso de formulación, esto debido a que se hace presente una deficiencia en diferentes módulos del proceso, siendo estos la falta de material para proporcionar en la inducción del área a un nuevo empleado, la escasa información que se posee en cuanto a la identificación y manejo del panel de control del área, la falta de identificación de cada uno de los elementos usados en el proceso y su funcionamiento, reprocesos que deben ser optimizados debido a que se cuenta con demoras, el procedimiento necesario para realizar un CIP de acuerdo a los parámetros correspondientes, falta de una secuencia que brinde al operario un control para la realización de los mantenimientos preventivos en el área, entre otros. Actualmente en el área de formulación de jarabes en la línea 11 de la empresa la Embotelladora S.A.

Debido a esto, este trabajo de investigación tiene como fin brindar al área un aporte significativo en cada una de estas áreas en donde se encuentran estas deficiencias a mejorar, a través de la implementación de herramientas de ingeniería que hagan efectiva la aplicación de las mismas, de igual forma su objetivo es actualizar y enriquecer la información que actualmente posee el área de formulación para poder brindar al operario un desenvolvimiento cada vez mejor y provocar una mejora continua.

# OBJETIVOS

## General

Sistematizar el proceso de formulación de jarabe para el rendimiento en una línea de producción de bebidas no carbonatadas.

## Específicos

1. Detallar los recursos con los que se cuentan y el proceso que se realiza, mediante el análisis del área de formulación de jarabe.
2. Identificar las variaciones de rendimiento, debido a la formulación de los diferentes sabores que se producen.
3. Especificar las causas de las deficiencias en formulación que puedan existir, para conocer y cuantificar sus efectos en el rendimiento.
4. Determinar los efectos que causaría un bajo rendimiento en la formulación que impacta en el costo de formulación.
5. Evaluar el rendimiento en los diferentes turnos realizados por los operadores.
6. Definir la productividad del área de formulación, para conocer el porcentaje de la capacidad efectiva alcanzada.

7. Diseñar las estrategias para mejora del rendimiento del área de formulación de jarabe.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la empresa Embotelladora S.A. se dedica a la fabricación de distintos tipos de bebidas carbonatadas y no carbonatadas. Del mismo modo es una compañía multilatina de bebidas con el portafolio más grande de la región y presencia en más de 35 países, es la compañía de bebidas de las Américas.

Es muy importante que en la producción de bebidas se siga un orden lógico en las diferentes áreas para disminuir el error humano y optimizar los recursos. En el área de formulación de jarabes se tiende a tener algunos inconvenientes por lo cual se pretende elaborar la sistematización del proceso para ordenar una serie de elementos.

Dentro del proceso de jerarquías de diferentes elementos y esto permitiría organizar el funcionamiento del proceso de formulación en el área que será implementado, lo cual es de suma importancia para el área de formulación. Cada proceso se compone por una serie de operaciones que son realizadas a través de operarios y máquinas. Para evaluar el rendimiento del área de formulación, se observan varios aspectos importantes, entre ellos resaltan los siguientes: la calidad, la disponibilidad y el desempeño del equipo.

Cuando se ubicó el área de formulación y se organizaron sus subáreas, se buscó que la producción fuera fluida y óptima y todas las actividades que se dan en cada una de las partes del proceso, tomando en cuenta que siempre existirá una mejora continua.



En la presente investigación, la sistematización del proceso de formulación de jarabes para el rendimiento de una línea de producción se va a enfocar en una eficiente producción basada en los diferentes procesos de formulación que llevan la creación de estas bebidas.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. Inicios de la empresa Embotelladora S.A. en Guatemala**

En 1885, se funda la compañía en Guatemala por Enrique Castillo Córdova. La capacidad de soñar en grande y trabajar con pasión para alcanzar los sueños es el legado de los fundadores permitiendo el crecimiento y desarrollo a lo largo de los años. PepsiCo, una de las compañías de alimentos y bebidas más grandes del mundo, le otorga la primera franquicia a nivel internacional para producir Pepsi y sus marcas fuera de Estados Unidos.

A principios de los años 90 la compañía empieza a planificar su crecimiento estratégico a nuevos territorios y categorías, haciendo espacio a una etapa de profesionalización con la incorporación de nuevos talentos. Con ello inicia la especialización operativa y comercial.

En el año 1990 PepsiCo otorga el premio como el Mejor Embotellador de Latinoamérica, reconocimiento que también es recibido en los años 1993, 2000, 2002 y 2009. PepsiCo logra nombrarlos entonces, embotellador ancla para Centroamérica e inician la expansión a Honduras, Nicaragua y El Salvador.

En el año 2016 Livsmart evoluciona a Beliv una compañía de estructura multinacional de marcas que permite responder en forma ágil a las tendencias de los consumidores en las categorías de bebidas funcionales y nutritivas y a su vez llegar a la base de la pirámide. Ese mismo año Beliv llega a Argentina en una alianza estratégica con la Compañía El Carmen de Tucumán para el desarrollo del mercado de jugos premium en diferentes países.

PepsiCo, Ambev y Beliv como socios estratégicos de CBC han sido clave en el desarrollo y crecimiento de la compañía y del fortalecimiento de su capacidad de gestión y de expansión.

## **1.2. Información general**

CBC es una compañía multilatina de bebidas con el portafolio más grande de la región y con presencia en más de 35 países. Es la compañía de bebidas de las Américas.

Lo más importante en CBC es la gente y la cultura corporativa. A través de la meritocracia sus colaboradores pueden desarrollar un plan de carrera y crecer dentro de la compañía. La capacitación constante y la remuneración variable que está asociada a los resultados, permiten la identificación de todos con los objetivos que se trazan. Se enfoca en el desarrollo integral de su gente.

Están orientados al crecimiento, no solo de sus ventas y participación de mercado de sus marcas, sino también de su portafolio, adicionando nuevos productos para la satisfacción de las necesidades de sus clientes y consumidores. Desarrollando un crecimiento planificado a nuevos territorios ampliando sus operaciones a nuevos países. Creciendo de manera sostenida consolidando las relaciones estratégicas con sus socios: PepsiCo, Ambev y Beliv.

Cuenta con tecnología de punta, con sistemas de preventa y segmentación de clientes. Están orientados a la excelencia operativo con sistemas de distribución que les permite administrar el portafolio más grande de la región. Llegando a más de 650 000 puntos de venta.

Tienen disciplina financiera y una política de reducción de costos. Desarrollando alianzas estratégicas con sus proveedores clave para mejorar procesos y hacer esfuerzos permanentes por aumentar la productividad y aprovechamiento de las economías de escala. Cuentan con un centro de servicios integrados que los hace más eficientes. Implementando las mejores prácticas a nivel internacional, especialmente las de sus socios estratégicos.

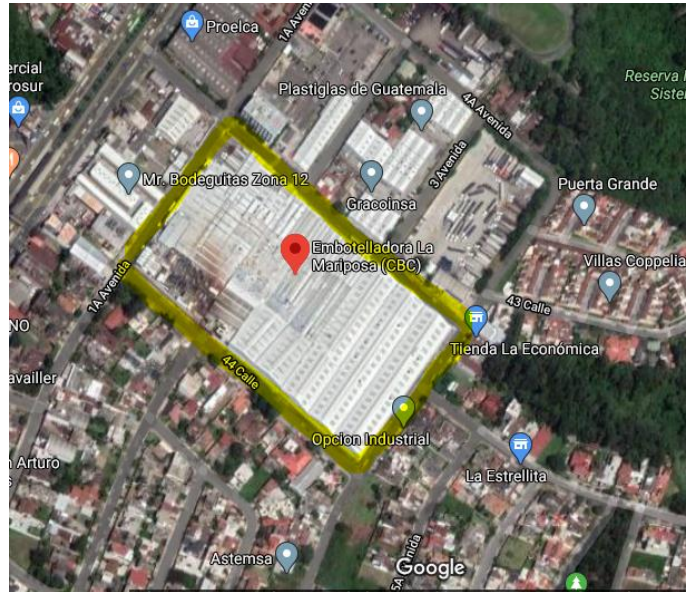
Administran eficientemente su capital, lo cual les permite tener una posición financiera saludable. Esta eficiencia se refleja en el crecimiento del entorno virtual del aprendizaje y del beneficio bruto de explotación.

Formando parte del Pacto Mundial de las Naciones Unidas, alineando sus estrategias y operaciones con los diez principios universalmente aceptados en cuatro áreas temáticas: derechos humanos, estándares laborales, medio ambiente y políticas anticorrupción. Desarrollando programas de sostenibilidad ambiental, educación, apoyo a jóvenes emprendedores y salud y nutrición que contribuyen al desarrollo integral de las comunidades de los países en los que operan.

### **1.2.1. Ubicación**

La Embotelladora la Mariposa, S.A. se encuentra ubicada en la 44 calle 2-00 zona 12, colonia Monte María I, ciudad de Guatemala.

Figura 1. **Bodegas de almacenamiento y producción**



Fuente: GOOGLE MAPS. *Ubicación CBC*. Consulta: 18 de diciembre de 2020.  
[https://www.google.com/search1632191009709&q=Embotelladora+La+Mariposa+\(CBC\)](https://www.google.com/search1632191009709&q=Embotelladora+La+Mariposa+(CBC))

### 1.2.2. Misión

“Somos gente competitiva que crea relaciones sólidas con nuestros clientes y consumidores a través de las mejores propuestas de valor”.<sup>1</sup>

### 1.2.3. Visión

“Ser la mejor compañía de bebidas de las Américas, creando valor sostenible, ofreciendo a los consumidores las mejores experiencias con nuestras marcas y contribuyendo a un mundo mejor”.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Fuente: CBC. *Quienes Somos*. Consulta: 10 de enero de 2021. <https://cbc.co/quienes-somos/>

<sup>2</sup> *Ibíd.*

#### 1.2.4. Valores

Los valores encontrados en la parte administrativa de la empresa, se trasladan tal cual aparecen en su página web principal, con el afán de no cambiarlos o dar otro sentido al lector.

Tabla I. **Valores internos de la empresa**

<b>Valor</b>	<b>Idea central del valor</b>
Soñamos en grande	Creemos que todo es posible, Somos tan grandes como nuestros sueños, por eso soñamos en grande, demostrando que todos podemos lograr lo que nos proponemos. La pasión por nuestros sueños nos abre oportunidades y nos ayuda a enfrentar las circunstancias difíciles.
Somos dueños	Actuamos con compromiso e iniciativa promoviendo el desarrollo del negocio, la gente y la eficiencia en el uso de los recursos, asumiendo total responsabilidad personal de nuestra actuación y de los resultados alcanzados.
Somos gente excelente	Brillamos en lo que hacemos, atraemos y desarrollamos el mejor talento, fomentando equipos colaborativos y altamente competitivos, en búsqueda de los mejores procesos y resultados, dentro de un balance que combine la excelencia en el trabajo con la calidad de vida.
Somos íntegros	Hacemos siempre lo correcto, vivimos de acuerdo a las normas éticas y morales. Somos transparentes, oportunos y honestos. No tomamos atajos y hablamos de los problemas a tiempo para garantizar la buena reputación e integridad de la empresa.

Continuación Tabla I.

Tenemos gestión sostenible	Construimos el mañana, garantizamos resultados sostenibles a través del cumplimiento de los procesos. Aprendemos y buscamos nuevas oportunidades en función de mejorar continuamente. Medimos nuestros resultados y nos comparamos con las mejores prácticas de la industria.
Nos apasiona lo que hacemos	Disfrutamos trabajar con el corazón, nos entregamos cada día con pasión y alegría, dando lo mejor de cada uno y disfrutando lo que hacemos. Inspiramos con nuestros valores a nuestro equipo, al cliente y a la comunidad. Celebramos cada triunfo. Aprendemos con humildad de los reveses y perseveramos siempre.

Fuente: CBC. *Valores de la Embotelladora*. Consulta: 22 de enero de 2021.

<https://cbc.co/quienes-somos/>

### 1.3. Tipo de organización

La Embotelladora posee un área de 175 manzanas aproximadamente, y la misma está distribuida en departamentos: Centro de distribución, producción, administración, seguridad industrial, materia prima.

- Centro de Distribución, es el departamento donde se realiza el procedimiento de carga y descarga del producto terminado, además es el área donde se almacena todo el producto terminado para así proceder a llenar los contenedores.

- Departamento de Producción, es el área donde se realiza todo el proceso de fabricación del producto, desde materia prima hasta producto terminado.
- Departamento de Administración, es el área donde se ven todos los procesos administrativos de logística, desde los manejos de inventario hasta las programaciones de reuniones de los departamentos para poder tener trazabilidad de todos los movimientos en la Embotelladora.
- Seguridad Industrial es el departamento en el cual se vela por la seguridad cada uno de los empleados y se lleva un monitoreo a profundidad de las áreas para poder reducir las condiciones inseguras y velar por el cumplimiento de las BPM en esta área se posee todo el equipo de seguridad que es brindado a cada uno de los empleados de la Embotelladora.
- Materia Prima es el área donde se descarga todo el material que es brindado por proveedores para poder fabricar el producto, en esta área es verificado y almacenado hasta que se da su uso.

Debido al nivel de especialización para cada una de las actividades realizadas, podemos determinar que se posee una estructura funcional por parte de la Embotelladora, en donde cada área cuenta con varios niveles de especialización y coordinación.

Para la preparación de bebidas no carbonatadas, se necesitan cuatro departamentos en funcionamiento, los cuales están bajo la cobertura del gerente de producción los cuales son:

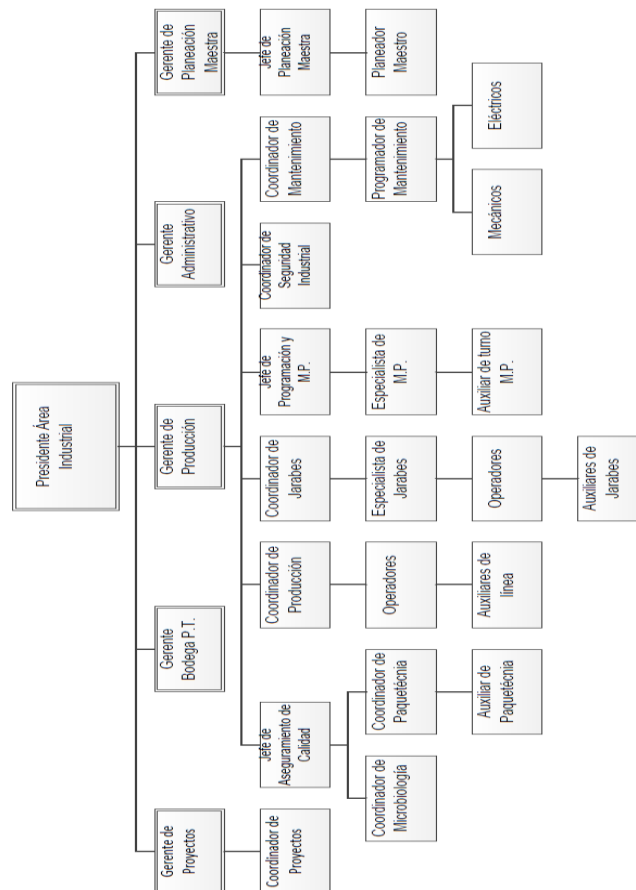


- Jarabes
- Área de formulación
- Línea once
- Tratamientos de agua.

### 1.3.1. Organigrama

A continuación, se presenta el organigrama general de la empresa.

Figura 2. Organigrama general



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

## **1.4. Bebidas no carbonatadas**

Las bebidas no carbonatadas, son bebidas que carecen de gas. Estas bebidas por lo general son embotelladas con tecnologías asépticas. La fórmula normalmente de una bebida no carbonatada posee concentrado del sabor a realizar, agua tratada, jarabe y lleva un procesamiento de mezclado y enfriado; micro filtradas o pasterizados.

### **1.4.1. Historia**

Se sabe que gracias a la gran capacidad de adaptación y a la constante evolución de adaptación a lo largo de los años de historia de las bebidas no carbonatadas, ha convertido a la industria de las bebidas en una de las más innovadoras y dinámicas de la actualidad.

Las bebidas no carbonatadas nacieron hace más de dos siglos. Las primeras bebidas no carbonatadas fueron elaboradas a base de agua natural, que fue combinada con frutos y edulcorantes como jugos azucarados o miel.

El primer paso que fue dado para la elaboración de bebidas no carbonatadas fue cuando comenzó a utilizarse el concentrado y los endulzantes.

La notoriedad adquirida por las bebidas no carbonatadas fue gracias a un joven científico llamado Jean Jacob Schweppe, quien fue el que perfecciono la idea de Lavoisier y Priestley. Se consiguió producir bebidas no carbonatadas de una gran calidad. De hecho, las mismas eran distribuidas en algunos hospitales eran distribuidas entre los pacientes sin recursos gratuitamente. Debido al tiempo la demanda de estas bebidas se amplió y comenzaron a ser vendidas a todo tipo de personas.

## **1.5. Descripción del proceso**

El proceso de producción de bebida no carbonatada es un conjunto de acciones que se encuentran en una secuencia lógica y dinámica, con un orden cronológico que se orienta a la transformación de materia prima, en producto terminado. De tal forma, los elementos de entrada que son la materia prima pasan a ser elementos de salida que es el producto terminado, tras un proceso en donde es incrementado su valor.

### **1.5.1. Proceso formulación**

Es el conjunto de operaciones importantes, ya que en esta fase es en la cual se debe homogenizar la bebida no carbonatada, se realiza la formulación del jarabe simple, los concentrados, los saborizantes, el agua tratada necesaria y son sometidos al proceso de formulación que consta de mezclar cada uno de los ingredientes que se necesitan a través de un *almix*, el cual es una máquina industrial que a base de agitadores mantiene en constante movimiento los ingredientes los cuales son ingresados juntamente con agua tratada y que al lograr ser homogenizados son enviados al tanque de almacenamiento.

Los ingredientes que componen el proceso de formulación son los siguientes:

- Agua
- Azúcar sulfitada
- Edta
- Sucralosa
- Ecosweet
- Benzoato de sodio

- Sorbato de potasio
- Citrato de sodio
- Goma xanthan
- Ácido cítrico
- Sabor melaza
- Citrus punch flavor emulsión

Estos ingredientes tienen una secuencia lógica para poder ser ingresados en el *almix* para el proceso de agitación con el agua tratada, la forma correcta para poder desarrollar los pasos es primeramente ingresando agua tratada al *almix* y luego procedemos a ingresar el azúcar sulfitada los cuales son sometidos a un proceso de agitación al finalizar ese proceso es enviado al tanque donde se mantiene en constante agitación, posteriormente se ingresa el EDTA y se mezcla con agua tratada y es enviado al tanque, y así sucesivamente se hace con cada uno de los ingredientes anteriormente descritos.

### **1.5.2. Proceso de llenado**

Este proceso inicia en la línea de producción, donde es requerida la sopladora, la cual es una máquina que se encarga de crear los recipientes *pet*, en diferentes tamaños dependiendo del que en ese momento se requiera, luego de crear los recipientes estos pasa por la llenadora, la cual está conectada al tanque de almacenamiento del cual se extrae el jarabe terminado por medio de una tubería la cual llega a la llenadora y la misma dispensa la cantidad de jarabe terminado necesario, luego pasa por la selladora la cual le coloca el tapón y posteriormente a la llenadora, luego es llevada a la empaquetadora para poder agruparse en la cantidad de unidades requeridas y posteriormente es llevado al centro de distribución en donde es colocado como producto terminado.

### **1.5.3. Naturaleza del proceso**

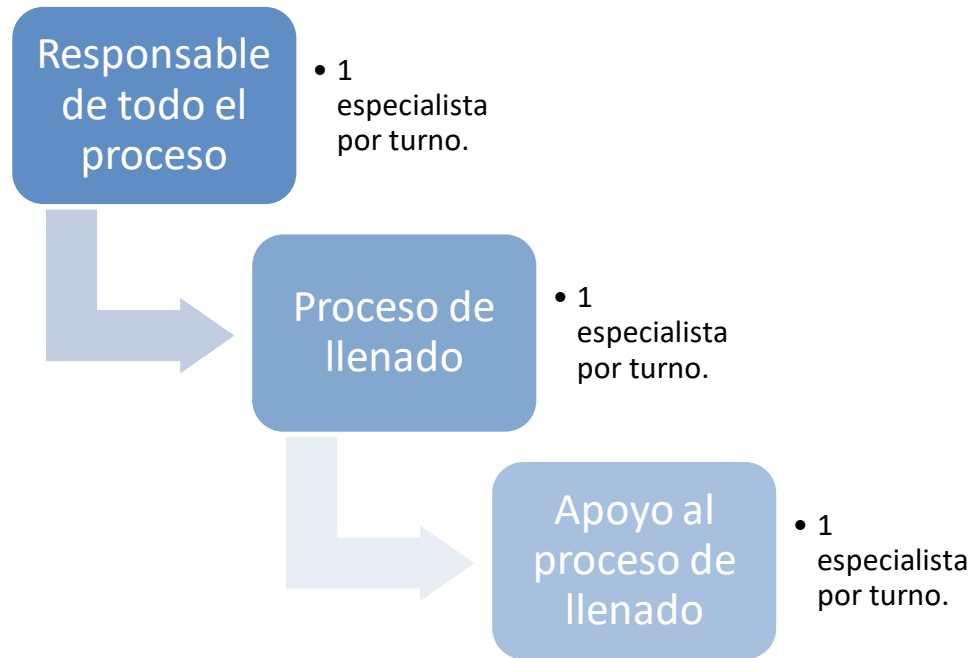
El proceso de fabricación de bebidas no carbonatadas tiene como naturaleza brindar al consumidor un producto de alta calidad y que supla sus necesidades, como es el caso Squíz o de fruta fresca, las cuales son dos clases de bebidas fabricadas en la Embotelladora entre otras, las mismas llevan exactamente el mismo proceso, la realización del jarabe simple, el proceso de mezclado con cada uno de sus ingredientes, el proceso de llenado, de etiquetado y empaquetado para poder ser un producto terminado.

### **1.5.4. Mano de obra del proceso**

En el proceso de formulación de las bebidas no carbonatadas se ven involucrados cuatro especialistas de turno los cuales se encargan de ejecutar todo el proceso, y solo se encuentra 1 por turno, esto quiere decir que para poder llevar a cabo el proceso de formulación solo se requiere de un especialista que vela por el óptimo funcionamiento de todo el equipo en el área de formulación.

Para el proceso de llenado en la línea de producción se necesita de dos personas, un especialista a cargo y un operario como apoyo en el proceso de llenado de la línea.

Figura 3. **Mano de obra requerida por turno**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

### 1.5.5. **Producto terminado**

El producto terminado es almacenado en el centro de distribución, es el área donde se entarima el producto terminado para posteriormente ser colocado en los contenedores que salen a distribuir el producto en toda la república de Guatemala, en esta área se almacenan todos los productos terminados por parte de la planta, todas las presentaciones en pet, en lata y en vidrio.

El producto terminado es movilizado por parte de los montacargas que se encuentran distribuidos en cada una de las líneas de producción, los mismos proceden a llevar cada carga al centro de distribución continuamente.

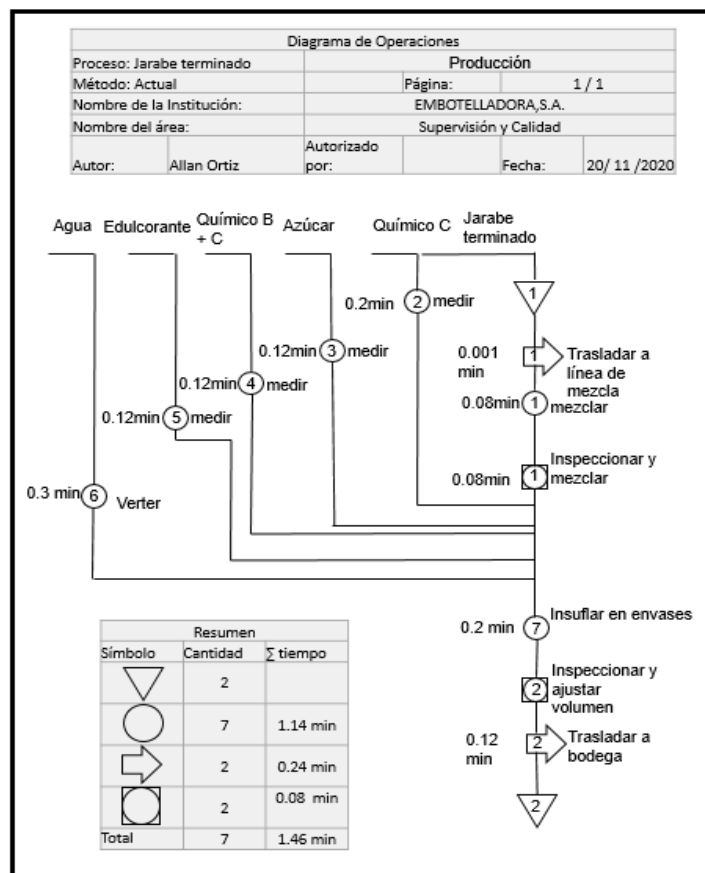
## 1.6. Diagramas de proceso

La embotelladora delimito compartir información clasificada, sin lograr acceder o hacer público los procesos muy propios desarrollados en el crecimiento de sus operaciones.

### 1.6.1. Diagrama de proceso

Muestra la interacción y la secuencia de las actividades que se ejecutan en el área de Producción de Jarabe Terminado.

Figura 4. Diagrama de operaciones para supervisión y calidad

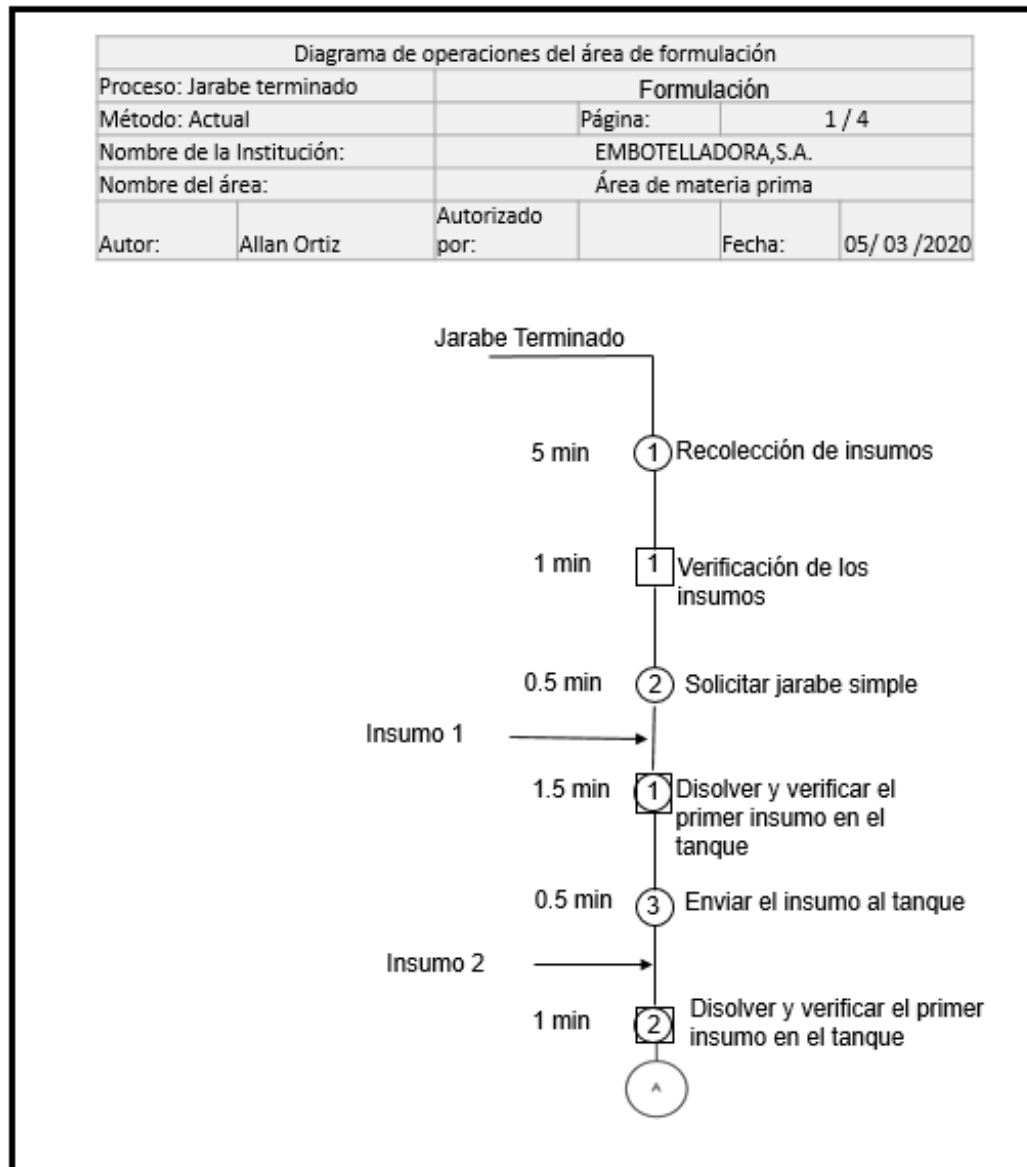


Fuente: elaboración propia, empleando Draw.io.

### 1.6.2. Diagrama de operaciones

Es la representación gráfica del proceso realizado dentro del área de formulación.

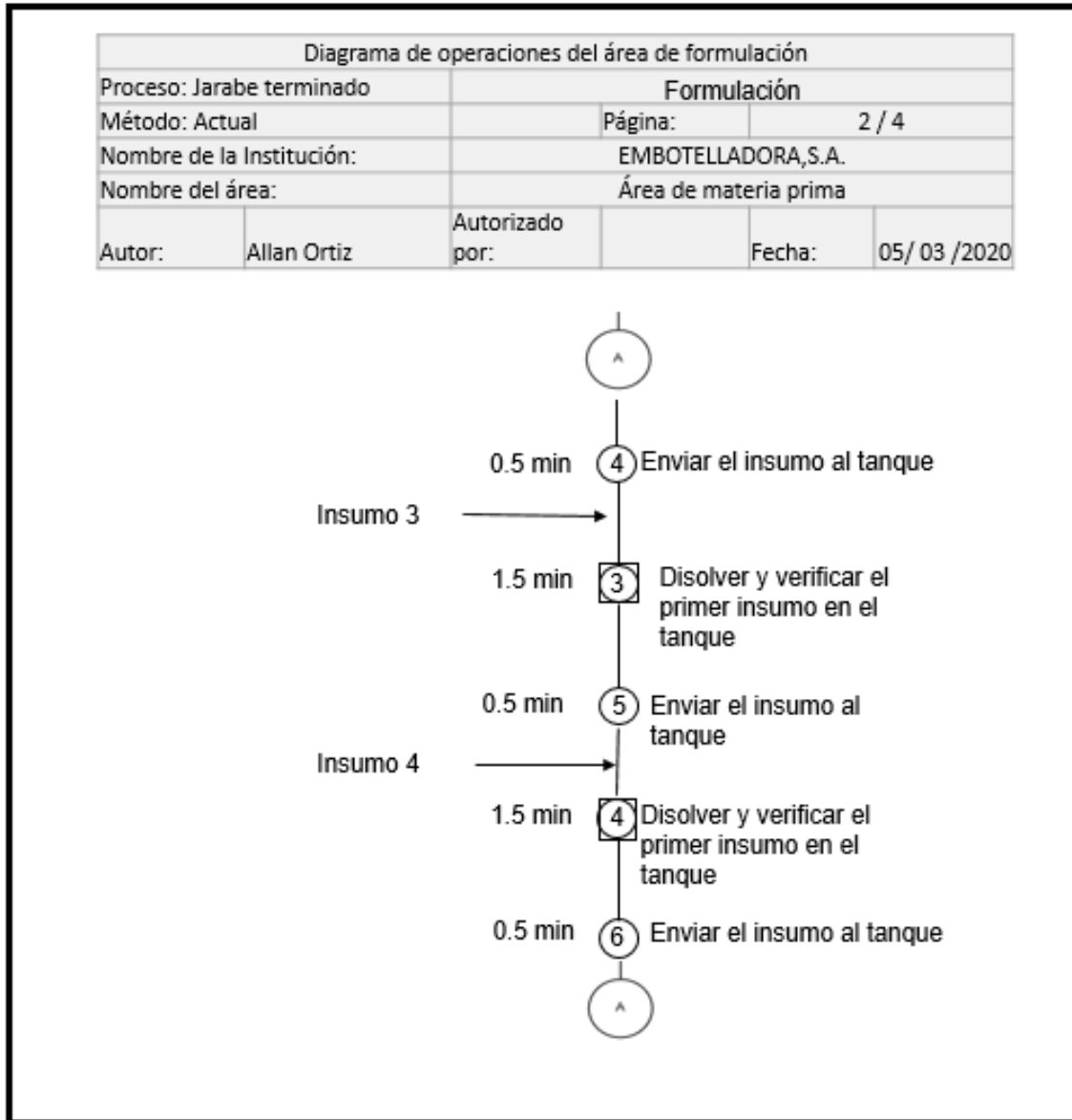
Figura 5. Diagrama para el área de materia prima



Fuente: elaboración propia, empleando Draw.io.

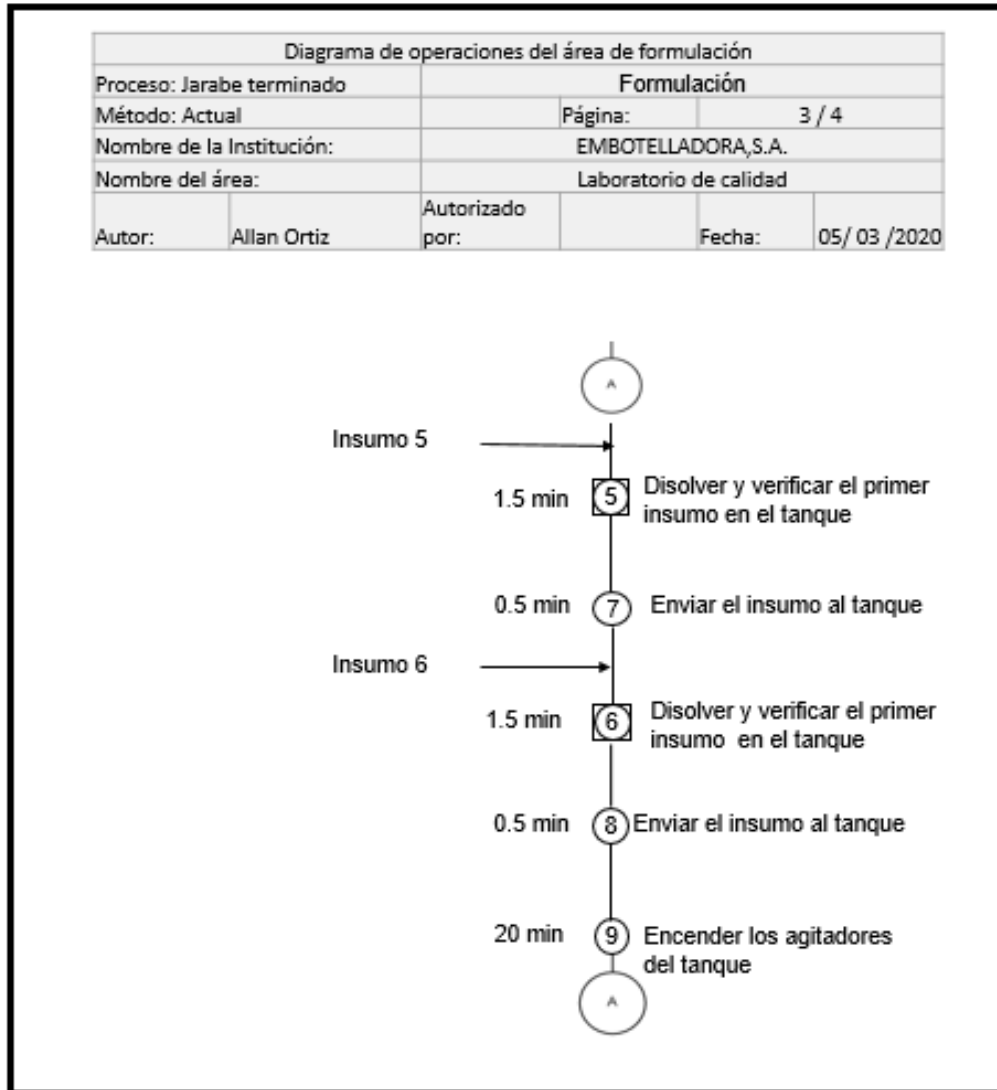


Figura 6. Diagrama de operaciones área de materia prima



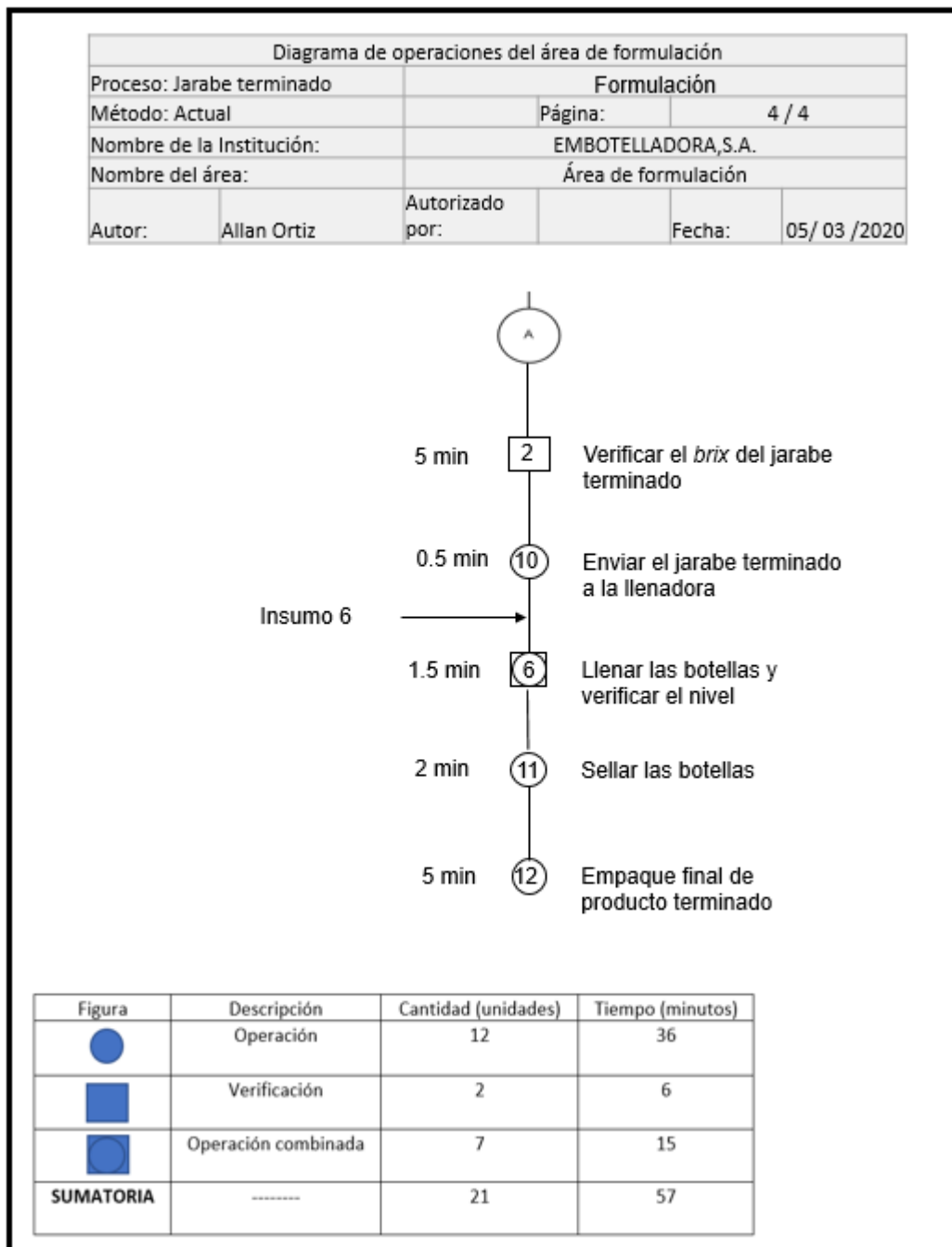
Fuente: elaboración propia, empleando Draw.io.

Figura 7. Diagrama de operaciones Laboratorio de Calidad



Fuente: elaboración propia, empleando Draw.io.

Figura 8. Diagrama de operaciones área de Formulación

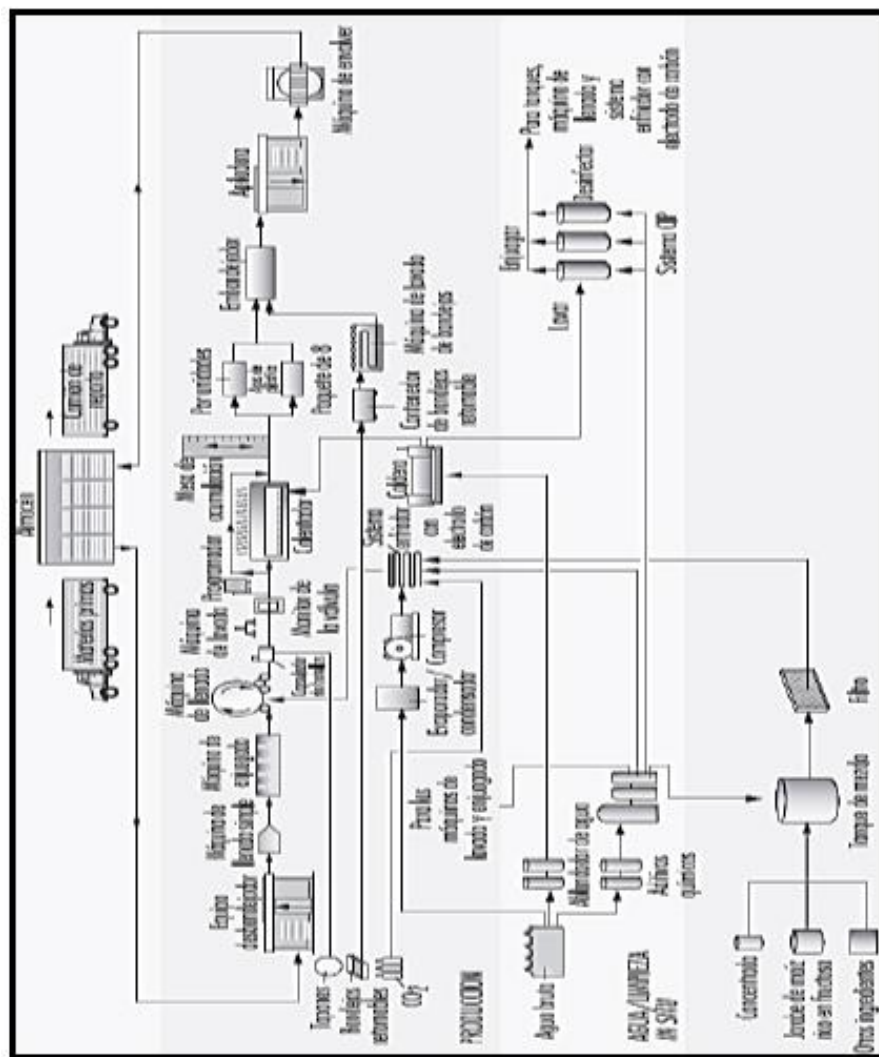


Fuente: elaboración propia, empleando Draw.io.

### 1.6.3. Diagrama de recorrido

Trayecto de los procesos y conjunto de procesos ejecutados dentro de la planta de producción.

Figura 9. Diagrama de recorrido



Fuente: GÓMEZ, Emilio. *Embotelladora de bebidas*. p. 15.

## **1.7. Distribución de la planta**

Se priorizará la línea de producción y envasado del jarabe, con fines académicos y por el criterio de confidencialidad la empresa otorga permiso especial para trasladar esa información pertinente.

### **1.7.1. Distribución del área de formulación**

El área de formulación se encuentra distribuida en diferentes áreas, cuenta con 4 tanques de agitación y almacenamiento, en donde es enviado el producto que está siendo formulado en ese momento, para cada formulación se necesita un tanque de almacenamiento para poder agitar el producto que se está fabricando. Además, cuenta con tres tanques CIP, en estos se encuentran diferentes tipos de sustancias, en el primero se encuentra agua caliente, en el segundo se encuentran químicos para poder limpiar las tuberías y en el tercero se encuentra agua fría.

## **1.8. Equipos del área**

La línea de equipos que se encuentran en el área delimitada para producir el jarabe previo a ser mezclados con las bebidas carbonatadas está compuesta por un conjunto finito, los cuales serán detallados más específicos en el contexto del trabajo.

### **1.8.1. Formulación**

El proceso de formulación se lleva a cabo por el especialista a cargo ya que él solicita la cantidad de materia prima a utilizar dependiendo de la bebida no carbonatada a realizar, solicita la materia prima requerida para la misma,

posteriormente es transportada al área de formulación por medio de un pallet, luego se realiza la verificación y medición de las cantidades de materia prima, para proceder a formularlos uno a uno, estos se formulan por medio del *almix* en donde se van depositando según el paso del procedimiento correspondiente.

### **1.8.2. Mezcla**

El proceso de mezcla se realiza por medio del tanque de almacenamiento a usar, ya que anteriormente fue formulado por parte del *almix*, este continuamente envía el producto al tanque de mezclado en donde los agitadores se encuentran en un constante movimiento realizar el proceso de mezclado de cada uno de los ingredientes depositados en el *almix*, este tanque se mantiene en constante agitación y mezcla durante todo el proceso de formulación y posteriormente durante aproximadamente 25 minutos más. Este tanque por medio de tuberías que conectan a la línea donde se llena el producto, traslada el mismo a la siguiente área.

### **1.8.3. Saneamiento**

El saneamiento es realizado con base en un sistema CIP, es un proceso que brinda un aporte significativo al área, ya que reduce tiempos de limpieza y realiza una limpieza más profunda del área, el saneamiento CIP puede llevarse a cabo de dos formas:

- Para la primera forma se utiliza el saneamiento de 3 pasos, este saneamiento es realizado cuando se dará una limpieza no tan profunda al área y las tuberías.

- Para la segunda forma se utiliza un saneamiento de 5 pasos, este saneamiento consta de una limpieza sumamente profunda y es la que regularmente se hace al finalizar cada proceso.

Este saneamiento permite realizar más operaciones por parte del personal a cargo, ya que evita el limpiar los equipos de manera manual, lo que les permite empezar a preparar el otro proceso, para que al finalizar este pueda ser llevado a cabo de manera efectiva y rápida. Para poder realizar el saneamiento se cuenta con un panel de control en donde deben de verificarse los cumplimientos de los rangos de temperatura, presión del agua y tiempo en el que será realizado el saneamiento CIP.

Los saneamientos están conformados en dos categorías, como anteriormente se mencionó, el de tres pasos y el de cinco pasos, pero el saneamiento recomendado y necesario es el de cinco pasos ya que brinda una limpieza profunda en las tuberías, tanques y equipos a utilizar en el proceso.

Tabla II. **Proceso de saneamiento a tres y cinco pasos**

Nivel de saneamiento	Descripción
Tres pasos	Se define en tres fases, la primera fase es una enjuague de agua caliente durante 5 minutos en el área donde se aplicara el saneamiento, la segunda fase es la aplicación de un químico llamado <i>Advantis</i> que es utilizado como un limpiador de exceso de procesos anteriores y cualquier sustancia contaminante que se encuentre dentro del sistema de tuberías o equipos a utilizar, este químico recircula durante 10 minutos durante toda el área a limpiar, por último se tiene la tercera fase la cual es un último enjuague.

Continuación de la Tabla II.

	<p>con agua caliente nuevamente, recirculando durante 5 minutos, esas son las tres fases que conforman el saneamiento a tres pasos el cual tiene un tiempo de duración de 30 minutos para poder ser llevado a cabo de manera efectiva y correcta, ya que debe sumarse el tiempo que necesita el equipo de CIP para preparar cada una de sus fases y ponerse en marcha al inicio y fin de cada fase ejecutada.</p>
<p>Cinco pasos</p>	<p>Se define en 5 fases, la primera fase es una enjuague de agua caliente durante 5 minutos en el área donde se aplicara el saneamiento, la segunda fase es la aplicación de un químico llamado Advantis que es utilizado como un limpiador de exceso de procesos anteriores y cualquier sustancia contaminante que se encuentre dentro del sistema de tuberías o equipos a utilizar, este químico recircula durante 10 minutos durante toda el área a limpiar, la tercera fase es otro enjuague de agua caliente que recircula durante 5 minutos nuevamente, la cuarta fase es la aplicación de otro químico el cual es llamado Vortex y el mismo recircula durante 10 minutos por toda la tubería, equipos y área a sanitizar, la última fase consta de un último enjuague de agua caliente que recircula por todo el sistema y es ejecutado durante 5 minutos, este proceso de saneamiento cinco pasos tarda un tiempo total de 60 minutos para poder ser llevado a cabo, ya que deben tomarse en cuenta los tiempo de arranque del equipo de CIP y de preparación de cada fase, además el tiempo que demora el equipo en hacer cambio de un paso a otro.</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

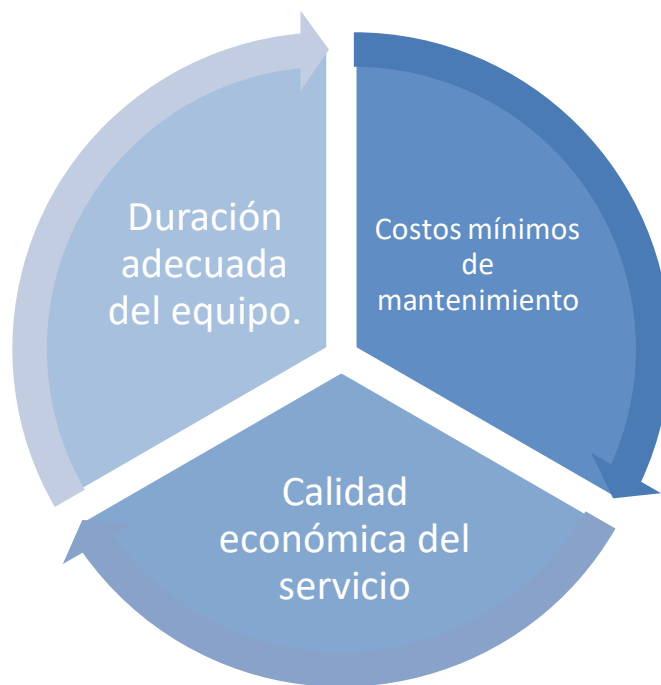


## 1.9. Importancia del mantenimiento

El mantenimiento es un conjunto de operaciones que se ejecutan en alguna planta, equipo o método, con el objetivo de conservarlo y que brinde el servicio para el que fue fabricado.

El objeto del mantenimiento es la preservación, a pesar de todo, del servicio que están brindando las instalaciones y los equipos. Por tal motivo se debe buscar un equilibrio, en las operaciones del mantenimiento, existen factores esenciales.

Figura 10. **Factores especiales del mantenimiento**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

Desde un punto de vista de costo, los tres factores existentes esenciales dan a conocer aproximadamente un costo total del servicio brindado, el cual genera:

- Costo de falta de servicio.
- Costo inicial del equipo tomando en cuenta su depreciación.
- Costo de mantenimiento considerando su incremento dependiendo de lo que necesite.

El adquirir un equipo nuevo genera costos bastante elevados, sobre todo que al comienzo su depreciación siempre es rápida, no obstante, esto es compensado por que los costos de mantenimiento generalmente son bajos, ya que la esperanza de falla del equipo es pequeña.

Debido a que continuamente se envejece el equipo, sus piezas se desgastan, esto genera que la esperanza de falla aumente y esto brinda como consecuencia, que los gastos de mantenimiento sean cada vez más altos, ya que el tiempo es directamente proporcional con el incremento del costo del mantenimiento. Las pérdidas en el ingreso originadas en la presentación de las mismas son generadas al crecimiento de la frecuencia de la ausencia de servicios por fallas.

### **1.9.1. Preventivo**

Se reconoce como la preservación planeada de un equipo o sistema, teniendo como objetivo el conocimiento sistemático del estado de las instalaciones y máquinas para tener una trazabilidad programando los momentos más importantes y que generen el menor impacto en la producción, con las

operaciones que se generen para erradicar las fallas que originen interrupciones imprevistas en la producción.

Un cronograma de mantenimiento preventivo, con el objeto de poseer los equipos en un buen estado, este es realizado a través de revisiones, limpieza, visitas y lubricación.

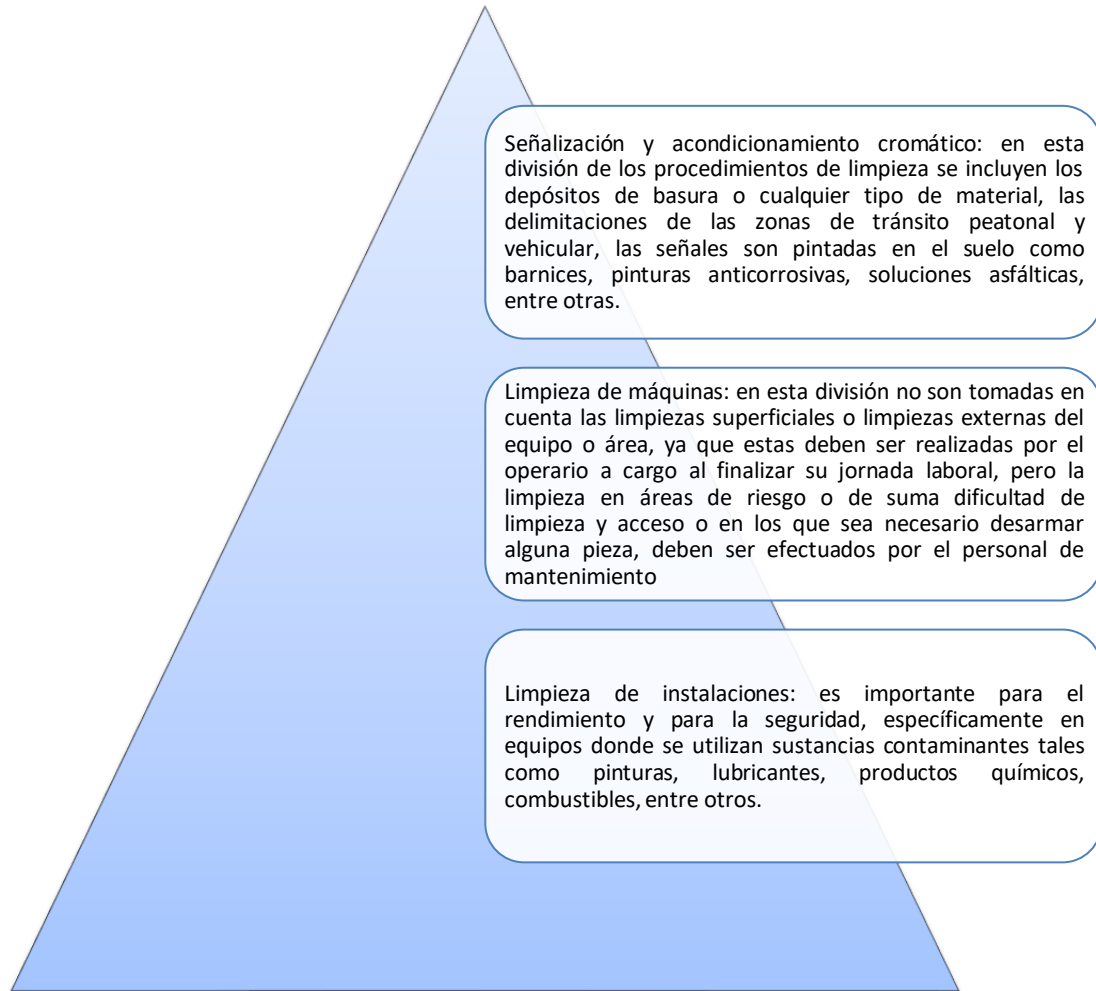
Se deberán realizar un conjunto de revisiones o supervisiones a las máquinas, estas revisiones se entienden como intervenciones con el objetivo de determinar o verificar problemas localizados durante una vista previa. Para poder ser catalogadas como revisiones deben ser consideradas como tales:

- Sustitución de las sometidas a un desgaste rápido.
- Desmontar las partes de los equipos o máquinas siempre y cuando, por causa de la vista previa realizada, se encuentre la posibilidad de una existencia de problemas.
- Reparación de los problemas encontrados.

Además, se debe incorporar como herramienta permanente la limpieza que es conocida como el conjunto de procedimientos que se ven involucradas con operaciones de limpieza como precaución en contra de la corrosión, conservación de los equipos, acondicionamiento cromático y señalización adecuada de los equipos.

En estos procedimientos de limpieza se exonera a la limpieza de los depósitos de lubricantes ya que este procedimiento pertenece a las atribuciones de la lubricación.

Figura 11. **Procedimiento que conforman la limpieza**



Fuente: RODRÍGUEZ, Rolando. *Manual de mantenimiento para control interno*. p. 160.

Además, se deberán complementar con otras técnicas empleadas en los programas de mantenimiento, también llamadas visitas, las cuales son comúnmente reconocidos como verificaciones o también conocidas como inspecciones y estas son ejecutadas cronológicamente en el equipo o instalaciones únicamente con el fin de revisar su estado en general.

Para poder ser catalogado como uva visita, debe de cumplir con las siguientes características:

- Realización de pequeñas reparaciones.
- Deben ser rápidas.
- Deben ser utilizadas como métodos no destructivos.
- Se deben verificar las inspecciones en el área de trabajo.
- No deben ser desarmadas las maquinas en áreas muy complejas.

La lubricación es catalogada como una de las operaciones más importantes en el ámbito del mantenimiento preventivo. De una lubricación correcta depende la vida útil de un equipo, esto debido a que un porcentaje significativo de fallas son producidas por lubricaciones realizadas incorrectamente.

La planeación de una lubricación inicia en la información otorgada al comprador por el fabricante de los equipos en cuanto a la determinación de los puntos que necesitan lubricante, programación de la aplicación, tipo de lubricante, limpieza y cambios de piezas, viscosidades, entre otros. Con estos datos y concordando con las condiciones del trabajo, se continua con la normalización de los lubricantes.

Contar con todos los lubricantes, aceites y grasas recomendados por los fabricantes para un mantenimiento, necesitaría de tener una existencia muy variada y grande, es por esto, que se da la dificultad de adquisición y el encarecimiento de las operaciones. Para poder tener una normalización se debe tener trazabilidad de las propiedades de los lubricantes necesarios según especificaciones del fabricante.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE FORMULACIÓN**

### **2.1. Descripción de la situación actual del área de formulación**

El área de formulación de la embotelladora actualmente cuenta con cuatro tanques de almacenamiento, que cuentan con un agitador que funciona cada vez que el mismo se programa, además cuenta con un *almix*, el cual tiene como objetivo la disolución de cada uno de los ingredientes utilizados para el proceso.

También se posee un sistema de saneamiento CIP el cual consta de tres tanques que tienen como objetivo realizar una limpieza profunda de las tuberías y los equipos que se utilizan en el proceso, se tiene un panel de control que es el cerebro de todas las operaciones, debido a que el área se encuentra automatizada, todos los procesos son manejados desde el panel de control, desde el abrir y cerrar una válvula hasta enviar el producto al área de llenado, se cuenta con una pequeña área equipada de instrumentos de laboratorio que son utilizados para realizar los detalles de cada una de las fabricaciones de productos, ya que se necesita que cada paso se realice con exactitud y eficiencia.

El área cuenta con una pequeña bodega en donde se encuentran herramientas funcionales para los operarios que son utilizadas en diversas situaciones para poder solventar problemas que puedan presentarse y necesiten ser resueltos con urgencia, también cuenta con equipo para trabajo en alturas, ya que las normas de seguridad en el área son bastante estrictas, y cuando se quieren realizar revisiones en los tanques de almacenamiento por ejemplo, se necesita de este equipo ya que existe riesgo de caída al momento de realizar la verificación, se cuenta con dispensadores de gel antibacterial, guantes y

mascarillas en las dos puertas de ingreso y egreso al área debido a las rigurosas normas de higiene e inocuidad, además se cuenta con un pallet el cual es utilizado para el traslado de toda la materia prima que continuamente se utiliza para cada formulación que se efectúa.

El área de formulación funciona periódicamente, ya que sin importar que la embotelladora trabaje durante las 24 horas del día, no quiere decir que el área de formulación de jarabe funcione todo el tiempo, esta área se rige a el programa que semanalmente es brindado por el área de producción, trabajando de una forma variada, el área cuenta actualmente con cuatro especialistas del área que son los encargados de llevar a cabo todas las operaciones y controles en el área, esto debido a que toda el área en general se encuentra automatizada, estos especialistas trabajan por turnos de manera que únicamente hay una persona a cargo del área cada turno, los turnos son de 12 horas cada uno, además ellos se encargan de formular en el área todo lo que requiere el programa en el lapso de su turno, además toman 15 minutos para entrega de turno, cada cambio de turno.

Cada proceso de formulación desde el inicio hasta el fin dura un tiempo aproximado de entre 1 a 2 horas dependiendo que producto se formulará y qué cantidad, el tiempo anteriormente mencionado es un promedio de los tiempos que se demora. El especialista debe de proceder a realizar dos tareas importantes al finalizar la formulación de un producto. La primera es llenar los formatos en donde especifica cada producto que se utilizó, peso, número de lote, color, cantidad, entre otros.

La segunda tarea importante, es la carga de los datos en una base de datos llamada SAP en la que se almacenan todos los registros y la información detallada de la formulación del producto, quien realizo la formulación, que día, a qué hora, que cantidad, que materiales se utilizaron, que equipos, todos y cada

uno de los detalles, esto con el objetivo de poseer toda la trazabilidad del producto fabricado.

### **2.1.1. Descripción de los equipos**

Se presentan los equipos significativos y que influyen en el proceso de producción con alto índice de participación, donde se puede aplicar la mejora continua esperada.

#### **2.1.1.1. Almix**

El Almix es un equipo, que se encuentra en el área de formulación, el cual es utilizado para realizar las mezclas de los insumos necesarios en el proceso, este equipo aporta su movimiento y diseño a la homogenización de cada uno de los insumos que es mezclado con agua tratada y a su vez, envía el producto homogenizado por medio de una bomba al tanque que se está utilizando.

Además, en cada proceso de formulación es utilizado aproximadamente durante un periodo de 60 a 90 minutos normalmente ya que regularmente el departamento de producción solicita entre 15 a 20 unidades de la bebida no carbonatada que se necesita, de ser un caso especial, el equipo funciona durante más tiempo, pero siempre lleva un tiempo aproximado de 3 a 5 minutos de formulación y mezcla por insumo.

#### **2.1.1.2. Tanques**

Los tanques, son recipientes que sirven para almacenar el producto, además, poseen un funcionamiento de agitadores, ya que al finalizar cada



formulación y recibir el producto formulado, además de almacenarlo, deben agitarlo durante 20 minutos previo a trasladar el producto a la llenadora.

El área de formulación cuenta con 4 tanque con capacidad de 25 000 galones cada uno, y por lo general el área utiliza un tanque por proceso, y en su máximo utilizan dos tanques, los otros tanques sirven como un factor de seguridad ya que se deben realizar los saneamientos y los mismos requieren de un tiempo específico y no se puede permitir el retraso en los procesos.

#### **2.1.1.3. Válvulas Think Top**

Las válvulas tienen como función habilitar o cerrar el paso de una sustancia, en este caso las válvulas que se utilizan en el área de formulación son las válvulas Think Top, las cuales tienen como función habilitar o deshabilitar el paso del jarabe de un equipo a otro o de un tanque a otro, lo que caracteriza estas válvulas es su gran tecnología ya que pueden realizar aperturas en fragmentos de área reducidos, además brindan una descarga de presión de ser necesaria al someter a la tubería a una presión sumamente alta, esto como factor de seguridad, y así evitar cualquier riesgo al que pueda someterse la tubería, otra característica de estas válvulas es su fácil y profundo saneamiento ya que su sistema independiente permite que esto sea posible.

#### **2.1.1.4. Tanques de saneamiento**

Es el recipiente que almacena cualquier tipo de sustancia que tiene como fin limpiar alguna zona de cualquier tipo de contaminación dada en ese lugar, este es el caso de los tanques de saneamiento que se poseen en el área de formulación, los cuales son utilizados para la limpieza de las tuberías, tanques y equipos utilizados en el proceso, el área cuenta con tres tanques en el primero

se contiene agua caliente, en el segundo se contiene Advantis, una sustancia que es utilizada como limpiador; en el tercer tanque de saneamiento contiene Vortex otra sustancia utilizada como limpiador.

#### **2.1.1.5. Sistema CIP**

Cuenta con los 3 tanques de saneamiento, como fuente principal para realizar el proceso, sin embargo, estos tanques no tendrían ninguna función sin el sistema CIP, este sistema brinda una serie de parámetros lo cuales están estandarizados para poder cumplir con las normas de higiene e inocuidad de los equipos, en este sistema el operario únicamente se encarga de revisar que los parámetros cumplan con los establecidos, tanto en temperatura, tiempo y presión, para poder ejecutar el saneamiento de forma correcta y óptima.

#### **2.1.1.6. Panel de control**

El panel de control del área de formulación, es el cerebro de todo el lugar; es una herramienta que permite dar funcionamiento a un conjunto de operaciones de manera optimizada y sintetizada en un grupo de comandos específicos.

El panel de control del área, es la herramienta donde se da el inicio y fin de cada operación, donde se pone en funcionamiento cada equipo, en él se brinda una bitácora de la situación en la que se encuentra cada equipo y su rendimiento en el funcionamiento, a partir del panel se da la ejecución de todos los procesos que se realizan en el área, este panel es utilizado por el especialista a cargo del área, quien es el responsable de ejecutar cada tarea y el proceso en general; cada subprocesos del área está vinculado al panel de control y en él se puede dar una ejecución predeterminada o una modificación para dar una ejecución del proceso de manera manual.

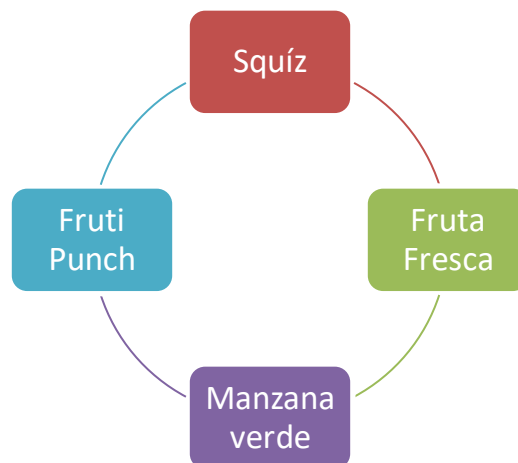
## 2.2. Descripción de la distribución de tubería

El área cuenta con tubería de acero inoxidable, esta tubería permite cumplir con las normas de higiene e inocuidad del producto, también permite que el producto se pueda distribuir a las áreas que quiere ser llevado a una temperatura deseada ya que debido a que el área es sometida a temperaturas frías por los aires acondicionados instalados, las tuberías de acero inoxidable guardan la temperatura fría y permiten que el producto sea distribuido y conducido en ellas a las temperaturas frías deseadas.

## 2.3. Descripción del producto

Las bebidas no carbonatadas producidas en la Embotelladora, son procesadas en el área de formulación de jarabe y produce una variedad de bebidas no carbonatadas, algunas de ellas son descritas a continuación:

Figura 12. **Bebidas no carbonatas producidas en la embotelladora**



Fuente: BAUTISTA, Osmar. *Catálogo de productos a granel*. p. 18.

El producto es fabricado y distribuido en toda la república y centro américa, es un producto realizado a base de jarabe simple, concentrados, colorantes, ácidos entre otros, a continuación, se detalla cada uno de los procesos que se realizan para obtener el producto terminado.

### **2.3.1. Preparación del jarabe terminado**

El jarabe terminado, conlleva una serie de procesos previos para poder ser llegado a realizar, estos procesos están seccionados en diferentes áreas de la Embotelladora, para poder obtener un jarabe terminado de buena calidad, este debe ser sometido a diferentes controles de calidad, de higiene e inocuidad, es por esta razón que se realiza una serie de pasos obligatorios para que cada proceso pueda ser realizado, uno de ellos es la aprobación del área de calidad al finalizar cada proceso realizado.

La preparación del jarabe terminado es la combinación de todos los concentrados e ingredientes juntamente con el jarabe simple.

#### **2.3.1.1. Jarabe simple**

El jarabe simple es la parte más importante del jarabe terminado, ya que es el que le da la esencia a todo el producto en general. es la combinación de azúcar con agua tratada. Pero para la realización del mismo se necesita de varios subprocesos. La azúcar utilizada para el proceso es almacenada en la bodega de materia prima, la misma esta almacenada en jumbos de 12 000 lb que son denominados cargas.

Inicialmente se llena la marmita a utilizar con agua tratada y se calienta hasta una temperatura de 80 °C, luego el azúcar almacenada en jumbos que se

encuentra en el área de materia prima es transportada por medio de un montacargas a la primer área, la cual es conocida como tolva de azúcar, el jumbo de azúcar es colocado en la tolva por medio de un polipasto que lo eleva y lo coloca en el punto exacto, la cual tiene como lugar final una marmita en la cual se depositan 12 cargas tipo jumbo, además se agregan 30 lb de carbón E, 30 lb de carbón activado y 10 lb de tierra diatomácea, el carbón E es colocado en la tolva luego de las primeras dos cargas, el carbón activado es colocado en la tolva luego de 6 cargas de azúcar depositadas y la tierra diatomácea es colocada en la tolva, luego de 8 cargas de azúcar depositadas; todo el producto depositado en la tolva, es enviado por medio de una bomba a la marmita que se utilizará, ya que la planta cuenta con dos.

Estando el azúcar en la marmita que también posee agua tratada se disuelve y se espera que alcance los 80 °C, luego de alcanzar la temperatura deseada se deja agitando durante 30 minutos más a temperatura de 80 °C.

El siguiente paso es filtrar el jarabe simple con el carbón disuelto anteriormente y la tierra diatomácea, esto se hace con el objetivo de quitar colores, olores y sabores y así lograr convertir el jarabe en transparente, para poder cumplirlo el jarabe debe ser sometido a 3 procesos de filtración.

El primer proceso de filtración es por medio del filtro de carbón y la tierra, en este primer filtro se realiza la separación de los carbones y la tierra del jarabe simple. El segundo proceso de filtración se realiza en un filtro de cambio de temperatura, el jarabe es conducido por medio de la tubería de acero inoxidable e ingresa por un extremo del filtro a temperatura de 80 °C y sale por el otro extremo a temperaturas entre 2 a 10 °C.

El tercer proceso de filtración es a base de rayos UV, los cuales son colocados en la trayectoria del jarabe simple al tanque de almacenamiento para poder llevar su último proceso de filtración, en donde se mata cualquier partícula o bacteria que pudiera existir luego de los dos procesos de filtración anteriores.

Al finalizar los procesos de filtración, el jarabe simple es almacenado en un tanque, y allí el comodín que es el operario a cargo de medir el brix de los jarabes, toma una muestra del jarabe simple y lo analiza, luego de someterlo a un análisis y verificar que el mismo este en el rango de aprobación, se comunica con el departamento de calidad, que envía a un auditor el cual realiza nuevamente el análisis, esto con el fin de cumplir con los controles de calidad, al ser aprobado por el auditor, este lo libera y permite que el jarabe sea enviado al área de formulación.

#### **2.3.1.2. Concentrado**

Es una sustancia líquida, cuyos componentes sólidos se encuentran acumulados en una alta proporción. Esta sustancia es vital para la fabricación de bebidas y este es elaborado a partir de sustancias de origen sintético o natural, con o sin pulpas de fruta o con o sin jugo y diluyentes inocuos. Es utilizado para brindar o incrementar el sabor y aroma de una bebida mediante una dilución adecuada.

Figura 13. **Aporte del concentrado a la bebida**



Fuente: MARTÍNEZ, Alex. *Control interno de calidad*. p. 9.

Por lo general el concentrado está formado de una variedad amplia de componentes:

- Acidulante
- Sabor
- Aditivos

El acidulante, es utilizado primordialmente por sus propiedades químicas para conservar los alimentos y reducir las variedades de microorganismos que podrían darse; además aporta la intensidad, característica de los refrescos normalmente basados en ácido cítrico o fosfórico.

El sabor posee las esencias y los aceites que producen las bases de los sabores de las bebidas. Los aditivos son sustancias adicionales que se distinguen por fórmula del producto.

Luego que el jarabe simple fue fabricado en el departamento de jarabes, el especialista a cargo del área de formulación, solicita el jarabe simple necesario para la formulación de una bebida no carbonatada, indica qué tanque del área utilizará, e inmediatamente el jarabe es transportado por medio de la tubería y se deposita en el tanque que se utilizará, posteriormente el especialista procede a identificar, que insumos necesita para fabricar la bebida, dependiendo del sabor y de la cantidad que formulará, luego que identifica y clasifica el producto, por medio de una pallet transporta cada uno de los insumos al área de formulación.

Inmediatamente debe realizar la verificación con la pesa la cantidad de cada producto y registrar los lotes y especificaciones del mismo, posteriormente enciende el *almix* y lo llena de agua tratada que servirá como un apoyo para disolver cada uno de los concentrados.

El especialista se encarga de limpiar y desinfectar la cuchilla y el embudo del *almix*, para poder iniciar con la operación, seguido inicia a disolver cada uno de los insumos, uno por uno ya que debe evitar que alguno se mezcle, dado a que por sus propiedades pueden darse daños en el producto irreversibles.

Al finalizar de disolver cada uno de los concentrados, deben ser enviados al tanque de almacenamiento donde se encuentra el jarabe simple y deben encenderse los agitadores, esto con el fin de homogenizar el jarabe simple con los concentrados y ácidos y obtener así el jarabe terminado, el cual será almacenado en el tanque, hasta que la llenadora solicite el producto para continuar con el proceso.



### 2.3.1.3. Insumos

Un insumo es todo lo que está en disponibilidad para su utilización en el desarrollo de la vida humana, lo que se encuentra en la naturaleza, hasta lo que el ser humano a fabricado, eso quiere decir que es la materia prima de algo. Existen diferentes tipos de insumos, desde los insumos básicos, hasta los insumos necesarios en un proceso.

Tabla III. **Insumos que forman parte de los costos en la embotelladora**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Electricidad	Insumo básico y necesario para que los equipos y toda la planta en general funcione, sin ella es imposible que los equipos y la planta funcionen, ya que los motores eléctricos, sensores, la iluminación necesitan de ella. Es un recurso necesario dentro de la Embotelladora.
<i>Bunker</i>	Combustible utilizado por parte de la caldera ya que este brinda calor al agua para calentarla y posteriormente ser utilizada en el proceso.
Mano de obra	En el área de producción, la mano de obra es referente a los operarios encargados del área de formulación y la línea de llenado, ya que operan y administran la producción del producto, son encargados de los equipos y de las tareas que necesiten el recurso humano. Por otra parte, el departamento de mantenimiento es un claro ejemplo ya que necesiten de recurso humano para poder reparar los equipos que fallen, o necesiten de la modificación de algún parámetro para la producción.

Continuación de la Tabla III.

Otros insumos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Azúcar</li><li>• Azúcar sulfitada</li><li>• EDTA</li><li>• Sucralosa</li><li>• Ecosweet</li><li>• Benzoato de sodio</li><li>• Sorbato de potasio</li><li>• Citrato de sodio</li><li>• Goma xanthan</li><li>• Ácido cítrico</li><li>• Sabor melaza</li><li>• Citrus punch flavor emulsión</li><li>• Saborizante</li><li>• Edulcorante</li><li>• Concentrado</li><li>• o Enturbiantes m-14 012</li></ul>
---------------	--

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

## **2.4. Descripción del proceso de limpieza del área**

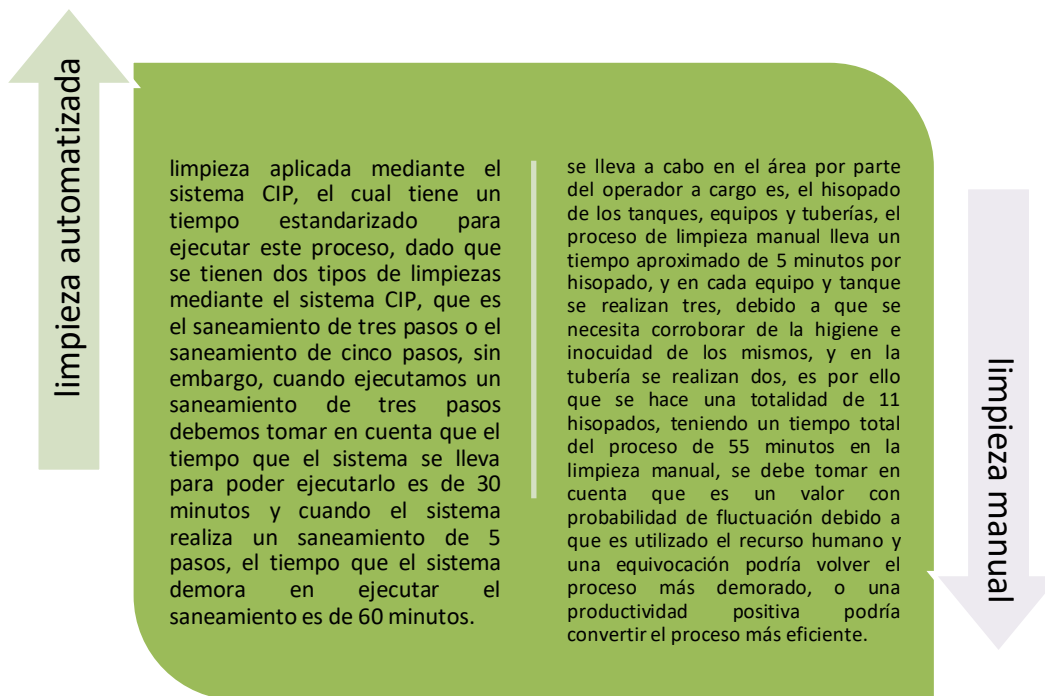
Se emplean un conjunto ordenado de procesos ya establecidos, que cumplen con la finalidad de optimizar el tiempo requerido para realizar la limpieza de un área específica, asignando personal capacitado que trabaje de forma ordenada, secuencial y respetando los estándares de calidad requeridos por la empresa.

### **2.4.1. Tiempo de limpieza**

Se realiza de dos formas, limpieza manual y limpieza automatizada. La limpieza tiene un tiempo predeterminado para poder ser ejecutada, existe un tipo de oscilación en el tiempo de limpieza manual, no obstante, en el tiempo de

limpieza automatizada, que es por medio del sistema CIP, brinda un parámetro de tiempo estandarizado el cual debe de cumplirse en su totalidad.

Figura 14. **Diferencias por procesos en la acción de limpieza**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

#### 2.4.2. **Temperatura de limpieza**

El proceso de limpieza, cuenta con una temperatura estándar requerida, y de igual manera se necesita de una temperatura específica para la limpieza manual y la limpieza automatizada. Esto con el objetivo de cumplir con los controles de calidad y los requerimientos del proceso.

- Limpieza manual

Para los hisopos que se utilizan en el proceso de hisopado, se requiere una temperatura de entre 0 a 8 °C, debido a que a esta temperatura el hisopo conserva las muestras obtenidas del equipo analizado, previo a realizar el análisis de los mismos, es por ello que posteriormente a obtener la muestra en el hisopo se debe proceder a almacenar el hisopo en el cuarto frío hasta ser analizado.

- Limpieza automatizada

En el sistema CIP, se encuentra un parámetro de temperatura que debe ser cumplido, esto debido a que de no ser así el saneamiento no es realizado de la forma correcta, dado a las sustancias limpiadoras que el sistema maneja y para que sus propiedades químicas sean conservadas, el proceso debe ser ejecutado a una temperatura entre 23 a 28 °C con un promedio de 25 °C, estos parámetros deben ser cumplidos con exactitud, de ser lo contrario se debe realizar nuevamente el saneamiento.

### **2.4.3. Presión utilizada en la limpieza**

Las instalaciones cuentan con suministro abundante de agua fría y caliente con suficiente presión, trabajando con una bomba de presión de 50 lb, además se mantiene el equilibrio de cloro residual entre 0 a 6 y 1,5 ppm.

## **2.5. Recursos**

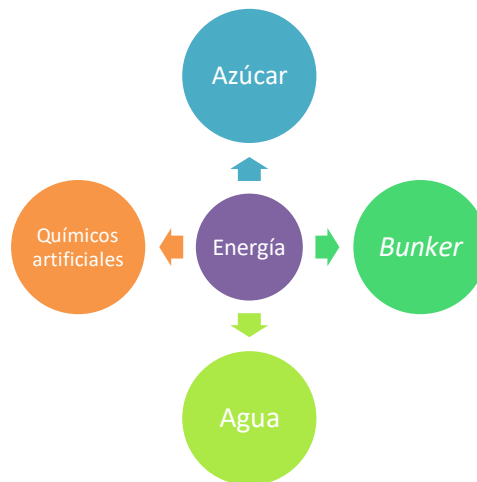
Los recursos empleados por la embotelladora presentan deficiencias en abastecimiento, control de calidad y altos índices de precios de adquisición,

además se han presentado lotes incompletos que se deben regresar al fabricante.

### 2.5.1. Materia prima

Los recursos de mayor uso y circulación dentro de las líneas de producción son productos de origen mineral, vegetal o animal, son empleados mediante la transformación de procesos internos que permiten integrarse en cantidades y dosificaciones ya establecidas por la compañía.

Figura 15. **Materias primas de mayor tránsito en producción**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

### 2.5.2. Insumos

La empresa requiere de un número limitado de insumos primarios para producir la mayoría de sus productos finales, por lo cual se autorizó nombrar los primeros tres principales. En la tabla cuatro se utilizó información del control de inventarios de la Embotelladora La Mariposa.

Tabla IV. **Insumos principales empleados por la embotelladora**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Concentrado	Brinda al producto la esencia de lo que se desea fabricar, brindando un aporte significativo, al color, olor y sabor de la bebida no carbonatada.
Colorante	Brinda a la bebida no carbonatada el color que se quiere alcanzar en la misma, dependiendo de la bebida que se esté elaborando.
Ácidos	Los ácidos tienen diferentes funciones en las bebidas, algunas de estas son brindar un aporte a la conservación y consistencia de la misma, además elevar su calidad y sabor.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### **2.5.3. Herramientas**

Es un medio o instrumento que facilita la realización de ciertas tareas. Fueron diseñados con el objetivo de optimizar la tarea facilitando la realización de las mismas.

El en área de formulación se cuenta con diferentes herramientas que brindan un aporte significativo al desarrollo de las operaciones, algunas de ellas se detallan a continuación.

Tabla V. **Herramientas principales empleadas por el personal de mantenimiento**

ITEM	DESCRIPCIÓN
Navaja	Es una herramienta filosa, que por lo general es utilizada para cortar. En el caso del área de formulación el operador utiliza la navaja, para poder cortar las bolsas o cajas en donde se encuentran los insumos y materias primas y poder tener acceso a ellas, además el empaque primario de los mismos es cortado por medio de la navaja para volver fácil y rápido el proceso.
Llave maneral	Esta es una herramienta, utilizada para la apertura de los botes de concentrado, Sabor, colorante, entre otros. Debido a que el sello que poseen es sumamente fuerte y realizarlo de forma manual, retrasa el proceso, es por ello que se aplica esta herramienta que vuelve el proceso más rápido y reduce la fatiga del operario significativamente.
Llave de tubería	Es una herramienta, que se utiliza para poder quitar y poner las conexiones de las tuberías, debido a que al realizar los saneamientos o utilizar las tuberías para enviar el producto se deben realizar los cambios de conexiones en las tuberías y es gracias a esta llave que se realizan de forma eficiente y correcta, ya que si no se aprieta bien puede ocasionarse un derramamiento de producto lo que provocaría pérdidas. Es por ello, que esta herramienta es de suma importancia.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

## 2.6. Seguridad e higiene industrial

La embotelladora posee programas efectivos que se ejecutan a diario dentro y fuera de las instalaciones, los operarios sin importar el grado o rango administrativo interno están sujetos a conocer y aplicar el conjunto de normas ya establecidos y existente.

### 2.6.1. Equipo de protección personal

Es un equipo especial que utilizan los empleados de la Embotelladora, al momento de ingresar a la planta, con el fin de resguardar su vida, Es una barrera que reduce exponerse físicamente, así como, reduce la probabilidad de propagar microbios. El EPP aporta una prevención a la prevención de sufrir daños irreparables al momento de ser sujeto a un accidente.

La Embotelladora posee un equipo de protección personal amplio y complejo, debido a que se busca salvaguardar la vida de todos los empleados. Es por ello que se protegen los sentidos, las manos y los pies; el equipo de protección utilizado en la Embotelladora se detalla a continuación:

Figura 16. **EPP empleado dentro de las instalaciones**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.



### **2.6.2. Señalización industrial**

La empresa realiza esfuerzos y gastos administrativos ya incluidos en los costos de operación para garantizar que su personal posea señalización industrial en su ropa, accesorios e implementos de trabajo.

Además, las áreas de tránsito se encuentran señaladas con algunas pocas deficiencias, las paredes poseen los rótulos necesarios que permiten orientar a sus trabajadores para evitar accidentes industriales.

### **2.6.3. Extintores contra incendio**

Todo el complejo posee extintores de categoría A contra incendios, para poder ser utilizados contra un incendio que consuma papel, químicos o líquidos inflamables, estos son responsabilidad exclusiva de una empresa externa a la cual se realiza el servicio tercerizado del control y manejo óptimo de estos depósitos, también la empresa otorga capacitaciones acerca del uso y manejo adecuado de los mismos.

## **2.7. Análisis de desempeño**

Se recurre a los datos otorgados por la embotelladora, lo crítico de esta parte de trabajo es la selección de información clasificada por lo tanto se tomará en consideración la relevante y la cuál fue autorizada para poder trabajar.

### **2.7.1. Estándares de la calidad**

Los niveles de calidad en el procesamiento de fabricado, envasado, almacenaje y distribución de los productos ya mencionados se encuentran con

ranking de aceptación del 96 %, ya que posee pocas quejas o faltas graves en la cadena de procesamiento y suministro.

Figura 17. **Parámetros que rigen el estándar de calidad**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Dado esto el área de formulación cuenta con estándares de calidad para la elaboración de sus productos, estos estándares son evaluados por el departamento de calidad de la embotelladora, desde la elaboración del jarabe simple, concentrados, entre otros. Hasta el empaquetado y sellado del producto terminado.

### 2.7.1.1. Resultados del proceso

Los resultados del proceso en cuanto a los estándares de calidad evaluados por el departamento de calidad en el área de formulación de la embotelladora, son de suma importancia ya que, dependiendo de estos resultados, el departamento decide si el producto es liberado o se restringe su liberación por incumplimiento de algún estándar, los estándares evaluados por este departamento en el área de formulación son los siguientes:

Tabla VI. Tipo de evaluación ejecutada en tres procesos diferentes

ITEM	DESCRIPCIÓN
Jarabe simple	Se realiza una medición por parte del departamento de calidad, para verificar los estándares de calidad del mismo, el proceso al cual es sometido es por medio de un auditor que se dirige al área y toma una muestra del jarabe por medio de un <i>beaker</i> , posteriormente el auditor se dirige al laboratorio de calidad y somete la sustancia extraída a una serie de pruebas en donde la sustancia, debe de encontrarse en un rango de 55 a 60 de brix.
Formulación	Se deben realizar todas las tareas por parte del operario hasta llegar al paso final, que es el almacenamiento de la fórmula en el tanque agitando durante 20 minutos, posteriormente el operario solicita por medio de radio al departamento de calidad, que se realice la medición de los estándares de calidad de la fórmula, en donde se verifica el estándar de su color, olor y brix; posteriormente el auditor se dirige al área de formulación y extrae del tanque por medio de un <i>beaker</i> , 3 ml de sustancia y se dirige al laboratorio de calidad, allí somete la sustancia a las pruebas requeridas en donde verifica los estándares de su color, olor y brix, en donde el brix debe encontrarse en un rango de 7,10 a 7,45.

Continuación de la Tabla VI.

Insumos	Para los insumos, en donde se encuentra el concentrado, colorante, ácidos, azúcar, entre otros. también se realiza un análisis de los estándares de calidad de los mismos previo. Por ejemplo para el caso del azúcar, al llegar a la bodega de materia prima y ser almacenado, un auditor de calidad se dirige al lote que ingreso y toma muestras, las cuales lleva al laboratorio de calidad allí realiza las mediciones de los estándares de la misma en donde verifica su densidad de filtración 1 y filtración 2, además también mide el brix al mezclarla con agua tratada, el cual debe de estar entre 50 a 52, esta operación es realizada para cada una de las materias primas como factor de seguridad del producto.
---------	---

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

#### **2.7.1.2. Resultados de la línea**

En la línea, también se miden los estándares de calidad de los recipientes, tapones, etiquetas y empaques, ya que la presentación física del producto es necesaria, para llamar la atención de los clientes y debe cumplir con los estándares que la embotelladora solicita.

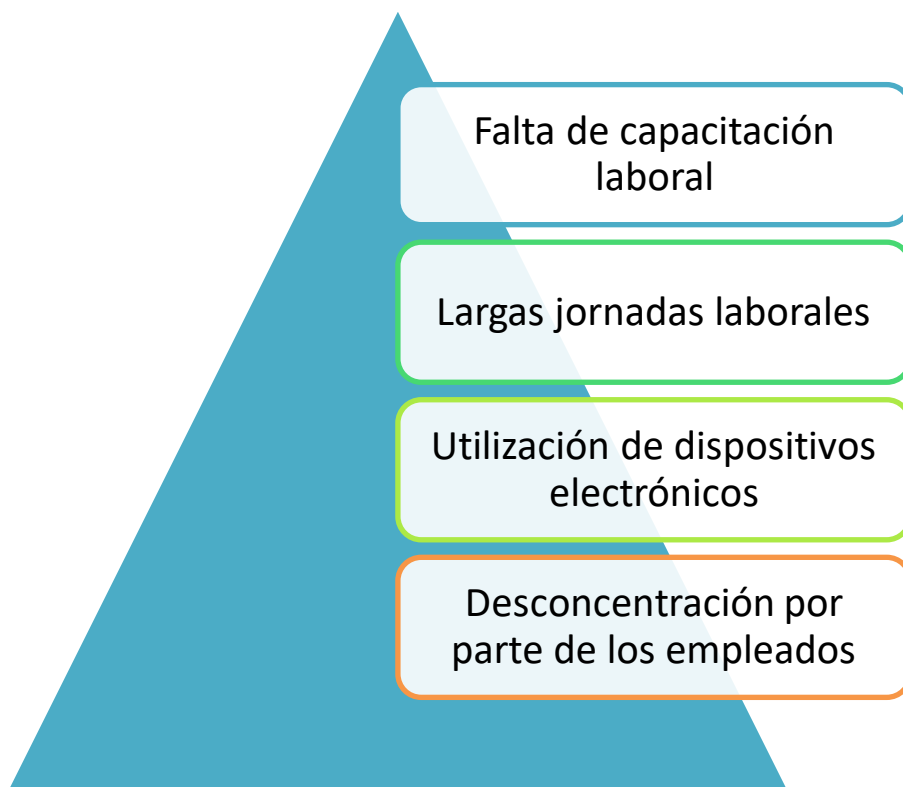
#### **2.7.2. Factores que afectan la producción**

Un factor que afecta la producción es toda acción o recurso que limita el óptimo funcionamiento del área en general, ya que provoca retrasos o ineficiencias en la fabricación de un producto o servicio. Además, son considerados enemigos de la producción y se busca continuamente erradicarlos en su totalidad, ya que de ellos depende si el proceso mejora o no, si el proceso

se vuelve más eficiente o continua igual, también pueden causar atrasos imprevistos e incluso pérdidas significativas en la elaboración de un bien o servicio.

En el área de formulación de la Embotelladora, también, existen factores que afectan la producción y han sido identificados paulatinamente, no obstante, la Embotelladora se encuentra en una búsqueda constante de erradicar los mismos ya que su objetivo es una mejora continua.

Figura 18. **Factores que afectan la producción**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

### **3. ANÁLISIS DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FORMULACIÓN PARA EL RENDIMIENTO**

#### **3.1. Entorno del área de formulación**

El área de formulación cuenta con un grupo de normas de higiene e inocuidad debido a que en esta área se realiza la elaboración de las bebidas no carbonatadas que posteriormente son enviadas a través de la tubería a la línea 11 en donde se llena el producto en las diferentes presentaciones. El área está equipada con maquinaria moderna, la cual necesita de una buena iluminación, ventilación, temperatura adecuada, seguridad y un ruido controlado que no afecte el desempeño del operador en el área, además se debe tomar en cuenta que es obligatorio el uso del EPP.

##### **3.1.1. Iluminación**

El área cuenta con iluminación de tipo led, la cual es distribuida de manera óptima en el área en 8 lámparas las cuales tienen forma tubular.

La iluminación Led es una de las iluminaciones más modernas que existen hoy en día, es importante saber que un led es un diodo semiconductor que posee la capacidad de emitir luz. En el área de formulación se han evaluado varias ventajas que son de beneficio significativo para el desempeño del área y aumentar su eficiencia y productividad.

Figura 19. **Ventajas de emplear luz led**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

### 3.1.2. **Ventilación**

El área de formulación cuenta con una ventilación óptima para el proceso que se realiza en dicha área, esto debido a que el producto necesita de una temperatura específica, para la ventilación del área se utiliza un aire acondicionado completo de 60 BTU que tiene como objeto el enfriamiento y la ventilación del área de solución.

El aire acondicionado se sabe que es un sistema que brinda la capacidad de poder configurar la temperatura en cierto lugar dependiendo el parámetro que se le dé al mismo. Ya que da la temperatura del habitáculo y a la misma vez lo

deshumidifica. También se sabe que el aire acondicionado es el sistema de refrigeración del aire que es utilizado para poder brindar la temperatura deseada en el área que se requiere. Es un sistema que brinda una renovación permanente del aire.

El funcionamiento del mismo se da gracias a la puesta en circulación del aire en un espacio cerrado. Se toma en cuenta la variación que se da en la humedad y en la temperatura partiendo del ingreso de aire frío y la salida de aire caliente. Es importante saber que existen dos tipos de aire acondicionado: Los autónomos y los centralizados. Dado que los autónomos son los más comunes, siendo estos los que se colocan en viviendas, locales, entre otros. Los centralizados a su diferencia tienen dependencia de un sistema central siendo esta una caldera que recibe y brinda específicamente el aire necesitado. Los aires son utilizados para la calefacción y el enfriamiento del sitio dependiendo de sus necesidades.

### **3.1.3. Temperatura**

En el área de formulación de Jarabe, la temperatura es algo necesario y vital para el proceso, esto debido a que juega un rol sumamente importante en el proceso realizado.

Los parámetros de temperatura utilizados en el área de formulación están entre 21 a 22 °C, ya que es la temperatura requerida para la formula procesada, es un parámetro específico que debe cumplirse para que el producto cumpla con las normas de calidad e inocuidad del mismo.

Estos grados se mantiene, gracias a la ventilación instalada en el área ya que permite que cada rango de temperatura este controlado y estable.



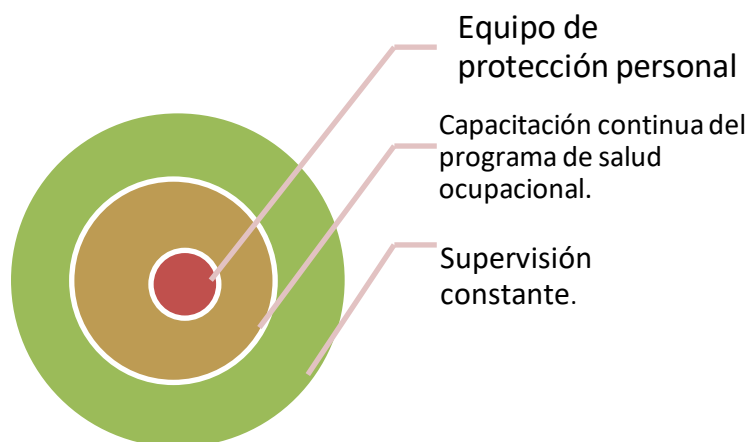
### 3.1.4. Ruido

En el área existe ruido producido por los diversos equipos que se encuentran en funcionamiento en el área, válvulas, tanques y procesos de formulación. Esto genera un ruido de 75 a 85 decibeles, superando los niveles permisibles a la salud ocupacional, la empresa que se encuentra comprometida con la salud de su personal, los ha dotado de orejeras protectoras para mitigar la exposición al estrés de este ruido.

### 3.1.5. Seguridad

Se observó que los índices de seguridad se encuentran en rangos óptimos, estableciendo protocolos de prevención ante el riesgo de un peligro a la salud humano de sus colaboradores, estableciendo reglas básicas y fundamentales.

Figura 20. **Reglas básicas de seguridad en el área**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

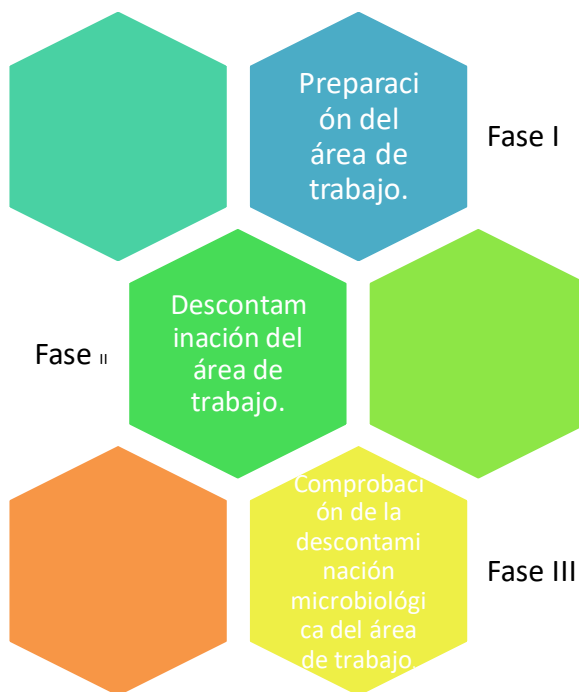
### 3.2. Sistematización

Para la empresa su objetivo es lograr obtener la conformación de un sistema homogéneo y específico que se interrelacione por diferentes elementos con reglas, métodos y datos sobre el asunto que se desea ordenar, clasificar y llevar a cabo para implementar e impulsar la mejora esperada.

#### 3.2.1. Área de formulación

Previa a la etapa de producción el área de formulación se encuentra conformado por sub procesos implícitos con el siguiente orden.

Figura 21. **Subprocesos del área de formulación**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

- Preparación del área de trabajo

El tipo de producción de los jarabes inicia con la asignación de balanzas analíticas debidamente señalizadas con guías de inspección sobre el batch que se va a producir, el operario responsable y asignado a esta operación hace uso de su guía de trabajo ya diseñado por el departamento de producción, dividiendo responsabilidad con bodega de insumos para proveer el volumen adecuado y requerido para continuar los demás procesos.

- Descontaminación del área de trabajo

Previo a la descontaminación se realiza una limpieza profunda las paredes, techos, suelos y mesas de trabajo, para realizar ese tipo de limpieza se emplea detergente de grado vegetal, agua de la planta propia e hipoclorito de sodio al 3,5 % v/v, también se lava la cristalería y se limpia el equipo con el material que se emplea en la producción de los jarabes.

Para la descontaminación se emplea gases de formaldehído con la siguiente formulación.

Tabla VII. **Contenido del gas formaldehído**

ITEM	DESCRIPCIÓN
<i>Beaker</i> de 250 ml	Se pesa 17g de Permanganato de Potasio $KMnO_4$ , se añade 17 ml de formalina.
Área interna	Se debe dejar cerrada por 72 horas para que los gases actúen y no escapen.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- Comprobación de la descontaminación microbiológica del área de trabajo

La embotelladora emplea diferentes métodos, el principal que destaca es el recuento en placa, previamente a la producción se efectúa la comprobación de la descontaminación microbiológica con un tiempo de exposición por placa de 1,32 horas. Este proceso se realiza con fases y etapas establecidos por el área de seguridad industrial, establecido de la siguiente forma:

Figura 22. **Proceso para descontaminación microbiológica**

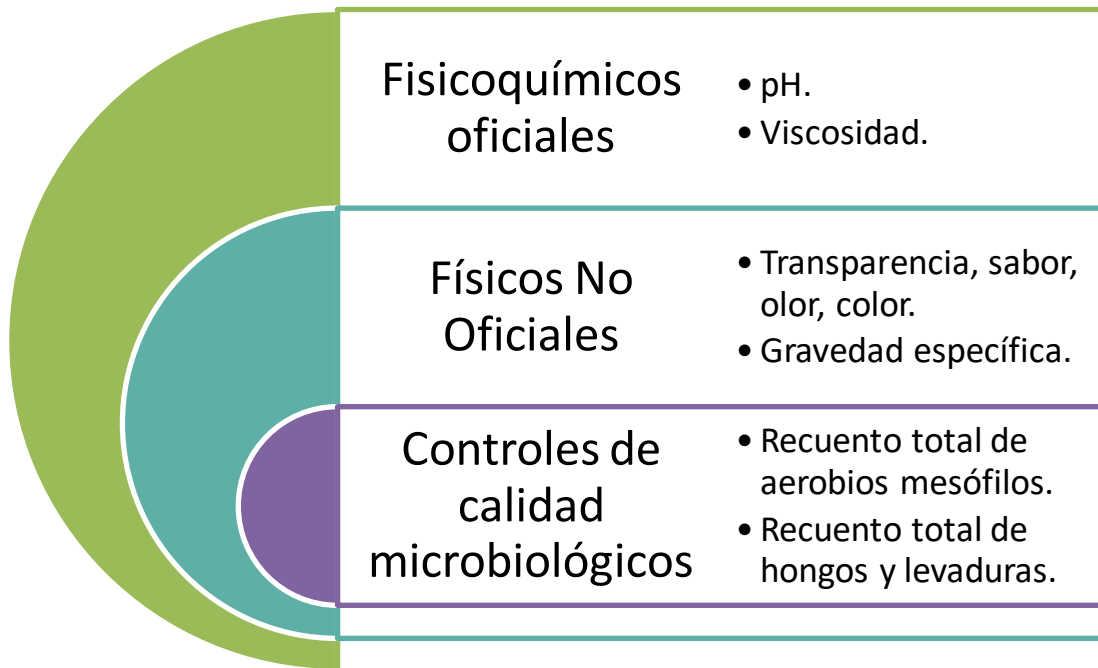


Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

### 3.2.2. Equipos

Los controles de calidad establecidos para los equipos son realizados por personas asignadas exclusivamente a esas tareas, las cuales se dividen en subtareas, haciendo mención de las más importantes y que se autorizó colocar.

Figura 23. **Control de sistematización diseñados para los equipos**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

Para los procedimientos asignados en pruebas físicoquímicas oficiales, se define el pH como el valor dado por un instrumento potenciométrico adecuado, con nivel de estandarización apropiado, capaz de replicar los valores de pH de hasta 0,002 unidades utilizando un electrodo indicador sensitivo hacia la actividad del ion hidrógeno.

### 3.2.3. Mano de obra

La relación de mano de obra en esta etapa es conformada por 8 operarios por turno de producción, velando por bebidas carbonatadas y bebidas energizantes, con índices de producción sostenibles.

Fórmula 1

$$Productividad MO = \frac{\text{producción real al día}}{\text{número de operarios al día}}$$

- Bebidas carbonatadas

$$Productividad MO = \frac{297\,600 \frac{\text{botellas}}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{24 \text{ días}}}{8 \text{ operarios}} = 1\,550 \frac{\text{botellas}}{\text{op. día}}$$

- Bebidas energizantes

$$Productividad MO = \frac{63\,936 \frac{\text{botellas}}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{24 \text{ días}}}{8 \text{ operarios}} = 1\,998 \frac{\text{botellas}}{\text{op. día}}$$

La sistematización con la mano de obra está comprometida por hacer uso de los tiempos efectivos en la programación de las tareas asignadas, se obtuvieron datos que reflejan porcentajes comparativos en la variación porcentual entre las bebidas carbonatadas y las bebidas energizantes, en este espacio se utiliza la información de las bebidas energizantes para obtener datos reales de cómo está la actividad laboral conforme su análisis, demostrando que sus valores están en una zona casi excelente pero no perfecta.

Tabla VIII. **Comparación de indicadores**

Indicadores	Actual		Propuesta		Variación porcentual %	
	B carbo.	Ener.	B carbo.	Ener.	B carbo.	Ener.
Producción en envases/mes	291 657	45 308	297 600	63 936	+2	+41
Tiempo de producción en segundos/tanque	2 802	3 507	2 708	3 355	-3	-4
Tiempo de ciclo en segundos	588 etiquetado	1 230 etiquetado	546 paletizado	1 078 etiquetado	-7	-14
Capacidad diseñada de envases/mes	616 000	56 000	434 000	70 000	-30	+25
Aprovechamiento %	47,35	80,91	68,57	91,34	+45	+13
Productividad de mano de obra en envases/día	1 657	2 832	1 550	1 998	-6	-29

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La tabla anterior muestra un conjunto de datos y números, que servirán para futuro, con la implementación de nuevas herramientas en la sistematización en ciertas etapas o fases que involucre la mano de obra, podría otorgar beneficios económicos a mediano paso, demostrado en las columnas finales donde la variación porcentual representa incrementos en producción y reducción en los tiempos de producción.

La empresa embotelladora, podría reducir números limitados de personas en ciertas áreas de la zona de producción, que otorgaría reducción de costos de operación, pero este personal debería ser trasladado horizontalmente dentro del organigrama a otra unidad de trabajo donde pueda seguir desarrollando su servicio hacia la empresa y optimizar su contratación.

### **3.2.4. Saneamiento**

En el área de producción, existe una persona responsable específicamente de proveer el control de calidad del proceso de elaboración de los productos terminados, ya que se encarga y responsabiliza del monitoreo y seguimiento del control total para el tratamiento de agua del proceso, además de la calidad final de las bebidas carbonatadas, paralelamente a las operaciones asignadas de limpieza y saneamiento de los equipos de producción, se apoya con un equipo responsable del control de calidad de las materias primas, para ejercer y dar respaldo en el control de calidad del azúcar líquida y concentrada.

### **3.3. Productividad**

Se consideraron diferentes aristas o elementos que conforman los procesos de productividad en sí, pero ahora se analizará la participación e incorporación del agua en la elaboración de bebidas, la cual siendo el ingrediente principal de las bebidas carbonatadas representa el 80 % de su composición total, considerándose así la base fundamental o principal en la productividad.

Además, se considera la eficacia del equipo siendo una medida de valor agregado a la producción, estableciendo así un índice de eficacia total del equipo, EGE, empleando la siguiente fórmula para lograr ser medida.

Fórmula 2

$$EGE = \text{disponibilidad} * \text{tasa de desempeño} * \text{tasa de calidad}.$$

Se emplea la disponibilidad como unidad de medida de la capacidad del uso del equipo durante un tiempo X programado, en equipos que puedan presentar saturación y trabajo permanente, también se incluye en los procesos continuos,



por lo tanto, la disponibilidad en la productividad podría estar relacionada con la eficacia de las operaciones de producción y la gestión global de los equipos en la planta de bebidas carbonatadas. Se considera también que influye otra variante importante, el tiempo perdido o los paros no programados, esto representa la fracción o porcentaje de cuánto tiempo puede disponerse del equipo para que funcione sin detenerse durante el tiempo ya programado o asignado al factor de producción.

La empresa CBC valora la disponibilidad a través de establecer el tiempo total de paradas no programadas, TPNP, entonces hacen la transición necesaria para mejorar esta disponibilidad eliminando las fuentes de errores, ajustes de arranques de las líneas de producción y la reducción del posible fallo en factor humano.

Por lo tanto el tiempo total perdido por paradas no programadas lo obtienen por medio de una formulación algebraica, sumando el total del tiempo en que el equipo o línea de producción se mantuvo detenido, junto con las averías y fallas presentadas en el turno por el equipo necesario para las operaciones, adicional a eso se incorporan los ajustes a los pedidos especiales de producción y los fallos inesperados en los equipos o fallos en los procesos, se realiza la contabilidad total de tiempo desde el momento en que se detuvo el equipo o cuando ya se ha logrado identificar el fallo, hasta que se ha logrado reparar y se reanuda la producción con el nuevo producto ya procesado.

Por lo tanto, la empresa destaca en formular el cálculo estimado de la disponibilidad mediante una fórmula sencilla.

### Fórmula 3

$$Disponibilidad = \frac{(\text{tiempo programado} - \text{tiempo perdido})}{\text{tiempo programado}}$$

Donde el tiempo adjudicado a la carga de materia prima es el total del tiempo que se puede esperar a que el equipo o línea de producción inicie sus operaciones, dicho esto, la empresa obtiene ese dato restando el tiempo programado, el tiempo de las paradas programadas por mantenimiento planificado y otras posibles actividades programadas con los operarios.

### Fórmula 4

$$Aprovechamiento \text{ del equipo } (AE) = \frac{(\text{tiempo calendario} - \text{TPNP}) * 100}{\text{tiempo calendario}}$$

Acá en la fórmula 4, la empresa visualiza el tiempo calendario como el tiempo teórico máximo expresado en horas que las líneas de producción pueden trabajar, con un número base de 8 760 horas por cada año, 365 días \* 24 horas.

Entonces, ellos reconocen que la tasa de desempeño o rendimiento de las líneas de producción junto con los equipos empleados es el índice que representa en nivel de efectividad del proceso, donde se puede presumir o asumir que los equipos no van a presentar paradas en su producción de ningún tipo.

La empresa compromete todos sus recursos disponibles en incrementar o mejorar la productividad de los equipos y el recurso humano. Por lo tanto, la tasa de desempeño o rendimiento se ha logrado mejorar restringiendo o eliminando las pérdidas de velocidad en la producción, detenciones menores y ocio.

#### Fórmula 5

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Nivel producción actual}}{\text{Nivel teórico de producción}}$$

CBC incorpora a sus niveles de eficiencia y cuantificación del alcance de producción la recuperación de productos defectuosos dentro y fuera de la empresa, planteando así un análisis sobre la productividad real de las líneas de producción donde son fabricados inicialmente, a su vez, desprecian el tiempo necesario o involucrado de la recuperación de estos productos y no son incluidos en los cálculos de las pérdidas por defectos de calidad.

Por lo tanto, su productividad total como empresa es considerada un factor relevante y potencial de análisis, considerando el total de las pérdidas de productos reflejadas en flujo de efectivo por problemas de calidad, así, la tasa de calidad es mejorada eliminando los defectos en los procesos productivos, además de mejorar la acción de los arranques de las líneas de producción y envasado.

#### Fórmula 6

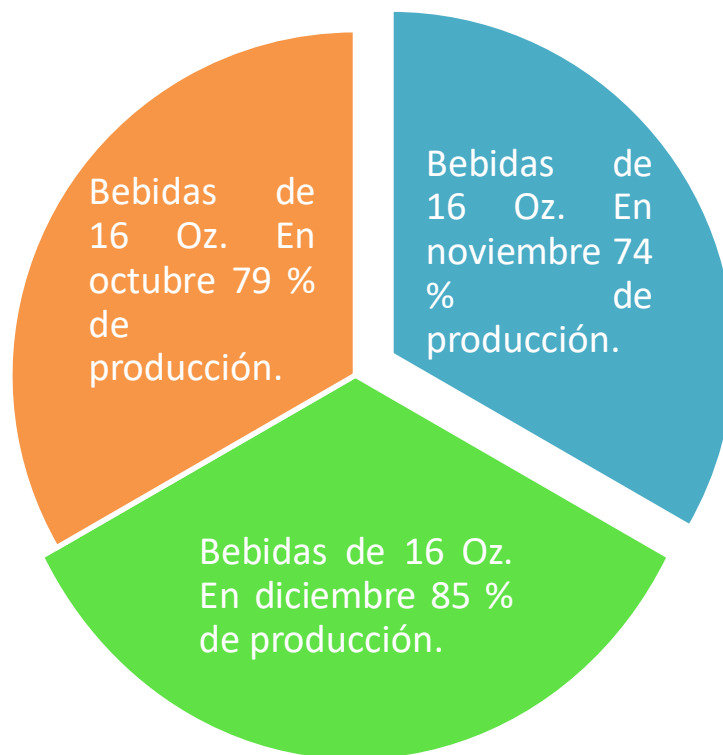
*Productividad total efectiva de los equipos*

= Aprovechamiento del equipo x efectividad global del equipo.

### 3.3.1. Capacidad de producción

Las observaciones realizadas a la efectividad global de las líneas de producción y los equipos que forman parte de los procesos primarios, basándose en datos recopilados por el sistema de efectividad global del equipo del último trimestre de producción del año 2019, presentado el sistema de tablas y gráficas que representan la capacidad real versus la capacidad esperada de producción para una línea de dosificación, mezclado, procesamiento y envasado.

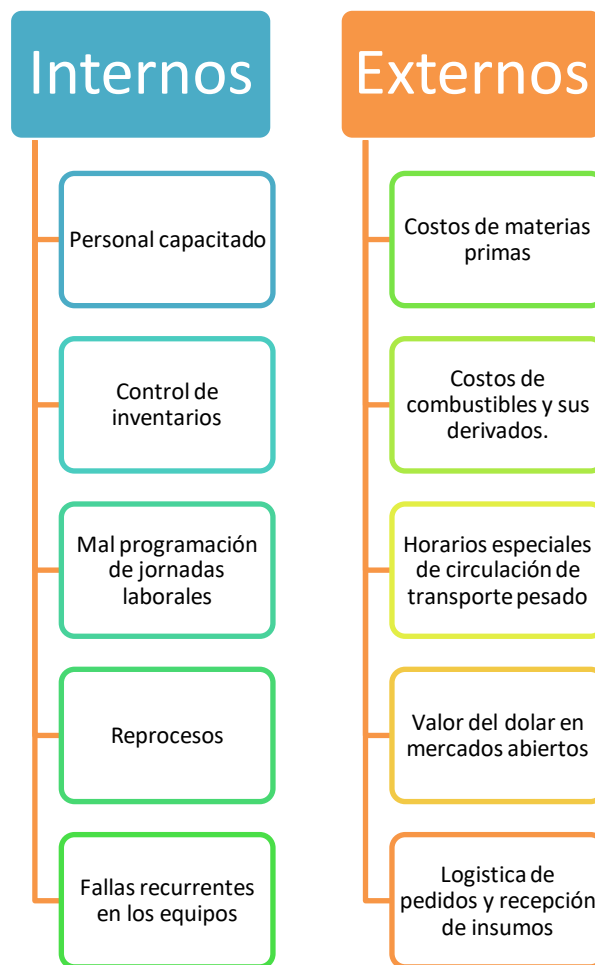
Figura 24. **Datos obtenidos de disponibilidad del equipo**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

Los índices de producción fueron otorgados por la empresa con un resumen explícito, sin mayor información que podría comprometer el contrato de confidencialidad firmado, se evaluaron diferentes variables que comprometieron los índices de producción total, mencionando algunos de ellos que claramente la empresa acepto poder compartir.

Figura 25. **Variables que comprometieron la capacidad de producción en el último trimestre del año 2019**



Fuente: CAYETANO, Freddy. *Gestión de Operaciones*. p. 10.

De tal forma que la evaluación realizada junto al análisis de los factores internos y externos que afectaron el índice de producción, permiten deducir responsabilidad compartida, a nivel de producción se encontraron expedientes con reclamos por productos rechazados, en la línea de producción se presentaron casos de reprocesos, desperdicios de materias primas, paros inesperados por falta de experiencia de personal asignado, y de las fuentes externas hacia la empresa, se comprometieron diferentes variables que salían de la accesibilidad operacional de la empresa.

### 3.3.2. Velocidades de las máquinas para la formulación

CBC califica como el aprovechamiento de los equipos y productividad total para la formulación, haciendo uso de las métricas establecidas que son AE, aprovechamiento del equipo, y la EGE que es eficiencia global efectiva, por medio de la siguiente expresión algebraica.

Fórmula 7

$$\text{Aprovechamiento del equipo (AE)} = \frac{(132\,000 \text{ minutos} - 2\,477) * 100}{132\,000 \text{ minutos}} = 98 \%$$

Fórmula 8

$$\text{Productividad total efectiva del equipo} = (\text{AE} * \text{EGE}) = (0,98 * 0,61) = 59 \%$$

Donde se obtiene que según el tiempo calendario esperado de producción, representado en minutos y la eficiencia global efectiva es el promedio de la producción de bebidas de 16 oz, observando que el aprovechamiento de las velocidades de las máquinas para la formulación se encuentra en niveles muy

bajos, haciendo en si un punto de inflexión ya que en ese periodo de tiempo se estaba trabajando con una productividad casi del 50 % del equipo, la línea de producción y la velocidad de la maquina empleada para la formulación.

### **3.4. Eficiencia**

Para CBC trabajar con proyecciones asertivas y poco sesgadas es importante, su evaluación es analizada a nivel mundial por inversionistas de la firma, además que en la región se destaca CBC Guatemala, como una planta líder en ejecutar en control de procesos y procedimientos establecidos según lo requerido y estipulado desde su comienzo, siendo así que sus niveles se mantienen en márgenes cortos de fluctuación, y para el año en estudio que es 2019 se logró adquirir los siguientes datos por parte de la administración.

Fórmula 9

*Eficiencia para el último trimestre 2019*

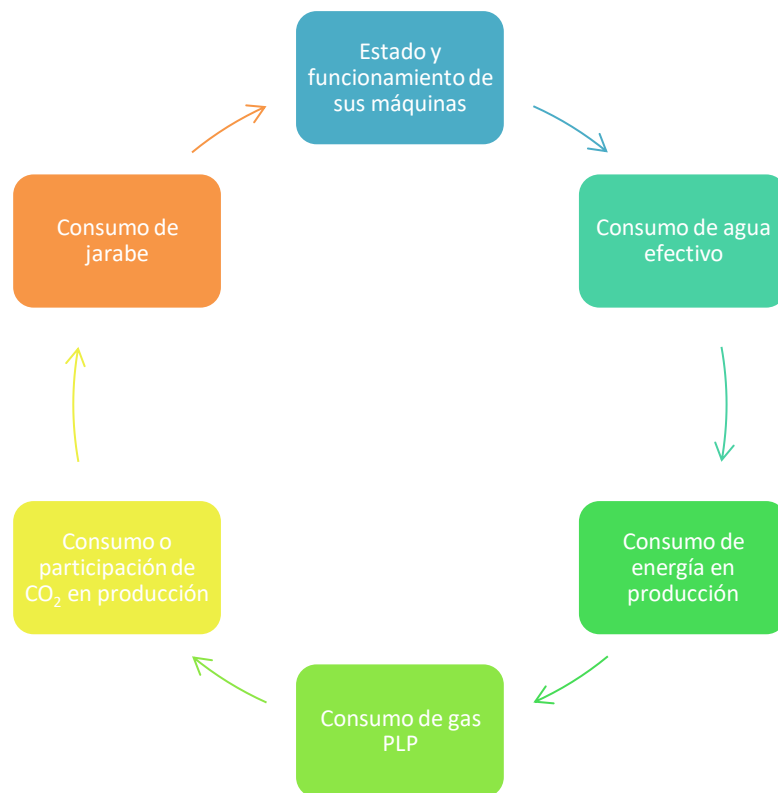
$$= \frac{2\ 499\ 876\ \text{bebidas producidas}}{3\ 500\ 000\ \text{bebidas esperadas}} * 100 = 71,42 \%$$

El factor de 71,42 % de eficiencia alcanzada para ese periodo es parte de la continuidad del análisis, fue por lo cual dio vida a la investigación planteada en este proyecto, demostrando que la empresa presentaba problemas en sus procesos de producción, contratación de personal, manejo y control de inventarios, logística y recepción de pedidos de materias primas, almacenaje y traslado de productos terminados y la poca aceptación y oferta hacia sus consumidores. Así es como se comprometió a mejorar sus ratios de producción, fortaleciendo con diferentes procesos nuevos la mejora continua.

### 3.4.1. Rendimiento del área

El rendimiento del área no logro ser concluyente por la falta de datos de diferentes parámetros que conforman un solo foco de interés, por medio de los análisis ya planteados se han logrado determinar algunos valores bajos de producción, eficiencia, productividad y manejo de personal, para este tipo de rendimiento se queda corta la información adquirida por no disponer con los siguientes valores o parámetros de interés.

Figura 26. **Variables que comprometen el nivel de rendimiento del área**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

La empresa no pudo otorgar toda la información que forma un solo tipo de estudio o de análisis para lograr determinar el nivel de rendimiento del área. Sin

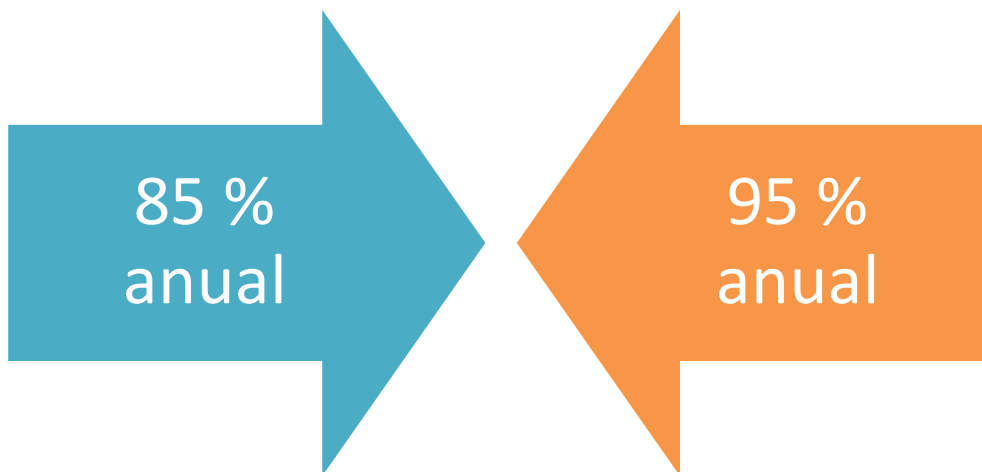


embargo, se informó que sus niveles son óptimos y productivos, alcanzando margen de 85 a 95 %, posicionándose constantemente como la planta de producción líder a nivel Latinoamérica y el Caribe, por su continuo aporte a la compañía y no disminuir sus niveles de participación.

### **3.4.1.1. Porcentaje de rendimiento**

Según la fuente consultada a nivel interno de la empresa se hizo ver que se encuentra en:

Figura 27. **Porcentaje de rendimiento**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

### **3.4.1.2. Porcentaje de tiempo**

CBC emplea la fórmula de aprovechamiento del equipo AE, donde participan las variables necesarias en relación al tiempo.

#### Fórmula 10

$$\text{Aprovechamiento del equipo (AE)} = \frac{(8\,760 \text{ horas} - 730 \text{ horas}) * 100}{8\,760} = 91,66 \%$$

Según los datos de la fórmula se obtiene que el porcentaje efectivo de producción asciende a 91,66 % con bajo margen de retrasos y paros inesperados en las líneas de producción, pero la empresa es la que responderá ante estos datos, ya que en su filosofía de trabajo y rendimiento esperan alcanzar el 99,9 % de eficiencia en el tiempo efectivo de producción.

#### 3.4.1.3. Cálculo eficiencia de rendimiento

La forma de cálculo que se empleará es simple y poco compleja, con el cálculo que se desea incorporar la totalidad de factores intrínsecos y extrínsecos que reduzcan el rendimiento esperado por la empresa, teniendo desventaja de ocultar detalles de las causas principales que originan la caída de estos porcentajes.

#### Fórmula 11

$$\text{Rendimiento} = \frac{2\,499\,876 \text{ producción de 2019}}{3\,500\,000 \text{ producción esperada}} = 0,7142$$

Muy cerca de la unidad, demostrando que la eficiencia del rendimiento estaba muy debajo de lo esperado, ya que para ese año en el cierre de operaciones del cuarto trimestre se esperaba alcanzar por lo menos el 0,9 de eficiencia global en producción, distribución, reducción de pérdidas y desperdicios.

### 3.4.1.4. Resultados de rendimiento

Con el conjunto de datos calculados y obtenidos se presenta el resumen de los resultados de rendimiento.

Figura 28. Resultados de rendimiento



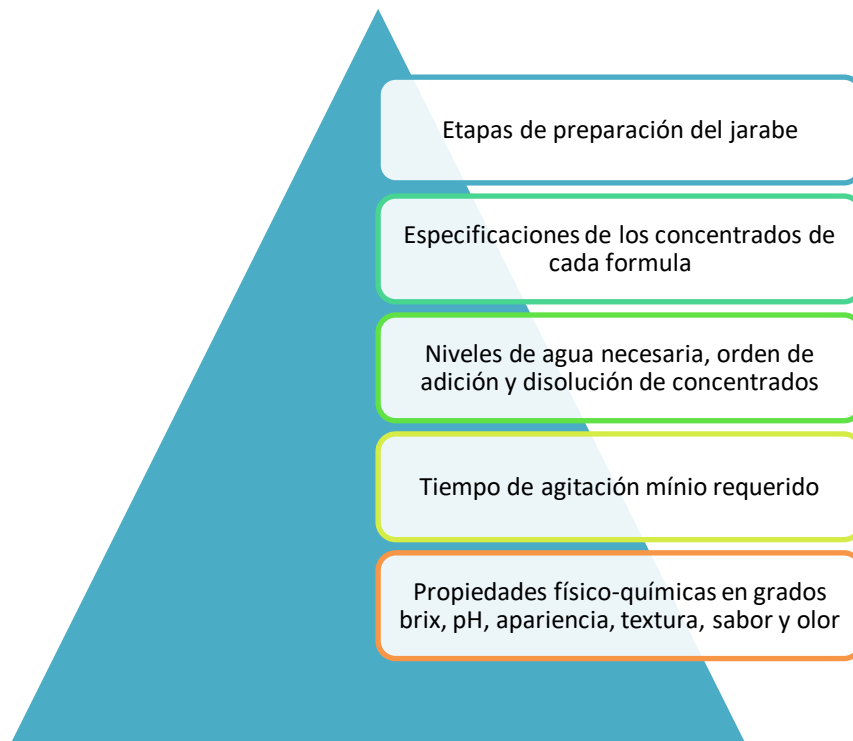
Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

Los resultados presentan debilidades en diferentes áreas, procesos y procedimientos, parte del análisis de la productividad total logra obtener estos valores precisos y que posiblemente la empresa no había percibido, el valor mucho más bajo obtenido está representado por el 59 % que es en función de la medición de la productividad total efectiva del equipo, para ese espacio se consideraron diferentes variables involucrados, dicho esto, se considera que se presentaban elevados atrasos en producción, falta de atención de los operarios, descontrol con la rotación de materias primas, entre algunos.

### 3.5. Calidad

CBC de Guatemala emplea un conjunto de procesos destinados a garantizar la calidad de sus productos que entrega a los consumidores regionales y extranjeros, por lo tanto, se esfuerza por asegurar las gestiones necesarias que permita trabajar con programas estandarizados en el seguimiento y reducción de errores o fallas que comprometan a los productos finales. Para el análisis presente la empresa indica que posee manuales operativos, generales y particulares por sector o área de trabajo, sin embargo, para las bebidas carbonatadas posee instrucciones específicas.

Figura 29. **Instrucciones precedentes que comprometen el nivel de calidad de los productos**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

La calidad del procesamiento de los jarabes que culmina transformándose en bebida carbonatada es controlado mediante el muestreo del 100 % de los lotes producidos de jarabes, los cuales se someten a distintas pruebas para determinar las variables de control, estas variables son impuestas por la corporación CBC a nivel global, para satisfacer los requerimientos de calidad y producto homogéneo dentro y fuera de Guatemala.

En las distintas etapas de producción, cuando un jarabe culmina su fase de transformación y ha sido endulzado con azúcar, es medida la cantidad porcentual presente de sacarosa, mediante una tabla de grados brix con la correspondiente densidad.

Otras bebidas que se producen y no contienen azúcar, es medida según la naturaleza de la composición química a obtener, se controla la concentración de un componente sustituto que no sea el jarabe, con procedimientos químicos de decantación y separación químico se mide la presencia de ácido fosfórico, ácido cítrico o carbonatos.

Dentro del proceso de producción, se asigna una persona responsable específicamente a cargo del control de calidad del proceso de elaboración de las bebidas carbonatadas terminadas, parte de las responsabilidades asignadas es monitorear y controlar el tratamiento de agua en el proceso, para garantizar así el producto final esperado, de forma paralela a estas operaciones y saneamiento de los equipos de producción se apoya con personal operativo a cargo de trasladar y manipular las materias primas, para monitorear el control de calidad del azúcar líquida y de algunos concentrados o agregados adicionales.

### **3.5.1. Estándares de calidad**

El principal estándar está establecido en las métricas obtenidas del control del agua, involucra al departamento de control de calidad y producción, ambos departamentos realizan un conjunto de monitoreos programados de la calidad del agua, eso funciona como el indicador efectivo para cada etapa del proceso nuevo, además CBC lo incorpora como una herramienta obligatoria interna del departamento de control de calidad, para validar las condiciones adecuadas del agua que pueda ser ya clasificada como materia prima, además se le realiza la comprobación microbiológica de la calidad del agua 3 veces al día.

Para el control de la sacarosa líquida, es clasificada y controlado cada lote recibido a bodega de insumos, con valores ya establecidos en el control interno de la empresa en función a grados brix, ya que de eso dependerá la certeza de la cantidad volumétrica a emplear en cada preparación de base de jarabe para la bebida carbonatada. Además, se evalúan y controlan las propiedades organolépticas que resultan ser determinantes, ya que estas conforman el producto final, por eso mismo la azúcar líquida deberá encontrarse en todo momento libre de partículas extrañas, de olor fuera de lo normal, aceptado para el azúcar y de unidades de color altas, que puedan afectar la apariencia de los productos finales y preparados para su distribución masiva.

El control de calidad aplicado a la preparación de los jarabes involucra observación de campo, asignando tareas previas a cada futura preparación donde se realiza una identificación y conteo de las partes del concentrado del jarabe que será empleado, con la finalidad de que cada lote incluya únicamente ingredientes que le correspondan en cantidades adecuadas para volumen de jarabe esperado.

### **3.5.1.1. Área de formulación**

En esta área se procede a verificar los cálculos del volumen de azúcar líquida presente que será añadida a la dosificación de la mezcla, en casos necesarios a la preparación, el volumen de agua también es cuantificado previamente, con la debida proporción para cada lote de jarabe que será procesado.

Paralelamente se procede a verificar que los tanques y equipos por utilizar hayan sido previamente sanitados respecto al último lote de producción culminado, para evitar contaminación cruzada y una posible alteración en la fórmula del producto esperado. CBC incorpora a nivel interno una matriz de limpieza adecuada para cada etapa o fase de producción.

### **3.5.1.2. Línea de producción**

Luego de culminar la formulación se procede con la línea de producción donde deberá cumplir con tiempos mínimos de agitación, que garantizan la homogeneidad de la mezcla, después de un periodo de tiempo se procede a captar una muestra por cada lote de producción, donde se espera que la agitación asegure que el volumen completo presente una misma fórmula homogénea, de forma tal que la muestra sea representativa, al concluir las etapas de decantación, agitación, conservado, mezclado y envasado se concluye en la línea de producción.

Luego de la caracterización de cada jarabe producido, es liberado por el departamento de control de calidad, para poder ser utilizado en las líneas de producción de embotellado, el cual emplea las propiedades determinadas de cada jarabe, como parámetros para la operación de los equipos encargados de

realizar la dilución en línea de las bebidas carbonatadas y así poder ser embotellado.

Esta etapa del proceso completo concluye con la observación y análisis de personal de control de calidad a cargo de esta operación, para luego ser trasladadas en tarimas a bodega de producto terminado donde será colocada con orden y correlación inventariada por un software interno.

### **3.5.2. Resultados**

Los resultados obtenidos, son registrados por operarios a cargo de la evaluación continua de los procesos, además de un programa automatizado que permite ingresar automáticamente a una base de datos, con los cuales se programan revisiones periódicas de los principales eventos suscitados si es que existieron, para poder ser discutidos en busca de soluciones y oportunidades de mejorar los procesos segmentados en cada etapa. Además, se analizan y observan las tendencias del proceso que permitan concebir datos sensibles que pueden ser fuera de un mapeo de datos esperados, para así involucrar al personal responsable necesario.

#### **3.5.2.1. Área de formulación**

Para esta fase de producción es crítico mencionar que la eficiencia de la producción depende constátenme de los resultados de la caracterización de las bebidas carbonatadas producidas, envasadas y almacenadas, cruzando los datos obtenidos por las personas que forman parte del proceso de producción y los datos obtenidos por el sistema automatizado, evaluando lotes de forma aleatoria o donde la arquitectura del programa pueda inclinar sesgo en la formula esperada, midiendo los grados brix y demostrando que se encuentran en una



rango mínimo al esperado, así es como se re evalúan las líneas de producción programadas a ser empleadas, ya que así se deberá emplear una relación mayor de agua que permita satisfacer la demanda y especificaciones de calidad.

### 3.5.2.2. Línea de producción

Para la línea de producción se evalúan factores y acciones puntuales, ya que solamente se descompone de la dosificación, mezclado y embotellado.

Tabla IX. **Resultados esperados en línea de producción**

Aspecto a controlar	Variable de control	Método / equipo	Frecuencia
Agua	Alcalinidad	Titulación	Cada cuatro horas
	Dureza	Ácido-base	
	pH	Colorimetría	
	Turbidez	Potenciometría	
	Sabor, olor y apariencia	Espectrofotometría Análisis sensorial	
Azúcar líquida	pH	Potenciometría	Cada lote recibido
	Temperatura	Termómetro digital	
	Turbidez	Espectrofotometría	
	Sabor, olor y apariencia	Análisis sensorial	
Bebida carbonatada terminada	Cantidad de ingredientes por utilizar	Verificación contra tabla de control	Cada lote de preparación
	Adición correspondiente y suficiente de ingredientes	Inspección visual, verificación contra cálculos realizados	
	Tiempo de agitación mínima	Cronómetro a partir de la finalización de adición de ingredientes	
	pH	Potenciómetro	
	Temperatura	Termómetro digital	
	Volumen de preparación	Visor graduado en tanque	

Continuación de la Tabla IX.

		Titulación ácido-base	Según indicaciones internas y control de calidad
	Grados Brix (densidad)	Densímetro digital	
	Concentración de fosfatos	Método de azul de molibdeno	
	Concentración de carbonatos	Titulación ácido-base	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Los resultados que se obtienen en los índices de medición para la línea de producción son controlados a nivel interno, por ser información sensible no se autorizó proyectar números o porcentajes de sus resultados obtenidos.

### **3.5.3. Análisis de limpieza del área**

Actualmente se cumplen protocolos de saneamiento y limpieza en el área de producción, ejecutando protocolos de control y ejecución internos que garantizan la inocuidad en todo tiempo x que se encuentre en producción o el equipo detenido, además el personal asignado para las tareas de limpieza promueve la cultura organizacional y responsabilidad colectiva, haciendo sus tareas de forma eficiente y sensibilizando a los operarios de bajo rango quienes en la prisa y premuras otorgadas por los supervisores actúan de forma irresponsable y pueden esparcir materias primas o insumos en las zonas de trabajo.

### **3.5.3.1. Saneamiento**

Las actividades destinadas cumplen con protocolos de inocuidad y contaminación cruzada con prevención de riesgo en dosificación de mezcla y productos terminados, así el personal clasifica sus tareas por prioridades, haciendo uso de protocolos internos que por medio de una matriz de colores, asignan las tareas repetitivas por jornadas, haciendo de la mañana y la culminación del turno lo más extenso y demandante para sanitizar los equipos, líneas de producción, vestimenta especial y los utensilios que puedan formar parte de los procesos de pesaje y mezclado de las materias primas.

#### **3.5.3.1.1. Análisis del tiempo**

Luego de establecer los datos calculados en la fórmula 7 con el aprovechamiento del equipo en función del tiempo estableciendo un 98 % de eficiencia, pero acá se establecen condiciones ideales, separando paros innecesarios y los tiempos de preparación de la línea de producción, por lo tanto se procedió a realizar otro cálculo por medio de la fórmula 8, donde se obtiene un dato real acerca del aprovechamiento del tiempo con un 59 %, el cual demuestra que sus variables involucradas para hacer uso eficiente del tiempo son deficientes.

#### **3.5.3.1.2. Análisis de la temperatura**

Los controles de temperatura no han representado problemas, manteniendo los niveles estandarizados, en una zona franca entre -4 a 450 °C, el control de temperatura se lleva a cabo de un sistema automatizado, el personal de mantenimiento y los responsables de las líneas de producción únicamente dan garantía que en todo momento y durante el proceso de dosificación, mezclado,

ebullición y envasado se encuentren en los rangos establecidos para cada etapa, según informes analizados la última alerta en descompensación de temperatura se presentó en el año 2016 ya que las bombas dejaron de funcionar por falta de mantenimiento.

### **3.5.3.1.3. Análisis de la presión**

La empresa durante los procesos de transformación de agua-dosificación-jarabe-bebida carbonatada, emplea equipos y equipos auxiliares que regulan las presiones en cada fase, además de ser una planta semi automatizada, donde depende muy poco de la interacción y ajustes por el personal, ya que por medio de softwares o programas de computación logran tener en control por medio de sensores esparcidos en toda la planta las presiones ideales.

Se evaluaron algunos informes que ingresaron a mediados del año 2019 donde se presentó que al final de la línea de envasado la presión de la boquilla de llenado elevaba sensiblemente la carga necesaria para su función, propiciando así pérdida de bebida carbonatada con desviación del 1,3 % por arriba del contenido neto especificado por cada 16 oz de producto embotellado.

Se dio seguimiento al caso reportado, donde la empresa realizó diferentes ajustes de altura, calibración de bombas, cambio de boquilla, pero la relación final fue el factor influyente fue la temperatura ambiente presente, el departamento de Mantenimiento decidió reducir un grado centígrado al termostato y sustituyendo la boquilla que presentaba la falla se logró solucionar el problema luego de 3 meses de ocurrencias.

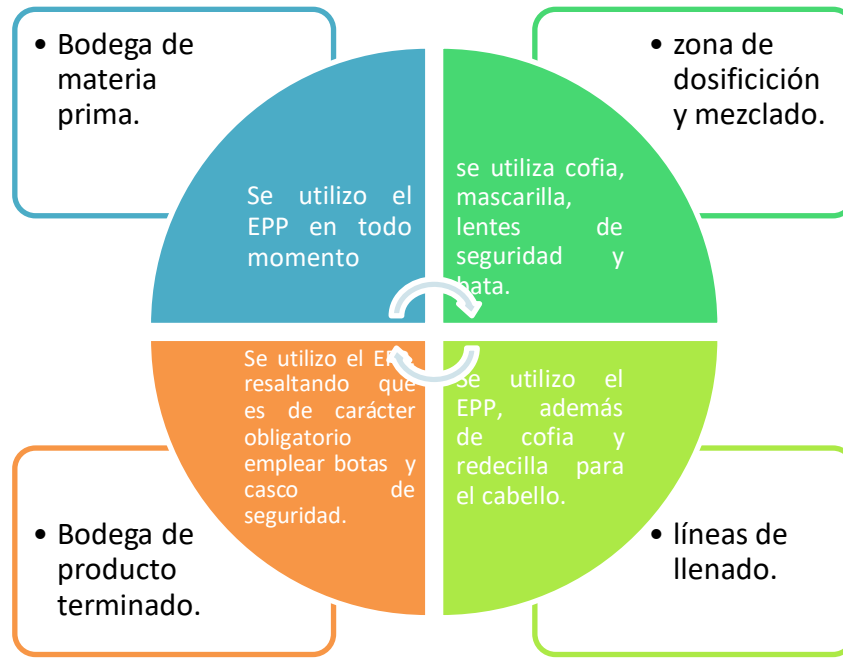
### **3.6. Disponibilidad**

La empresa de bebidas carbonatada propició un ambiente agradable para realizar la investigación, únicamente se firmó un acuerdo de confidencialidad sobre los datos sensibles de la empresa, en áreas de estricto nivel de seguridad no se permitió documentar información por ningún dispositivo digital, se asignó a personal de confianza que labora internamente para acompañar en los recorridos y disminuir así cualquier fuente de peligro.

Además, otorgo inducción acerca del reglamento interno, con un programa de capacitación preventivo al riesgo de la salud y seguridad ocupacional, se logró visitar de forma programada realizando un total de 20 visitas, asignando 2 veces por semana en horario de 8:00 a 16:00 horas.

Bajo estrictas normas de seguridad se logró ingresar a las diferentes zonas que conforman el proceso total de fabricación y producción de bebidas carbonatadas.

Figura 30. **Áreas y zonas que se logró visitar**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

### 3.6.1. Rendimiento información recolectada

La información recolectada demostró que luego de hacer un conjunto de fórmulas establecidas de la 1 a la 8, se percibió un conjunto de debilidades y zonas donde se deberían mejorar los procesos, además de presentar los informes a la empresa y recibirlos con total agrado, se establece que el rendimiento en sí lograría establecer un 100 % de efectividad, sin los índices encontrados se presumiría que la empresa trabaja con eficiencia optima, pero se logró demostrar lo contrario que permitirá diseñar los ajustes necesarios y así incrementar sus volúmenes de producción, reducción de costos e incremento de beneficios económicos.

### 3.7. Programación del mantenimiento

Se propone una matriz de mantenimiento productivo total, TPM, donde se describen ciertas actividades que deberá analizar el Departamento de mantenimiento para que sea validado a través de Junta Directiva y aplicarlo en CBC de Guatemala.

Tabla X. **Matriz de programación del mantenimiento**

ETAPAS	PASOS	CONTENIDOS
Preparación	Decisión de la dirección de aplicar el TPM en su línea de producción.	Comité de dirección.
	Campaña de información técnica o educativa.	Seminarios y presentaciones.
	Estructura de promoción TPM	Grupos de trabajo y comisiones de líderes.
	Establecer políticas y objetivos del TPM.	Diagnóstico y análisis de condiciones actuales.
	Plan maestro y desarrollo del TPM.	Plan de implementación.
Implementación preliminar	Lanzamiento del TPM.	Programación de evento de difusión del lanzamiento del TPM.
Implementación del TPM	Mejora esperada de la efectividad de los equipos.	Selección y mejoramiento de equipos.
	Desarrollo del programa de mantenimiento autónomo.	Desarrollo de los pesos del mantenimiento autónomo.
	Plan y programación del mantenimiento TPM.	Desarrollo del sistema dedicado al mantenimiento.

Continuación de la Tabla X.

	Incrementar las habilidades de operaciones y mantenimiento.	Entrenamiento en técnicas de detección y acción correctiva.
	Desarrollo del programa implementado por el departamento de mantenimiento.	Diseño de mantenimiento productivo. Análisis del costo de vida.
Estabilización	Implementación perfecta e incremento de niveles del TPM.	Evaluar el costo del mantenimiento productivo y establecer objetivos mayores.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La adaptación en la programación del mantenimiento, quedará sujeto a diferentes procesos y aprobaciones internas, por lo tanto acá se presenta la guía de como el departamento a cargo de esto puede iniciar un proceso lógico y ordenado, ya que se establece como programación se contemplaron las zonas de influencia, áreas críticas de interés y el posible alcance en responsabilidades compartidas, CBC de Guatemala deberá validar todo nuevo proceso o procedimiento propuesto a nivel internacional para su validación formal.

### **3.7.1. Propuestas de mantenimiento**

Para CBC se realiza una matriz adecuada a las necesidades que se observaron, para agilizar el programa de mantenimiento actual e incorporar estas tareas, así hacer un suplemento de lo que ya existe.



Tabla XI. **Tareas suplementarias al programa de mantenimiento existente**

Área de influencia	Duración	Hora de inicio	Fin
Limpieza externa de los equipos que no exceden temperatura exterior a los 30 °C.	1 día	7:00	23:00
Limpieza de las maquinas en la zona de mezclado y dosificación.	1 día	7:00	23:00
Limpieza de los transportadores.	1 día	7:00	23:00
Cambios de lubricantes.	½ día		
Inspección del llenador de botellas, boquillas, taponadora, empacadora.	1 hora	7:00	8:00
Limpieza y lubricación de engranajes de la banda transportadora.	1 día	7:00	23:00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 3.7.1.1. **Mantenimiento preventivo**

La evolución de CBC permite trabajar con estándares internacionales con relación a su sistema de mantenimiento, por lo cual la propuesta según el análisis podría ser de bajo impacto o de poco alcance.

Tabla XII. **Aspectos a considerar que mejorarían el mantenimiento preventivo**

<b>ITEM</b>	<b>Área</b>	<b>Duración</b>	<b>Supuesto responsable</b>
Dosificadora	Propiciar limpieza profunda en intervalos cortos de tiempo.	25 minutos	Supervisor de limpieza de área.
	Eliminación de materias primas dispersas.	15 minutos	Agente de limpieza.
Mezcladora	Garantizar los niveles de materias primas para evitar paros por calibración.	5 minutos.	Operario de equipo.
Codificadora	Calibración de la máquina.	30 minutos	Jefe de mantenimiento.
	Establecer los niveles de tinta	30 minutos	Jefe de mantenimiento.
Máquina de llenado	Revisar el sistema de presión y llenado	45 minutos	Jefe de mantenimiento.
	Temperatura adecuada de las bebidas carbonatadas	15 minutos	Jefe de mantenimiento.
Horno empaquetador	Lubricación de piezas externas.	1 hora	Jefe de mantenimiento.
	Temperatura adecuada de la máquina.	45 minutos	Jefe de mantenimiento.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.



## **4. DESARROLLO DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL ÁREA DE FORMULACIÓN DE JARABE**

### **4.1. Desarrollo de la propuesta**

La propuesta original del análisis y la medición de ciertas debilidades que fueron encontradas, por lo que se debe comprometer al recurso humano presente en planta de producción junto a los que conforman el departamento de mantenimiento a capacitarse de forma continua, este modelo de preparación se basara en la técnica de motivación en el trabajo, el cual hace que todos los participantes se sientan importantes y valorados por el esfuerzo otorgado hacia sus labores y funciones de trabajo diario, además se propicia un mejorado clima laboral donde comprometidos en conjunto e identificados con la marca CBC puedan otorgar un mejor rendimiento.

Luego de realizar los cálculos que demuestran las áreas donde se presentan ciertas debilidades se ven comprometidos los índices de severidad, ocurrencia y no detección, para ello se seleccionaron las actividades que representaban un fallo potencial, las cuales deben ser corregidas a mediano y largo plazo.

Para lograr alcanzar un nivel de eficiencia y mitigar las fallas detectadas de deberán realizar un conjunto de actividades donde se involucran los departamentos de producción, mantenimiento y ventas, los tres departamentos dependen directamente uno de otro, además se espera establecer niveles de responsabilidad con mayor índice de criticidad para permitir el seguimiento de medición del análisis y revisión de la eficiencia de las nuevas acciones a tomar.

Figura 31. **Beneficios esperados con la propuesta**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

Tabla XIII. **Plan de sistematización para el área de formulación de jarabe**

Actividades	Responsable	Recursos	Personal	Tiempo	Responsable del seguimiento	Ritmo
Formación del personal con herramientas de Gestión de calidad.  Fomentar el compromiso del personal.	Departamento de Recursos Humanos, Departamento de calidad.	Audiovisuales, capacitador.	Producción y mantenimiento.	4 horas con grupos de 10 personas.	Recursos humanos.	1 vez al mes.
Reforzamiento sobre las técnicas adecuadas de manipulación y manejo de los equipos.  Reforzamiento en destrezas de procedimientos operacionales de cada área afectada.	Producción y mantenimiento.	Audiovisuales, capacitador.	Producción y mantenimiento.	8 horas	Supervisores de área	1 vez al mes.
Capacitación para el departamento de mantenimiento.	Recursos humanos y mantenimiento	Audiovisuales, capacitador.	Personal de mantenimiento.	8 horas	Supervisor de mantenimiento.	1 vez al mes.
Verificación del cumplimiento de las rutinas de análisis.	Departamento de calidad.	Supervisor	Analista de calidad	1 hora	Jefe de calidad	1 vez por semana.
Capacitación y adiestramiento de SAP	Departamento de recursos humanos.	Audiovisuales, capacitador.	Personal administrativo de ventas y logística.	8 horas	Jefe del departamento de ventas y producción.	1 vez al mes.

Continuación de la Tabla XIII.

Distribución de los programas de producción semanal.	Gerencia general	Correo interno	Gerencia	2 horas	Supervisor de área de interés.	1 vez por semana.
Agregados a los programas de mantenimientos de los equipos.	Mantenimiento.	Audiovisuales, capacitador.	Planificadores de mantenimiento.	4 horas	Supervisor de mantenimiento.	1 vez al mes.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 32. Orden secuencial para incorporar la mejora



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.



#### 4.1.1. Compromiso con coordinación de área

Para el compromiso de coordinación en el área de bodega de materias primas, área de dosificación, área de fermentado, líneas de envasado y bodega de producto terminado deberá existir un conjunto de responsabilidades por los operarios, supervisores y los propios jefes para que así garanticen la propuesta podría ser efectiva, de tal forma que se espera cumplir con los siguientes compromisos en doble vía, del recurso humano hacia la empresa y de la empresa hacia el recurso humano.

Tabla XIV. **Compromisos esperados con coordinación de área**

	<b>ITEM</b>
•	Incrementar el modelo de calidad hacia el ambiente de trabajo.
•	Respetar la jerarquía y traslado de tareas asignadas.
•	Mejorar el control de las operaciones.
•	Incrementar la moral de su recurso humano.
•	Creación de cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas de control internas ya establecidas.
•	Aprendizajes y capacitación permanente.
•	Creación de un modelo homogéneo, donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
•	Implementar las tareas de calibración periódicas de menor tiempo a los equipos.
•	Crear un patrón temporal para realizar los análisis físicos en los equipos e identificar los factores que generan los defectos de calidad.
•	Establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición.
•	Acoplarse al plan de sistematización presentado en la Tabla XIII.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

#### **4.1.2. Comunicación a los operarios de área**

El departamento de recursos humanos con trabajo en conjunto al departamento de mantenimiento, deberán ejecutar los programas de capacitación y en estas tareas asignadas se deberá trasladar la información nueva o necesaria a los operarios del área de influencia, además los operarios poseen diferentes canales para que se les sean trasladadas las nuevas técnicas o procedimientos diseñados que mejoraran sus actividades diarias.

Los canales y dispositivos comunes que poseen todos los operarios del área son: correo interno de la empresa, dispositivo móvil o celular, programa de capacitación, carteleras internas en áreas de cafetería y vestidores.

#### **4.1.3. Conocimiento de los cambios**

Los cambios a implementar y los ajustes necesarios para mejorar el modelo de sistematización en las líneas de producción de jarabe y bebidas carbonatadas, deberá ser aceptado por el departamento de control de calidad, seguido por el departamento de mantenimiento y luego deberá ser trasladado o expuesto a junta directiva para que sea transferido a la multcorporación a nivel extranjera.

Luego de la aceptación por cada una de estas instancias y autoridades, ya podrá ser transmitido al personal involucrado en las operaciones donde se espera implementar las mejoras, de no ser autorizado y mejorado no podrá ser comunicado, de igual forma quedará únicamente como una observación y propuesta, ya que no se cuenta con independencia total para la toma de decisiones de este nivel, donde se involucra el cambio al modelo de producción homogéneo internacional.

#### **4.1.4. Resultado del desarrollo**

Los resultados del análisis se presentaron en las fórmulas 6, 7 y 8 respectivamente, sin embargo, un desarrollo mejorado como tal no puede ser expuesto, ya que CBC no autoriza implementar un solo cambio hasta que sea aprobado por cada una de las jefaturas nacionales e internacionales que valoren y parametrizen las mejoras esperadas, además de efectuar la clara exposición de los porcentajes que deberán ser mejorados y podrían cambiar con la implementación.

##### **4.1.4.1. Análisis del área de formulación**

En el Capítulo 2, donde se expone ciertas debilidades presentes en el área de formulación se expone la Figura 17, donde representa el conjunto de factores que fueron detectados y afectan la producción continua, fueron cuatro los que resaltan de un conjunto de variables negativas, así, es como se demuestra que tiene participación el error humano, jornadas extensas laborales que comprometen la salud mental de los operarios, el mal uso de dispositivos electrónicos en jornada laboral que rompen la atención completa y la falta de interés del personal por hacer sus labores de forma perfecta.

##### **4.1.4.2. Mejoras del área de formulación**

Mejoras esperadas para el área de formulación, es lograr implementar la matriz de la Tabla XIII, donde se especifica detalladamente el conjunto de acciones y herramientas necesarias para incorporar el plan de sistematización necesario, además de mejorar los resultados en balances de producción, se espera reducir los paros inesperados de los equipos, los tiempos de ocio de

operarios, desperdicio de materias primas y el adecuado mantenimiento preventivo a las líneas de producción.

#### **4.1.4.3. Optimización de tiempos**

Las tareas asignadas actualmente deberán ser optimizadas, de tal manera que con el estudio de tiempos adecuado se pueda incorporar una solución a futuro, para la realización de este trabajo de investigación, no se autorizó emplear ningún tipo de dispositivo digital en las zonas de producción, por lo que la embotelladora trabajará conforme a la información presentada con los resultados finales demostrados.

#### **4.1.4.4. Optimización de rutas**

Las rutas internas de la planta de producción fueron diseñadas por compañías extranjeras, prestando servicio de infraestructura, arquitectura e ingeniería, según las evaluaciones que se realizaron presencialmente se aprecia el uso adecuado de distancias entre los diferentes puntos, sin embargo, se creería que el trazo a mejorar es entre bodega de insumos y la mesa de recepción de materias primas, ya que originalmente la bodega se encontraba a una distancia menor, actualmente los operarios deben recorrer cierta distancia que les emplea un aproximado de 25 minutos en el recorrido completo para recoger y trasladar las cargas relacionadas al próximo lote que será procesado.

Acá es donde se compromete un poco la eficiencia de los tiempos de producción, este tipo de acciones ya se encuentra debidamente programado conforme datos históricos trimestrales de cuanto se puede producir en una hora efectiva, así es como se asigna a una persona responsable de trasladar las materias primas considerando los tiempos necesarios a utilizar.

#### 4.1.4.5. Identificación de las deficiencias

El conjunto de deficiencias es la sumatoria de varios factores, con responsabilidades divididas, no solamente puede ser el equipo en mal estado, donde por falta de mantenimiento sufren paros inesperados, la falta de mantenimientos eficientes debidos a la falta de programación efectiva por el jefe de mantenimiento, la inexperiencia o falta de participación de los supervisores de área y finalmente Junta Directiva por no presionar a fondo los resultados, cuando se reportan fallas repetidas y no se valoran los resultados negativos que comprometen los valores de producción anual.

Figura 33. Deficiencias identificadas en área de formulación



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

#### **4.1.5. Impacto del cambio**

Evaluando los resultados obtenidos, se esperaría evolucionar porcentualmente, por medio de la trazabilidad ya descrita y dependiendo de la total aceptación por la corporación multinacional de cambios y ajustes sensibles podrían incrementar en un año como mínimo 5 % sus utilidades, ya que con la reducción inmediata de los paros oportunos en las líneas de envasado se sustenta la proyección esperada diaria.

Así mismo, con el conjunto de tareas diseñadas que permitan involucrar bidireccionalmente la organización con su recurso humano podrían emplear técnicas de capacitación a corto plazo, llegando a la conciencia de ellos para que optimicen sus tareas, valoren la empresa y todo el esfuerzo económico que se invierte por sustentar un modelo de producción.

El impacto podría ser percibido de otra forma, ya que la mayoría de supervisores, jefes de área y gerentes de marca se reúsan al cambio planteado por alguna persona que no presenta un archivo extenso de mejoras propuestas en organizaciones grandes, por lo tanto, quedará a total discreción de CBC emplear o no las propuestas según las falencias expuestas.

##### **4.1.5.1. Equipo de operadores**

Los operadores con quienes se logró intercambiar opiniones y evaluarlos según las tareas asignadas y descritas internamente demuestran ciertas habilidades y debilidades, no trabajan de forma homogénea por lo cual es importante que incorporen acciones que rectifiquen el comportamiento actual, se plantea algunas tareas que podrían mejorar con la propuesta a tomar, ya que esto mejoraría el rendimiento dentro del área de formulación.

Figura 34. **Tareas actuales versus tareas mejoradas**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

#### 4.1.5.2. **Equipo industrial**

Las instalaciones poseen diferentes equipos, algunos son mecánicamente usados y la mayoría se encuentran automatizados, el equipo industrial presente cuenta con poco tiempo de uso, según datos evaluados e información confidencial trasladada, donde se proyecta un tiempo y uso de vida mayor a 15 años, actualmente la mayoría de ellos tienen un tiempo aproximado de 5 años.

Tabla XV. **Equipo industrial presente**

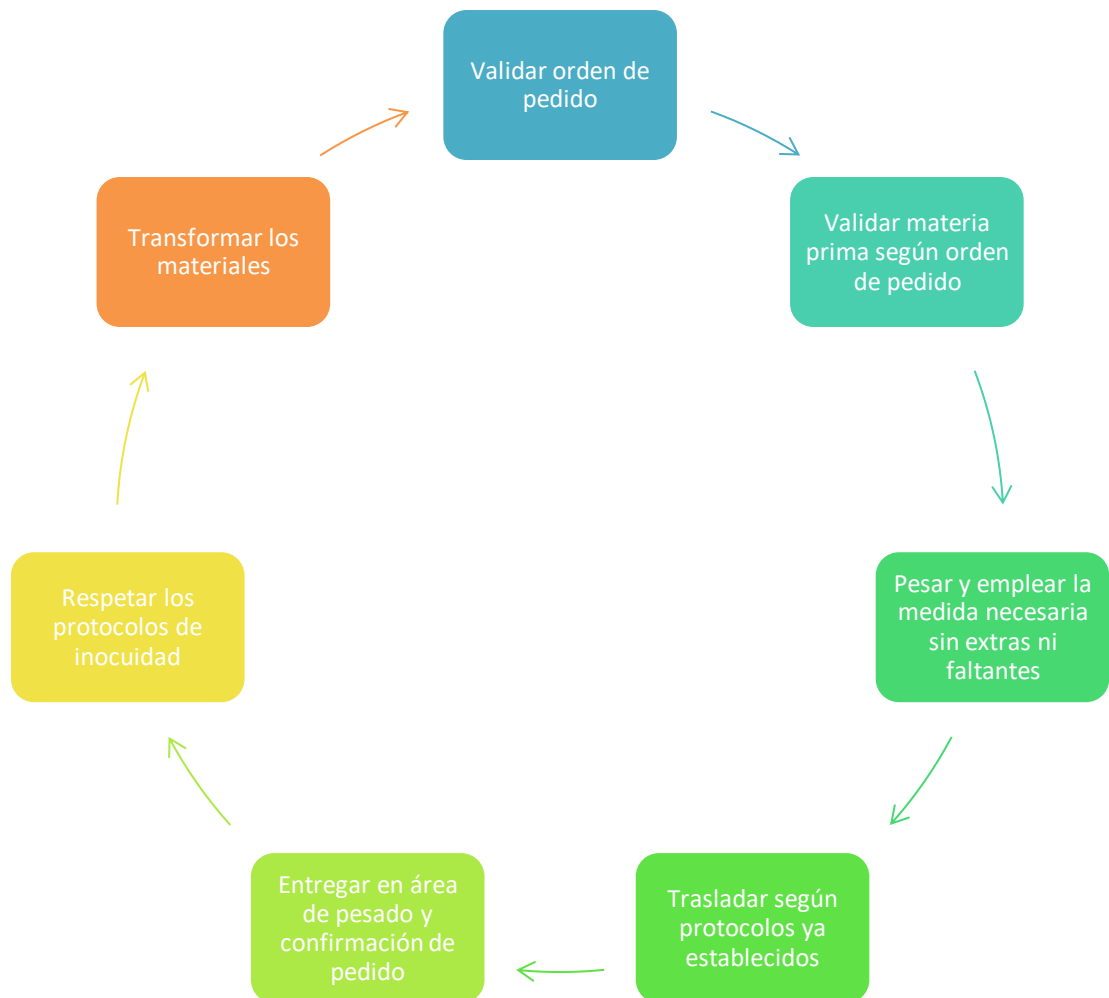
	<b>Equipo</b>
•	Carretilla de traslado de materia prima
•	Balanza digital
•	Dosificadora
•	Emulsificadora
•	Tanque de fermentación
•	Brazo mecánico
•	Banda sin fin
•	Bandeja de recepción automatizada

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

## 4.2. Manejo de los materiales

Los materiales son trasladados de bodega de insumos hacia el área de pesado, donde inicia su proceso de transformación.

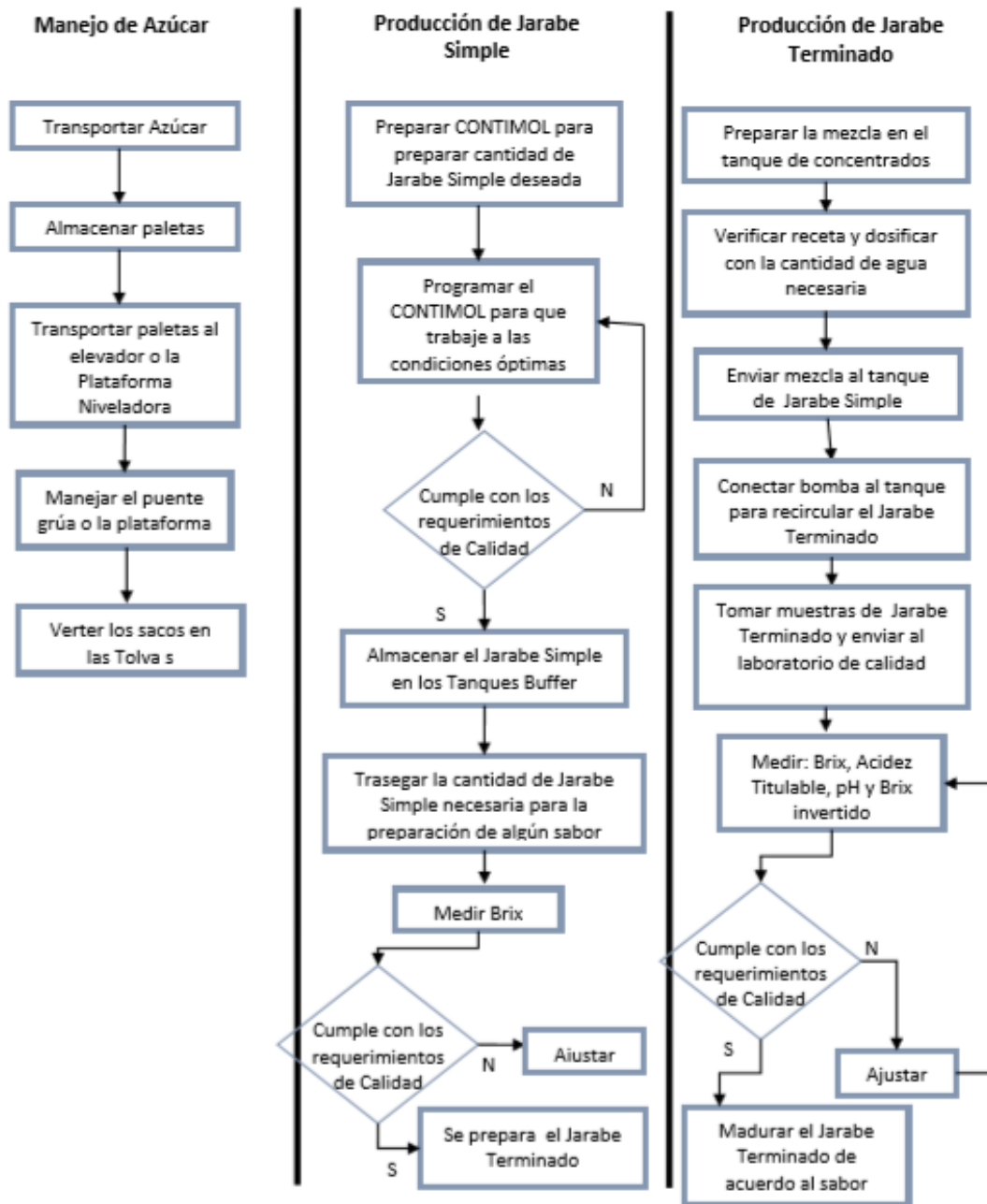
Figura 35. **Propuesta del proceso mejorado**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.



Figura 36. Diagrama de flujo propuesto para el manejo de materiales



Fuente: elaboración propia, empleando Draw.io.

#### 4.2.1. Optimización

Para el área de influencia se asignan diferentes tareas que nacen de las necesidades presentes, donde se pudo apreciar el conjunto debilidades y se compromete a la empresa a mejorar de forma segmentada.

Inicialmente, se pudo percibir que las operaciones asignadas a la limpieza son ineficientes, fuera de los protocolos asignados, que el resultado es incrementar el uso de agua para toda la empresa en general. Utilizan mangueras que sustituyen el uso de escobas o mopas, los operarios emplean el agua de las mangueras para desprender residuos sólidos adheridos al piso y luego son arrastrados hacia el drenaje, cuando la tarea asignada es recorrer el desperdicio en seco y depositarlo en los depósitos asignados.

El uso de mangueras de forma ineficiente con cauda de agua en rangos aproximados de 100 a 180 l/min, debido a sus diámetros grandes y el uso continuo de las bombas de presión. Además, se percató que presentan fugas las mangueras, grifos y llaves de paso. De primer paso, se plantea que la optimización del recurso agua en las operaciones de limpieza podría conseguirse aplicando las siguientes tareas.

Tabla XVI. **Tareas para optimizar el agua en tareas de limpieza**

	<b>Descripción de la tarea</b>
•	Instruir a todo el personal de la empresa que, antes de realizar el lavado de pisos y/o recipientes, se realice una limpieza en seco mediante la utilización de escobas o gomas que retiren todos los sólidos para que éstos no formen parte del efluente hídrico.
•	Reparar cualquier fuga.

Continuación de la Tabla XVI.

•	Instalar reductores de presión y/o pistolas de cierre automático en las mangueras, para evitar el uso de grandes caudales y que los operarios dejen corriendo el agua por las mismas.
•	Elaborar procedimientos claros para realizar las actividades de limpieza y asegurar que el personal encargado está bien familiarizado con éstos.
•	Barrer en seco, con escoba o rastrillo, toda el área de producción, con el propósito de recoger los residuos sólidos
•	Arrastrar, con una goma o haragán, el agua y detergentes utilizados hacia el drenaje, que debe estar dotado de una rejilla que impida el paso de los sólidos.
•	Enjuagar, durante no más de 5 minutos, los pisos con una manguera.
•	Secar los pisos con la ayuda de gomas o haraganes.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XVII. **Beneficios esperados por optimizar el uso de agua en operaciones de limpieza**

	<b>Descripción del beneficio esperado</b>
•	Se reduce hasta en 50 % el consumo de agua destinada a actividades de limpieza, sin afectar la calidad de la misma.
•	Se reduce la carga orgánica y sólidos suspendidos en los efluentes hídricos por la separación de sólidos en seco.
•	Se genera ahorros económicos.
•	Se evita accidentes de los empleados por caídas debida a pisos mojados.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Además de aprovechar el agua en ese tipo de actividades, también se espera optimizar el mismo recurso en otra tarea o área de influencia, se identificó

por medio de varios análisis previos que en las operaciones de sanitizado de los equipos se presenta el mismo problema con el consumo de agua, por la alta demanda de este procedimiento y siendo importante para garantizar la inocuidad de sus productos, por tal razón, estos equipos empleados en la preparación de sus productos son sometidos a limpiezas y sanitizados minuciosos y frecuentes. Esa actividad requiere la utilización de grandes cantidades de agua tratada.

**Tabla XVIII. Tareas propuestas que permitan optimizar el uso de agua en el proceso de sanitización de sus equipos**

	<b>Descripción de la tarea</b>
•	Un método práctico y sencillo para determinar los tiempos óptimos de enjuague, tanto de soluciones ácidas como básicas, consiste en efectuar un seguimiento a las variaciones de pH durante los enjuagues.
•	Tomar muestras de la solución de enjuague a intervalos regulares de tiempo (por ejemplo, cada 2 minutos, o cada 5 minutos o 10 minutos, según se estime conveniente) durante todo el periodo de enjuague.
•	Analizar el pH de cada una de las muestras.
Implementar sistema CIP	Un sistema CIP permite reusar las soluciones básicas y ácidas de lavado, luego de un ajuste en las concentraciones respectivas, y utilizar el agua del último enjuague en el prelavado de un próximo ciclo de lavado.
•	Separar los residuos sólidos en seco.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Los beneficios esperados son similares a los de la Tabla XVII, agregando otros factores: se espera reducir hasta un 30 % el consumo de agua tratada, se espera reducir el consumo de soluciones básicas y ácidas empleadas en el sanitizado, se podrían obtener ahorros económicos representativos, además de todas estas tareas que permitirán incrementar la optimización de los recursos, propiciarían una estrategia de publicidad hacia CBC con el uso responsable de

sus recursos con una campaña verde de aceptación a otros consumidores que no son fieles a su marca.

#### **4.2.1.1. Materia prima**

Ya que la fabricación de bebidas carbonatadas emplea más del 75 % de su composición total el agua, se considerará básicamente la mejora y optimización de este recurso. En muchos casos, las empresas regeneran sus ablandadores sin tomar en cuenta el grado de agotamiento de la resina. Por ejemplo, en algunas empresas, se ha observado que la regeneración se efectúa de acuerdo a un cronograma fijo, cuando las resinas no agotaron ni la mitad de su capacidad. En otras, se instala un medidor de agua a la entrada del ablandador y el ciclo de regeneración se inicia después de haber ablandado un determinado volumen de agua.

Si la determinación de este volumen de agua no se efectúa sobre bases experimentales, la regeneración difícilmente coincidirá con el agotamiento total de la resina. Cuando la regeneración se efectúa con más frecuencia de la necesaria, se desaprovecha una fracción importante de la capacidad total de ablandamiento de las resinas, pudiendo presentarse los siguientes problemas:

- Pérdida de eficacia de las resinas con cada regeneración.
- Alto consumo de sal y de agua.
- Contribución innecesaria a la contaminación con cloruro de sodio, de las aguas residuales de la empresa.

Se recomienda efectuar un seguimiento diario de la dureza del agua que se ablanda. Esta determinación puede hacerse directamente mediante un equipo de medición de dureza, o a través del análisis del contenido de iones calcio o magnesio, por absorción atómica o titulación.

Sólo cuando la dureza del agua esté en el límite de aceptabilidad, o cuando el contenido de iones calcio o magnesio del agua, antes y después del ablandamiento, no presente variaciones, lo que indica que la resina está agotada, se debe proceder con la regeneración.

Tabla XIX. **Procesos que podrían optimizar el uso del agua como materia prima**

<b>Proceso</b>	<b>Descripción del proceso</b>
Emplear cantidades de agua y sal óptimas para efectuar regeneración.	Se observó que las cantidades de agua y sal empleadas en la regeneración de resinas no es determinada de manera adecuada, considerar las variaciones de dureza del agua y ablandado según características de la resina.
Construir el ablandador de agua	Utilizando la misma resina catiónica empacada en las columnas de la empresa, construir un ablandador de agua de 2 pulgadas de diámetro. Idealmente, se debería empacar la misma altura de resina que se tiene en los ablandadores. No obstante, una altura mínima de 0,8 m de resina, resulta suficiente para los fines experimentales. No se debe olvidar que la resina debe estar siempre en contacto con agua para mantenerla hidratada, desde el momento en que se la empaca hasta finalizar las pruebas de regeneración.
Preparación de la solución de cloruro de sodio, sal	La primera prueba de regeneración puede realizarse con una solución de cloruro de sodio a una concentración de 25 g/l.

Continuación de la Tabla XIX.

	<p>Preparada en un volumen de agua equivalente a 1,35 veces el volumen muerto VM de la resina.</p> <p>Es decir que, si el volumen muerto de la resina calculado es 743 ml, entonces 1,35 veces el VM es 1 l, y los 25 g de sal deben diluirse en 1 l de agua. Para las regeneraciones posteriores a efectuar, tanto la concentración de cloruro de sodio como el volumen de solución variarán.</p>
<p>Agotar la resina</p>	<p>Una vez construida la columna, se debe saturar la resina; es decir, se debe agotar por completo su capacidad de intercambio. Si para saturar o agotar la resina se empleara solo agua con su dureza natural se tardaría un tiempo muy prolongado. Para acelerar este proceso, puede utilizarse una solución de cloruro de calcio con una concentración de, por ejemplo, 8 g/l.</p> <p>Una vez que se introduce unos cinco litros de esta solución, es aconsejable enjuagar la columna con unos tres litros de agua antes de evaluar el grado de agotamiento de la resina. El agotamiento de la resina se determina midiendo la dureza del agua de salida de la columna. Cuando dicha dureza no presente variaciones respecto al valor de dureza del agua de entrada, se puede concluir que la resina está agotada.</p> <p>Cuando la resina es nueva, con frecuencia no se logra saturarla con la introducción de sólo 5 litros de cloruro de calcio a la concentración indicada. Por ello, es necesario repetir varias veces la introducción de cloruro de calcio ya sea de 8 g/l o a una menor concentración, dependiendo de cuán saturada esté la resina y los respectivos enjuagues con agua.</p> <p>Sin embargo, al utilizar soluciones de cloruro de calcio, se debe tener cuidado de no sobre agotar la resina.</p>

Continuación de la Tabla XIX.

Regenerar la resina	<p>Cuando la resina esté completamente agotada, se debe regenerar con la solución de cloruro de sodio preparada. La regeneración debe efectuarse de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Agregar la solución de cloruro de sodio y, una vez que ésta pase por la resina, recolectarla a la salida de la columna.</li><li>○ Enjuagar la resina con agua, adicionando un volumen de agua igual a 1,35 veces el volumen muerto de la resina, en forma consecutiva, hasta que la conductividad del agua de salida de la columna sea constante y no presente más variaciones significativas. La recolección del agua a la salida de la columna también debe efectuarse en fracciones de 1,35 veces el volumen muerto; es decir que, cada vez que se introduce un volumen de agua equivalente a 1,35 veces el volumen muerto de resina, dicho volumen debe ser recolectado, a la salida, en un recipiente exclusivo. Debe registrarse la cantidad total del agua de enjuague utilizada.</li><li>○ Enviar al laboratorio una muestra compuesta de la solución de cloruro de sodio y del agua de enjuague que se recolectó. Para obtener la muestra compuesta, mezclar bien la totalidad de las soluciones recolectadas en los diferentes recipientes y sacar, de esa mezcla, una muestra de aproximadamente 200 ml. Solicitar al laboratorio que se efectúen análisis del contenido de calcio para cada una de las muestras.</li></ul>
---------------------	---

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Con el seguimiento de las tareas, acciones y procedimientos establecidos en la tabla anterior, CBC podría reducir el consumo de agua que emplea como



materia prima, además de mejorar la capacidad de producción y tarea de sanitizado, comprometería de forma responsable todas sus actividades encaminadas a la mejora continua, acá es donde influyen el conjunto de propuestas incorporadas en el desarrollo de la investigación, demostrando que las capacitaciones podrían ser mejoradas hacia el personal de producción y mantenimiento, incorporar las tareas nuevas no será fácil pero el compromiso hacia resultados óptimos permite considerar una opción viable y de bajo impacto económico.

#### **4.2.1.2. Insumos**

Los insumos que podrían ser optimizados son escasos, la composición del jarabe en su mayoría es agua natural, luego participa en otro porcentaje el azúcar y ciertas cantidades de químicos, recordando que las compañías transnacionales protegen sus marcas y productos con patentes. Solo quedará señalado que los insumos principales que podrían ser optimizados por pérdidas son:

- Agua pura
- Azúcar

El azúcar se emplea en la preparación de jarabe simple. El consumo de azúcar podría estar entre 110 y 190 kg de azúcar/m<sup>3</sup> de bebida producida. Existen problemas asociados al incremento del uso de este insumo.

Tabla XX. **Problemas a causa del consumo inapropiado del azúcar**

	<b>Descripción del problema</b>
•	La compra de un azúcar con alto grado de impurezas, lo que también resulta en la utilización de una mayor cantidad de carbón activado para extraer al máximo tales impurezas. El consumo y gasto innecesariamente elevados de azúcar resulta del hecho que la empresa paga por impurezas, en lugar de azúcar, y debe compensar esas impurezas con el consumo de una mayor cantidad de azúcar.
•	El descuido en el transporte y manipuleo de los sacos de azúcar. Muchas veces, los descuidos ocasionan roturas de los sacos que resultan inevitablemente en la pérdida de azúcar.
•	La falta de recuperación de azúcar remanente tanto en el tanque de preparación de jarabe simple como en el lecho filtrante, tierras diatomeas y/o carbón activado.
•	La falta de cuidado en el almacenamiento. Si los sacos de azúcar no están debidamente aislados del piso, quedan sometidos a la humedad del mismo, lo que puede ocasionar el humedecimiento y disolución del azúcar.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXI. **Conjunto de medidas que permitirán optimizar el uso del azúcar**

	<b>Descripción de la medida a implementar</b>
•	Adquirir, en lo posible, azúcar de buena calidad con una cantidad mínima o nula de impurezas.
•	Evitar el transporte manual de los sacos de azúcar y disponer de espacios amplios de almacenamiento para evitar el hacinamiento de los sacos. Asimismo, los sacos deben disponerse sobre tarimas que guarden una debida separación del piso.
•	Luego de la elaboración de un lote de jarabe simple, recircular agua, por el tanque de preparación y el filtro, durante un buen periodo de tiempo, para extraer el azúcar remanente en el lecho filtrante. Esta solución de agua con azúcar recuperada puede utilizarse en la próxima preparación de jarabe simple.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Según se logran implementar las acciones, se podría esperar un conjunto de beneficios en la optimización del consumo de azúcar, dicho esto se esperaría que la empresa pueda reducir el consumo de azúcar trimestralmente en un 15 %, se esperaría que la empresa pueda reducir el consumo de carbón activado en los procesos de transformación, se esperaría que la empresa pueda generar ahorros energéticos, es esperaría que la empresa pueda percibir ahorros económicos con la reducción de pedidos adicionales de azúcar trimestralmente.

#### **4.2.2. Producto terminado**

El producto terminado se separaría de dos formas: la bebida carbonatada y la bebida carbonatada dentro del envase sellado. Para una de estas dos formas solo se espera reducir los desperdicios en la boquilla de llenado ajustando adecuadamente la pieza, trabajo a cargo del departamento de producción con mantenimiento.

En la zona de producto terminado que reconoce la planta, se encuentra el área de recolección y resguardo de las tarimas con los envases llenos, respectivamente acondicionados en cajas y tarimas, por el tipo de producto, son bajos los incidentes que demuestran producto dañado, solamente se consideraría emplear un mejor sistema de sanitización con las tarimas que llevan las cajillas.

#### **4.3. Evitar mantenimientos preventivos excesivos**

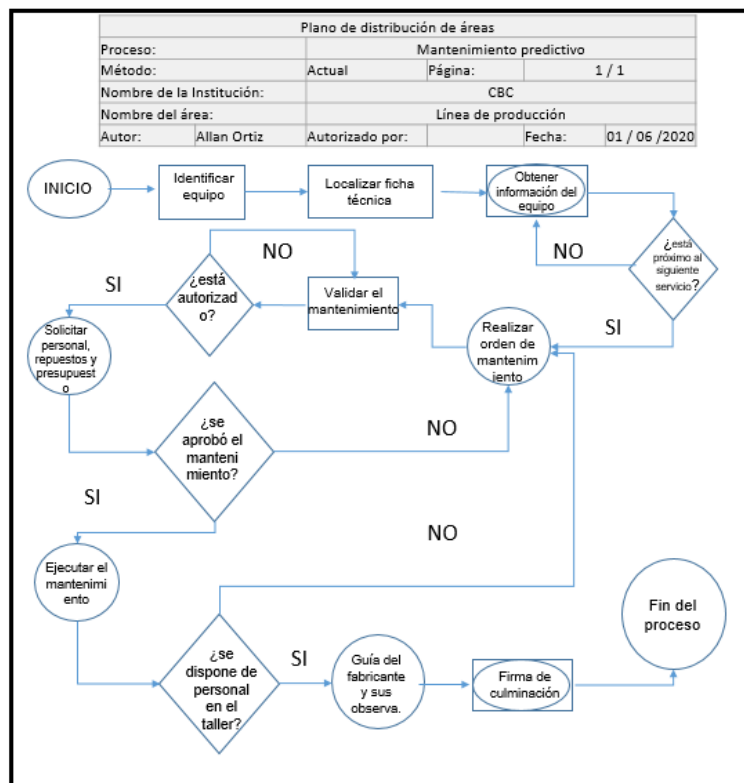
La matriz propuesta en la Tabla XIII establece los ritmos y ciclos de mantenimientos preventivos necesarios y esperados, se considera que agregar acciones o fases extras al método actual será completo y quedará bajo la

aceptación de CBC de Guatemala en conjunto de las autoridades superiores extranjeras.

### 4.3.1. Programación de mantenimientos

Las etapas a considerar para programar los próximos mantenimientos estarán sujetas a diferentes aspectos, los relevantes y críticos son los ritmos de producción, se considera que la programación efectiva de los mantenimientos queda dependiente del modelo actual y de las necesidades encontradas.

Figura 37. Diagrama de decisión para la programación de mantenimientos



Fuente: elaboración propia, empleando Draw.io.

El diagrama de decisión propuesto servirá para que la administración analice en cada situación si es conveniente hacer o no hacer el mantenimiento.

#### 4.4. Logística del desarrollo en el proceso

CBC deberá atender un conjunto de variables que comprometen la venta competitiva, por lo cual se propone emplear el modelo de Michael Porter, para contribuir a la posición relativa en costos y las bases de la diferenciación.

Se propone emplear las fuentes de ventaja competitiva, para esto se utilizará un medio sistemático que permitirá examinar paso a paso las actividades que se deberán realizar y su forma de interactuar, para eso se necesita la cadena de valor como herramienta, permitirá dividir la propuesta hacia la empresa en actividades estratégicas, además del posible comportamiento de los costos.

Tabla XXII. **Matriz de elementos que conformaran la logística del desarrollo**

<b>Tipo de elemento</b>	<b>Acción y alcance</b>
Actividades de valor	Primarias De apoyo
Eslabones	Dentro de la cadena de valor Verticales
Logística de entrada	Recepción de insumos Almacenaje de insumos y materiales Manejo y control de inventario Devoluciones a proveedor
Operaciones	Producción Embalaje Reparaciones de equipos Control de calidad
Logística de salida	Almacenaje de bienes producidos Procesamiento y programación de pedidos Programación de vehículos.

Continuación de la Tabla XXII.

Marketing y ventas	Promoción y publicidad Ventas Fijación de precios Selección de canales de distribución
Servicio post venta	Instalación Reparación y suministro de repuestos Entrenamiento en uso del producto Manejo de quejas y reclamos

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 38. **Diagrama de la logística esperada**



Fuente: MORALES, Eduardo. *Cadena genérica de valor*. p. 16.

La imagen representa la forma estratégica de cómo se puede ir agregando los elementos en la logística del proceso, así mismo las acciones con precedencia y las etapas complementarias que permitirán adjudicar las mejoras en el área de formulación de jarabe. Además, algunas de las actividades primarias podrían ser extensas o complejas, que podrán ser subdivididas en caso de ser necesario, especialmente en la fase de búsqueda de ventajas competitivas.

#### **4.4.1. Eficiencia mejorada**

Es importante señalar, que la eficiencia de la producción dependerá en su mayoría porcentual de los resultados de la caracterización de los jarabes terminados, ya que un lote con grados brix inferior al mínimo esperado, representa gastos adicionales, ya que impulsa al sistema de producción a emplear jarabe extra terminado por cada unidad embotellada, ya que se deberá emplear una relación mayor de agua, para satisfacer las especificaciones de calidad.

Por lo cual también se planteó un modelo eficiente que permita ahorrar el consumo de agua en diferentes procesos y etapas en la zona de producción, ofreciendo reducción de costos, reducción de desperdicios, mejoramiento en los procesos, en relación al control microbiológico, se propondría que, además del control que ya se realiza sobre el agua del proceso y el azúcar líquida, se deberá realizar muestro microbiológico a los tanques de preparación de jarabe terminado periódicamente, así como al producto embotellado en todas las producciones, los resultados prometerán indicadores directos de la eficiencia en los procesos de limpieza y buenos hábitos de manufactura.

##### **4.4.1.1. Eficiencia del proceso de formulación**

El índice de merma del jarabe terminado se obtendrá mediante la diferencia porcentual entre las cajas de producto producido en bebidas carbonatadas, respecto a las esperadas por la cantidad de jarabe terminado preparado, el cálculo de este indicador influirá significativamente sobre la eficiencia en el proceso de la formulación.

La cantidad de cajillas completadas que se deberían obtener, con el jarabe terminado disponible, se calcular con base en la relación de dilución de jarabe terminado en agua para lograr obtener la bebida carbonatada final, y ya con ese valor se obtendrán los litros de bebidas por obtener. Con la capacidad volumétrica de cada presentación se obtendrá la cantidad de botellas y con la cantidad de botellas por paquete, se determinará el valor porcentual de eficiencia alcanzado.

La forma exacta con la cual se puede determinar estos consumos en litros corresponda a propiedad intelectual de CBC, de esta manera solo podría quedar planteada la forma de evaluar la merma.

#### Fórmula 12

Merma < 0: el consumo de jarabe fue menor al esperado teóricamente, ganancia.

#### Fórmula 13

Merma = 0: el consumo real coincide con el esperado teóricamente.

#### Fórmula 14

Merma > 0: el consumo de jarabe fue mayor al esperado teóricamente, pérdida.

El valor ideal corresponde a una merma de cero, la cual representa el 100 % de eficiencia de las líneas de embotellado, donde se esperaría emplear el jarabe disponible para producir la cantidad de producto demandado.



#### 4.4.1.2. Eficiencia de la mano de obra

El diagnóstico obtenido específicamente para el área de formulación, luego de diferentes observaciones y mediciones a la línea de producción y con los altos índices de desperdicios de insumos, materias primas y bajo porcentajes de eficiencia permiten representar el análisis FODA con las consideraciones que deberán mejorar, que posiblemente ofrezca el cambio de eficiencia en la mano de obra.

Tabla XXIII. Resultado FODA de la línea de producción

<b>Término</b>	<b>Descripción</b>
<b>FORTALEZAS</b>	Colaboración por parte de todo el personal técnico hacia los distintos problemas que se presentan en la planta de producción.
	Se mantiene una buena comunicación entre mantenimiento y producción, desde los técnicos hasta los jefes.
	Respuesta rápida a solución de problemas por parte de todo el equipo de la línea de producción.
	En la línea de producción la bodega de repuestos se cuenta con el stock mínimo para el abastecimiento de repuestos de los distintos equipos de trabajo.
<b>OPORTUNIDADES</b>	Capacitación continua a los operarios por parte del Departamento de Mantenimiento; para que el soporte a la maquinaria sea óptimo e inmediato.
	Que el departamento de mantenimiento le de cuidado preventivo a toda la maquinaria.
	Que el departamento de ventas disminuya la cantidad de pedidos urgentes.

Continuación de la Tabla XXIII.

DEBILIDADES	Los operarios no tienen la mayor parte de su atención en la maquinaria asignada.
	No existe una política de trabajo en equipo entre el área de ventas y del departamento de producción.
	El mantenimiento preventivo solamente se utiliza en los equipos modernos.
	Los paros en la línea de producción por cambios de ajuste son muy largos y esto afecta la eficiencia de la línea.
AMENAZAS	En algunas ocasiones proyectos de mejora o implementación, no se logren llevar a cabo debido a que el presupuesto asignado mensualmente no es suficiente.
	El responsable del departamento de compras no da seguimiento a los requerimientos del departamento de producción.
	El departamento de sistemas no da el mantenimiento debido al sistema de producción.
	El pedido del departamento de ventas no sea adecuado a los cambios y ajustes de la maquinaria.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXIV. **Matriz de estrategias para hacer eficiente la mano de obra**

<b>Tipo de estrategia</b>	<b>Tipo de actividad</b>
MAXI-MAXI FORTALEZAS Y OPORTUNIDADES	Establecer reuniones periódicas entre el departamento de producción y mantenimiento para la coordinación de capacitaciones entre ambos departamentos
	Mantener informado semanalmente de los inventarios de insumos en bodega y hacer los requerimientos junto con el departamento de compras para que no haya fuga de información.

Continuación de la Tabla XXIV.

	<p>El departamento de producción debe llevar estadísticas de los equipos a los cuales se le ha hecho mantenimiento correctivo y que piezas se han cambiado e intercambiar la información con mantenimiento para mantener siempre en inventario los repuestos más usados.</p>
	<p>Que el personal técnico lleve registros actualizados de los equipos que más problemas ocasionan y que partes específicas sufren desperfectos para que el mantenimiento preventivo sea aplicado en el tiempo correspondiente.</p>
<p>MAXI-MINI FORTALEZAS Y AMENAZAS</p>	<p>Mayor apoyo por parte de la gerencia general para la implementación y mejoras del sistema, respaldando las soluciones del equipo de producción.</p>
	<p>El departamento de producción deberá dar seguimiento y retroalimentar al departamento de compras en ocasiones donde no ingresen los insumos requeridos para las fechas establecidas, con esto ambos departamentos evitarán una emergencia por falta de insumos.</p>
	<p>Establecer reuniones periódicas entre el departamento de sistemas y producción para coordinar mantenimiento al sistema y estar actualizados de los problemas más usuales y evitar una falla más grande.</p>
<p>MINI-MAXI DEBILIDADES Y OPORTUNIDADES</p>	<p>Establecer capacitaciones continuas para que los operarios se involucren más con la máquina que están operando y de alerta de alguna posible falla.</p>
	<p>Reuniones semanales entre el departamento de ventas y producción para que ambos trabajen en equipo y satisfagan sus necesidades.</p>
	<p>Realizar chequeos de mantenimiento predictivo a la maquinaria para evitar el mantenimiento correctivo.</p>

Continuación de la Tabla XXIV.

<b>MINI-MINI DEBILIDADES Y AMENAZAS</b>	El departamento de ventas debe estar enterado de los efectos que ocasiona el hacer cambios de presentación drásticos ya que los tiempos de cambio y ajuste a la maquinaria son muy largos y eso tiene como consecuencia ineficiencia en la línea de producción.
	Establecer propuestas de mejoras en los cambios de ajuste a maquinaria por parte del departamento de sistemas para que la programación no sea tan lenta debido a la falta de mantenimiento.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La eficiencia en la mano de obra podría ser beneficiada a través de la implementación de las estrategias descritas.

#### **4.4.1.3. Eficiencia del equipo industrial**

La cantidad esperada es el tiempo de la producción por presentación en minutos multiplicado por la velocidad de la llenadora con respecto a la medida. Los desperdicios se calcularán con respecto a la cantidad real, el número de desperdicios dividido entre la cantidad real, todo multiplicado por 100, y la eficiencia esperada del equipo se calcula dividiendo la cantidad real entre lo esperado y luego multiplicado por 100.

Fórmula 15

$$Eficiencia\ del\ equipo\ industrial = \frac{cantidad\ real\ producida}{cantidad\ esperada\ de\ producción} \times 100$$

#### **4.4.2. Productividad**

La implementación de la matriz de sistematización conlleva a un aumento en la rentabilidad debido a un mejor aprovechamiento de los recursos, a una mayor eficiencia en los procesos y a una mejor organización, entre otros.

#### **4.5. Costos del proyecto**

Una de las formas de calcular el impacto es tomando el equipo más crítico puede ser entre el 25 a 30 % del proceso y llevarlo a un valor de 85 a 90 %. No es conveniente calcular costo de la planta sino el de los equipos críticos, cuellos de botella. Una forma de calcular ese beneficio es cuando se parte de un 55 % que está dentro de parámetros normales y se lleva entre 85 a 90 % y se compara la capacidad adicional lograda.

En ciertos casos no es costeable implementar en toda una planta, ya que el costo de la implementación puede no representar posibilidad de recuperar lo invertido. Se analizará el costo actual y determinará el monto de las pérdidas en las tres componentes: Disponibilidad, por ejemplo, si se tiene al 60 % y se puede incrementar al 90 %, se calcula cuántas unidades adicionales se pueden producir en ese tiempo adicional de disponibilidad. Se toma el caso de que esa disponibilidad reducida en realidad está afectando nuestra productividad y el aumentar la producción permite vender más. De no ser así se puede complicar este cálculo, pero es siempre posible.

También, se logra avanzar cuando se logra reducir en los paros menores, cuando el equipo está sujeto a atascamientos, huecos en la línea, casos crónicos en muchas ocasiones. Es posible cuantificar lo que está costando retrabajar o reciclar partes defectuosas. Se tiene que poner atención a las restricciones o

cuellos de botella para apoyar el proyecto. Si se puede producir 100 000 botellas más por semana y cada una le representa Q 1,00 de utilidad, esto se convertiría en no solo Q 100 000, sino que, al aumentar el volumen, el costo por unidad se reduce, lo que puede permitir reducción del precio y por tanto mayor volumen de ventas gracias al aumento de la capacidad de la planta.

Si se puede obtener más producción con nuestros recursos actuales, eso hace que la utilidad por cada quetzal invertido sea mayor y el costo de servicio del capital ha disminuido. Otro factor a considerar es el tiempo medio entre fallas. Si bien este factor está orientado al equipo o máquina, se puede convertir a resultados al analizar cómo beneficia el hecho de ahorrar en costos de mantenimiento no planeado, tiempo extra y tercer turno.

El rendimiento sobre lo invertido se podrá observar en el mediano plazo con reducciones en el costo de mantenimiento que van del 25 al 30 % y en costos de producción que se consideran entre 20 a 25 %. Esto es visible tras unos cinco años de implementación.

#### **4.5.1. Mano de obra**

Se considera que los costos de mano de obra podrán ser mejorados con dos acciones:

- Incrementar tareas asignadas con el aprovechamiento en función del tiempo.
- Reducción de personal en la zona de producción y envasado.

#### 4.5.2. Mantenimiento de maquinaria

La maquinaria presenta fallas de bajo impacto, pero no significa que puedan dejar de ser críticas a largo plazo, se presentó el programa de mantenimiento a la maquinaria, los costos dependerán de los insumos que participen y el tiempo necesario de la mano de obra.

Tabla XXV. **Costos participantes en el mantenimiento de la maquinaria**

<b>Variable de participación</b>	<b>Unidad monetaria</b>
Tiempo efectivo del operario	Q 80,00 / hora
Lubricantes	Q 250,00 / galón
<i>Whippe</i>	Q 25,00 / libra
Capacitación por cada operario	Q 150,00 / hora
Manejo responsable de los desechos	Q 35,00 / libra
Tiempo de ocio distribuido por maquinaria	Q 350,00 / hora

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Los costos son basados en precios de mercado por empresas que brindan servicios de mantenimiento tercerizados a empresas como CBC.

## **5. SEGUIMIENTO**

### **5.1. Resultados obtenidos**

CBC en el año 2019 presentaba debilidades en diferentes zonas de trabajo dentro del área de formulación de jarabe, contemplando errores humanos, factores de fatiga por cansancio crónico, fallas repetitivas por maquinaria en mal estado, pisos con residuos de jarabes o de insumos, desperdicios de agua en algunos procesos que se detallaron, siendo relevante el proceso de sanitización.

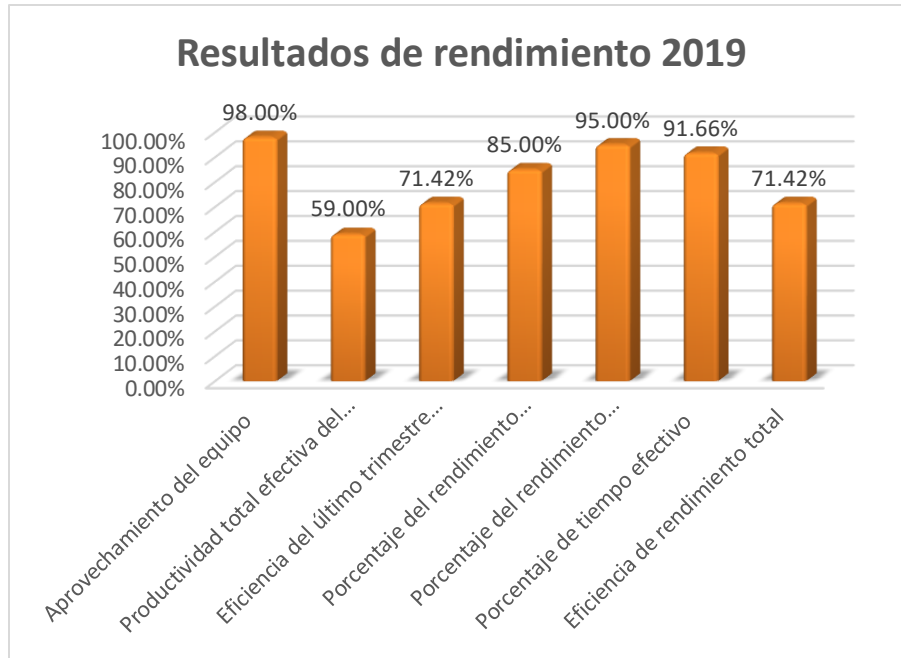
Los resultados se encontraron en márgenes críticos, ya que sus niveles de producción esperan retornos económicos considerables, el personal que labora en esa zona de estudio presentaba quejas compartidas, donde un factor relevante fue la falta de interés por el departamento de Recursos Humanos en otorgar un tiempo dedicado a medir la situación laboral.

Otros factores que influían era la falta de mantenimientos programados, que ocasionaba fallas en los equipos, maquinaria y líneas de producción, con el bajo rendimiento del departamento de mantenimiento se consideró oportuno diseñar el programa de mantenimiento preventivo Tabla XIII, agregando los aspectos relevantes que formarán parte de las mejoras esperadas.

El valor obtenido sobre la productividad total efectiva con muestra del 59 % sobre el 100 % esperado, denoto que el reflejo de la mala toma de decisiones y otros factores hicieron que su producción fuera no deseada, así mismo con la matriz planteada de acciones correctivas, se espera mejorar la futura evaluación.



Figura 39. **Resultados obtenidos del cuarto trimestre del 2019**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El rendimiento total, estimado mediante fórmulas con anterioridad, se encontró en 71,42 %, para la categoría de empresa transnacional se esperaría como mínimo un 95 % de eficiencia, de igual forma se encontraron las variables que ocasionaron este bajo nivel de alcance producido.

## 5.2. Interpretación

Cada valor representado en la Figura 38 demuestra un conjunto de operaciones administrativas, financieras, de ejecución, de comercialización y de la planta de producción. Entre estas destaca únicamente el aprovechamiento del equipo, de qué forma se obtuvo este aprovechamiento, con la correlación de

eventos que se lograron recolectar por medio de entrevistas al personal en la bodega, producción y línea de llenado.

La empresa además permitió acceder a su archivo documental de quejas, fallos y acciones correctivas en el último trimestre del 2019, Mediante dicho archivo, se determinó la necesidad de trasladar estos informes y datos a fórmulas que cuantificaran la proporción alcanzada de las metas trazadas.

Se interpreta que para ese periodo de tiempo presentaban más deficiencias de las esperadas, donde corregían las fallas mecánicas hasta que se presentaba el evento, se producía alta carga de desperdicios en materias primas e insumos y los costos de producción se pagaban arriba del margen esperado.

### 5.3. Aplicación

Para la aplicación del análisis realizado se trabajó conforme un conjunto de tareas y observaciones, además de validar los datos a los cuales se logró tener acceso por parte de la empresa. Siendo así se utilizó una tabla de clasificación de errores frecuentes.

Tabla XXVI. **Matriz de asignación de errores frecuentes para la aplicación cuantificable**

Tipo de error	Descripción
Desperdicio por sobreproducción	cuando se produce una mayor cantidad a lo solicitado por los clientes, se considera que a partir de este aparecen otros desperdicios. Para ello lo correcto será producir la cantidad, clase y calidad exacta que pide el departamento de ventas.

Continuación de la Tabla XXVI.

Tiempo de espera por falla inesperada	Tiempo perdido en la elaboración de un producto que se da por un proceso ineficiente, por eso es indispensable una sincronización total entre las operaciones.
Costos asociados al transporte	Movimiento o manipulación de material innecesario, que puede darse por una mal distribución en planta del proceso que causa largas distancias recorridas, con mayor número de maniobras.
Parámetros asociados a movimientos innecesarios	Desplazamientos que los operarios realizan para el desarrollo de sus funciones sin dar un valor agregado al producto o servicio.
Valores asociados a los reprocesos	Aplicar mayor tiempo y esfuerzo de lo requerido al producto que no es apreciado por el cliente. Esto obligará eliminar operaciones innecesarias con un mejor diseño del producto para ahorrar en recursos y tiempos
Valores asociados al sobre inventario	Tener una cantidad de existencias mayor a las requeridas para satisfacer necesidades más inmediatas, por lo que es importante monitorear las actividades del proceso para identificar a tiempo y resolver los problemas que puedan presentarse.
Valores asociados a los defectos	Trabajo adicional que se realiza cuando existe un error en el proceso productivo, en el cual se da una repetición de trabajos que anteriormente agregaban valor al producto. Es adecuado que exista una vigilancia en el proceso para la identificación a tiempo de las no conformidades y evitar así las devoluciones del cliente.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La matriz de asignación de errores permitió valorar la relevancia, repitencia y participación de esas acciones encontradas, de esta forma se fue creando una red de datos que permitieron resumirse en el conjunto de fórmulas de la 5 hasta

la 9, de allí fue donde se obtuvieron los porcentajes de eficiencia, eficacia y por resultado proponer las tareas que mejoraran a la empresa.

#### **5.4. Ventajas y beneficios**

Ventajas obtenidas de la evaluación realizada

- Mejora el desempeño, mediante la retroalimentación.
- Políticas de compensación: puede ayudar a determinar aquellos colaboradores que merecen recibir aumentos.
- Decisiones de ubicación: las promociones, transferencias y separaciones se basan en el desempeño anterior o en el previsto.
- Necesidades de capacitación y desarrollo: el desempeño insuficiente puede indicar la necesidad de volver a capacitar, o un potencial no aprovechado.
- Planeación y desarrollo del programa de mantenimiento preventivo: guía las decisiones sobre posibilidades específicas.

Beneficios esperados

Los beneficios esperados serán percibidos en la reducción de costos de operación, además se esperaría obtener impacto positivo sobre las utilidades de la compañía. Estas oportunidades de mejora no corresponden específicamente al proceso de transformación de jarabe, o al proceso de envasado de la bebida carbonatada. Al respecto, se observó que son acciones aplicables directamente

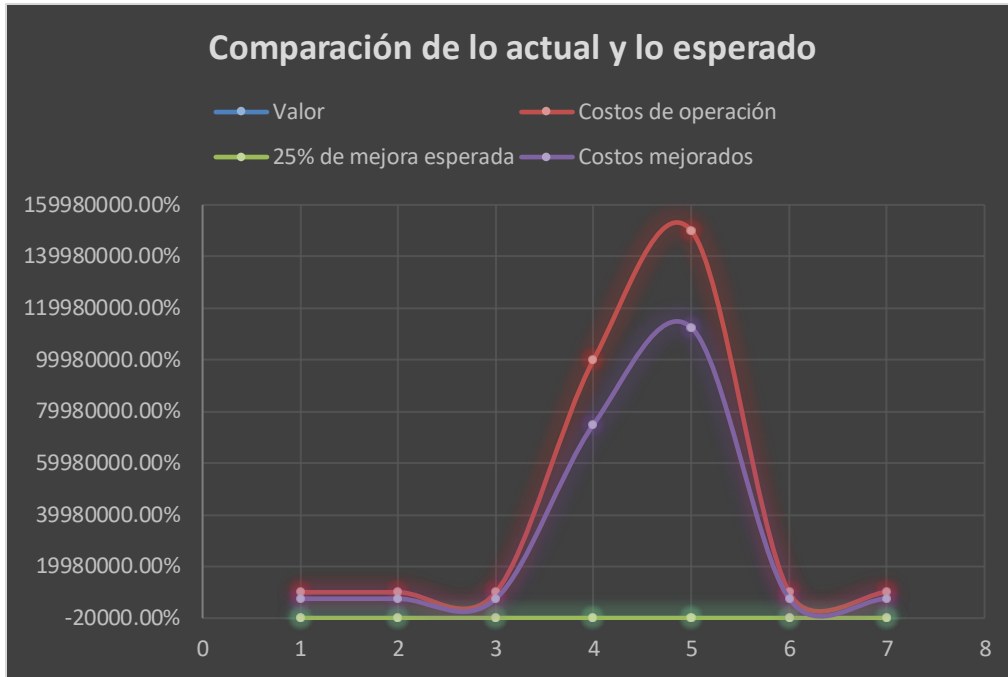
sobre la operación total, independientemente del producto A-B-C que sea producido, por lo cual esos beneficios serán obtenidos por toda la operación en la producción de jarabe-bebida carbonatada-ensvasado-producto final.

**Tabla XXVII. Resumen de costos de operación, versus lo esperado**

<b>Unidad de análisis</b>	<b>Valor en %</b>	<b>Costos de operación en Q.</b>	<b>25 % de mejora esperada</b>	<b>Costos mejorados en Q.</b>
Aprovechamiento del equipo	98,00	100 000,00	120,00	75 000,00
Productividad total efectiva del equipo	59,00	100 000,00	84,00	75 000,00
Eficiencia del último trimestre 2019	71,42	100 000,00	96,42	75 000,00
Porcentaje del rendimiento anual (mínimo)	85,00	1 000 000,00	110,00	75 000,00
Porcentaje del rendimiento anual (máximo)	95,00	1 500 000,00	120,00	1 125 000,00
Porcentaje de tiempo efectivo	91,66	100 000,00	116,66	75 000,00
Eficiencia de rendimiento total	71,42	100 000,00	91,42	75 000,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 40. **Gráfica de comparación de reducción de costos de operación**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 5.5. Acciones correctivas

La principal medida correctiva a implementar, la cual no dependerá de aprobación externa o de la corporación a nivel internacional, es incorporar mejores métodos de monitoreo en los procesos de forma continua y sistemática, mediante el cual se verifica la eficiencia y la eficacia de un proyecto mediante la identificación de sus logros y debilidades.

Y, en consecuencia, se recomienda medidas correctivas para optimizar los resultados esperados del proyecto. Asimismo, es el responsable de preparar y aportar la información que hace posible sistematizar resultados y procesos y, por tanto, es un insumo básico para la evaluación.

Para que el monitoreo sea exitoso requiere del establecimiento de un sistema de información gerencial, que identifique a los usuarios de la información, los tipos de información prioritaria, vinculando las necesidades y las fuentes de información, estableciendo métodos apropiados para efectuar la recopilación de datos e identificando los recursos necesarios.

- Pasos involucrados en el monitoreo propuesto
  - Agenda operativa
  - Selección de *check list*
  - Realización de monitoreo, evaluación
  - Registro y manejo de resultados
  - Retroalimentación al supervisor

## **5.6. Mejoras a la implementación**

Resulta factible la implementación de un conjunto de técnicas desarrolladas por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas, como pilares, los cuales sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva.

Tabla XXVIII. **Pilares de las mejoras en la implementación**

<b>Pilar o tarea</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
Mejoras enfocadas Kobetsu Kaizen	Contribuye a definir y mantener las condiciones del equipo para que no se produzcan defectos de calidad, como base a las rutinas de inspección de equipos, ya sean autónomas o de mantenimiento especializado.
Mantenimiento autónomo Jishu Hozen	Participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden. El mantenimiento autónomo se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipamiento, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo y averías. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas.
Mantenimiento planificado, progresivo	Su objetivo es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.



Continuación de la Tabla XXVIII.

<p>Mantenimiento de calidad Hinshitsu Hozen</p>	<p>Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente, se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo, pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final. El mantenimiento de calidad es de tipo preventiva, orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante.</p>
<p>Prevención de mantenimiento</p>	<p>Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costos de mantenimiento durante su explotación. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones</p>
<p>Mantenimiento en áreas administrativas</p>	<p>Esta clase de actividades no involucra el equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente;</p>

Continuación de la Tabla XVIII.

		con los menores costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información.
Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación	y de de	Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo con las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

## 5.7. Capacitar al personal

La especificación del contenido de la capacitación requiere un análisis de las operaciones necesarias para alcanzar los objetivos de la empresa. Puede conocerse los objetivos en los operadores al entrevistarlos y por observación directa del flujo de trabajo y la sucesión de operaciones. El centro del estudio entero es poder expresar las conductas de trabajo deseadas en términos operacionales; la especificación de las conductas debe incluir las acciones y deberes concretos que han de realizarse, estas especificaciones conductuales constituyen las conductas terminales que serán desarrolladas por medio de la capacitación.

La importancia de este paso es vital en el mantenimiento preventivo, porque depende del análisis total de los objetivos que este busca y las actividades de la empresa producirán instrumentos que se usarán para determinar las necesidades de capacitación específicas. El solo hecho de que un trabajador no esté satisfaciendo todos los requisitos en la ejecución de su puesto no asegura

que la capacitación es la única respuesta. En este caso, el esquema de capacitación es por medio de cursos, proyectos, formaciones en el desempeño del trabajo, seminarios con planes de aplicación inmediata e investigaciones. A medida que se vayan preparando sesión a sesión, se irán presentando elementos audiovisuales; al final de la implementación del programa de capacitación.

Figura 41. **Elementos que deberán formar parte de la capacitación**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

### **5.7.1. Involucrar a todo el personal en el mantenimiento de los equipos**

Si se desea tener una buena efectividad de los equipos, será conveniente disponer de algún exceso en la dotación y capacitar operarios polivalentes, de modo de que los mismos puedan ser empleados tanto en producción como en mantenimiento.

Asimismo, es bastante común que se estructure una división de la dotación según especialidades, por ejemplo, mecánica, electricidad, electrónica, instalaciones y civil. Por otra parte, dependiendo de la configuración que se maneje o que se quiera manejar, puede existir un único taller de mantenimiento, o bien un taller central, en el cual reside la parte más importante del servicio y talleres zonales que se encargan de tareas más sencillas o rutinarias.

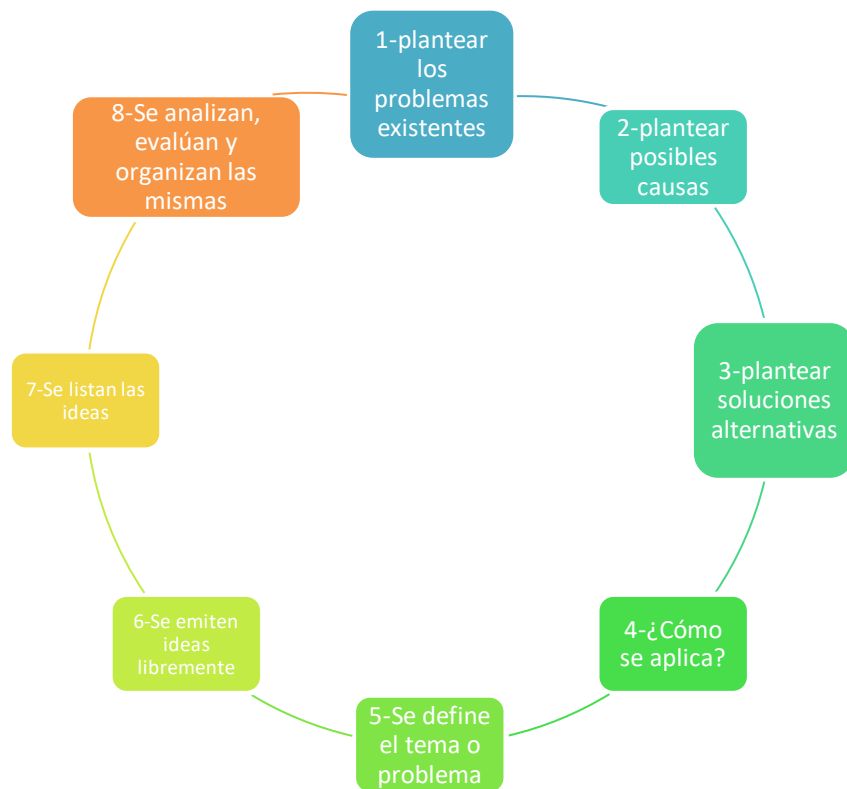
En todos los casos, el apoyo administrativo es un requisito valioso de modo que la gran cantidad de datos del sistema permita la búsqueda de información eficiente. La documentación técnica correspondiente a los distintos bienes debe facilitar las tareas de mantenimiento y encontrarse perfectamente archivada y actualizada con las eventuales reformas o modificaciones que se le pudieran haber introducido.

También se debe contar con archivos de las actividades de capacitación tanto en mantenimiento, como en producción, así como la frecuencia, tiempo estándar o predeterminado para su ejecución, método de la actividad, normas, criterios y materiales a emplear, herramientas e instrumentos, especialidades o dotaciones necesarias.

### 5.7.2. Implementos de capacitaciones trimestrales

Se podría implementar el método *Brainstorming*, considerado una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado.

Figura 42. Complementos del método *brainstorming*



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 5.7.3. Compromiso y responsabilidad de los operarios

La experiencia obtenida en el tiempo de recolección de la información, logró percibir el interés de la mayoría de los operarios por mejorar su trabajo, ellos indicaron que, a mayor colaboración de la empresa, mayor sería su participación

en el trabajo, identificando los errores frecuentes mediante la presentación de los resultados en mesas de trabajo semestral o anualmente, de esta forma ellos se comprometen con los siguientes aspectos hacia la empresa.

Figura 43. **Conjunto de compromisos esperados por los operarios**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.



## CONCLUSIONES

1. Los recursos de mano de obra, programas de mantenimiento, programación eficiente para producción, así como las tareas que velen por el aprovechamiento del agua son limitados, el proceso de transformación de azúcar con agua y convertirlo en bebida carbonatada mediante la formulación de jarabe revelo un valor de 59 % de eficiencia.
2. La empresa autorizó trabajar en la línea 11, donde se produce un sabor de bebida carbonatada, intermitentemente se producen bebidas energizantes, la variación de rendimiento en relación a las bebidas carbonatadas se encuentra en el 78 %, demostrando que su índice de producción esperado no logra cumplir con las metas trazadas.
3. Se cuantificaron las debilidades o deficiencias en la formulación, entre algunas puede destacar el mal uso del agua, desperdicios en la zona de dosificación, mal manejo de materias primas, incumplimiento en los programas de mantenimiento, algunas fueron causa del personal responsable de las tareas en el lugar, además de comprometer las operaciones por los paros inesperados y repetitivos de los equipos por fallas mecánicas.
4. Los constantes usos de agua en el área de formulación para tareas de limpieza incrementan los costos agregados a esta zona, además perder materia prima diariamente incrementa el costo de formulación, emplear más de un operario para tareas sencillas asignadas también podría estar afectando los valores trimestrales recaudados.



5. Se logró acceso al turno diurno pero los turnos rotativos o mixtos no se pudieron evaluar por normas internas de seguridad industrial, el rendimiento del último trimestre fue 71,42 % para el turno matutino y se encontró deficiente, no se cumplieron las metas de producción de botellas esperadas.
6. La productividad se encontró en 80 % de rendimiento para el área de formulación, eso fueron los datos de la capacidad efectiva alcanzada para el último trimestre del año 2019, algunas debilidades presentes fueron los desperdicios de materia prima y el exceso uso de agua para tareas de limpieza en esa área.
7. Las estrategias de toma y recolección de datos, cálculos porcentuales de eficiencias y productividad desarrolladas dependieron de las debilidades encontradas, considerando aspectos tales como la mano de obra, capacidad de los operarios, control de inventarios, aprovechamiento de materias primas, desperdicios de insumos y fallas mecánicas de los equipos.

## RECOMENDACIONES

1. Proveer acceso en fases periódicas a recursos que permitirán sustentar la producción de jarabe, además de mejorar el valor de eficiencia e incrementarlo un 15 % en el primer trimestre, luego de ser implementada la propuesta.
2. Aprovechar el equipo para reducción de mermas, reducción del uso de agua potable para tareas de limpieza, optimización del tiempo para cada operario junto con la variación de rendimiento que dependerán de las acciones adoptadas por Junta Directiva de CBC, el conjunto de mejoras a implementar se encuentra en la Tabla XIII.
3. Adoptar medidas que mejorarán las acciones deficientes, iniciar con implementar el programa de reducción de agua potable, incorporar al plan de capacitación el programa de manejo sostenible y responsable de materias primas, además de reducir los tiempos de ocio por los equipos, se podría aprovechar los tiempos efectivos de trabajo de los operarios.
4. Mejorar de forma directamente proporcional los costos de operación a la incorporación del planteamiento del programa de capacitación y los pilares del Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas.
5. Incrementar los valores de rendimiento es un reto mayor, pero se logrará alcanzar con la implementación de los modelos de reducción de desperdicios y ahorro de agua que se emplea para tareas de sanitización.

6. Trabajar con la matriz de asignación en la Tabla XXVI, podría otorgar el incremento deseado en la productividad de bebidas carbonatadas aprovechando al máximo el proceso de transformación del jarabe.
  
7. Integrar los elementos que deberán formar parte de la capacitación; analizar los antecedentes, crear así la introducción necesaria, fortalecer los objetivos de la capacitación según el aprovechamiento del equipo, además de hacer uso del porcentaje de eficiencia del último trimestre del 2019 para adaptar las mejoras esperadas y reducir las fallas encontradas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BLAKE ROLAND, Paul. *Seguridad Industrial*. México: Editorial Diana, 2007. 320 p.
2. CHASE, Richard; JACOBS, Franklin; & ALQUILANO, Bryan. *Administración de Operaciones, Producción y cadenas de suministros*. México: McGraw-Hill, 2012. 260 p.
3. COVEY, Sam; MCCHESENEY, Charlie; HULING, Jason; & MIRALLES, Joshua. *Las 4 Disciplinas de la Ejecución*. México: Conecta, 2012. 275 p.
4. DÍAZ, Jason. *Seguridad e higiene del trabajo*. España: Alfa Omega, 2012. 160 p.
5. PERRET, Ricardo. *Innovation home runs*. México: BrainScan, 2014. 320 p.
6. HELLRIEGEL, Freddy; JACKSON, Harry; & SLOCUM, Jacob. *Administración un enfoque basado en competencias*. México: Cengage Learning, 2009. 185 p.
7. KOONTZ, Henry; WEIHRICH, Harvey; & CANNICE, Michael. *Administración una perspectiva global y empresarial*. México: McGraw-Hill, 2012. 220 p.

8. ROBBIN, Simon; & CLOULTER, Matthew. *Administración*. México: Prentice Hall, 1996. 275 p.