



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Maestría en Gestión Industrial

**ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL  
INCREMENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN EN UNA  
EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

**Ing. Brandon Estuardo Sánchez Rodríguez**  
Asesorado por el M.A. Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández

Guatemala, julio de 2020



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL  
INCREMENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN EN UNA  
EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ING. BRANDON ESTUARDO SÁNCHEZ RODRÍGUEZ**  
ASESORADO POR EL M.A. ING. VÍCTOR MANUEL RUIZ HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN GESTIÓN INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2020







UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Ing. Édgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
EXAMINADORA	Inga. Aura Marina Rodríguez Pérez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez







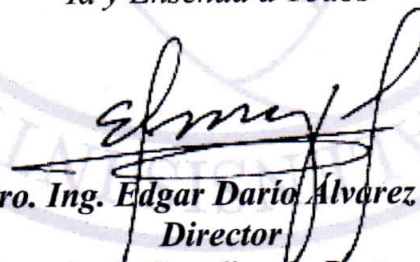
**Guatemala, Agosto de 2020**

*EEPFI-962-2020*

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y verificar la aprobación del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística al Trabajo de Graduación titulado: **“ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL INCREMENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN EN UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA”** presentado por el **Ingeniero Brandon Estuardo Sánchez Rodríguez** quien se identifica con Carné **201212645** quien correspondiente al programa de **Maestría en Artes en Gestión Industrial** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*



**Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí**  
**Director**

**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**





Guatemala, Agosto de 2020

EEPFI-961-2020

Como Coordinador de la **Maestría en Artes en Gestión Industrial** doy el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL INCREMENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN EN UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA”** presentado por el **Ingeniero Brandon Estuardo Sánchez Rodríguez** quien se identifica con Carné **201212645**.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*



**Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval**  
**Coordinador de Maestría**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Guatemala, Agosto de 2020**

**EEPFI-963-2020**

En mi calidad como Asesor del **Ingeniero Brandon Estuardo Sánchez Rodríguez** quien se identifica con carné **201212645** procedo a dar el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL INCREMENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN EN UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA”** quien se encuentra en el programa de **Maestría en Artes en Gestión Industrial** en la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*



*Ing. Víctor Manuel  
Ruiz Hernández  
COL. 4620*

**Mtro. Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández**  
**Asesor**

## **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:

**ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL INCREMENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN EN UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 19 de febrero de 2019.

**Ing. Brandon Estuardo Sánchez Rodríguez**



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Ser omnipotente que me bendice, guía mis pasos y me permite ahora alcanzar este triunfo, para Él sea la gloria.
- Mis padres** Por el esfuerzo y apoyo incondicional que me brindaron en el transcurso de la carrera, sea este logro motivo de satisfacción como premio a su sacrificio.
- Mis abuelos** Base principal de formación de mis principios y valores, que este logro sea para ellos muestra de sincero agradecimiento.
- Mis hermanos** Por ser la motivación constante de mi superación personal y profesional, que este éxito sea para ellos ejemplo de perseverancia y entrega.





## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser nuestra casa de estudios y formarnos profesionalmente.

**Facultad de Ingeniería**

Por brindarme las herramientas necesarias para desenvolverme en el ámbito profesional.

**Catedráticos de la  
Facultad**

Por sus conocimientos y ser un ejemplo para mi vida profesional.

**Amigos y familiares**

Que de una u otra manera siempre estuvieron apoyándome y confiando en mi a lo largo del camino.



# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS.....	XV
OBJETIVOS.....	XIX
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Empresa embotelladora de bebidas.....	1
1.1.1. Proceso de producción de bebidas embotelladas.....	3
1.1.2. Proceso de embotellado.....	4
1.2. Refrigeración.....	5
1.2.1. Equipos de refrigeración.....	7
1.2.2. Gases refrigerantes.....	8
1.2.3. Tipos de gases refrigerantes.....	9
1.2.3.1. Clorofluorcarbonados.....	10
1.2.3.2. Hidroclorofluorcarbonados.....	11
1.2.3.3. Hidrofluorcarbonados.....	11
1.2.3.4. Naturales o no fluorados.....	12
1.2.4. Normativa Europea F-Gas.....	15
1.3. Sistema de gestión de mantenimiento.....	17
1.3.1. Mantenimiento.....	19

1.3.2.	Mantenimiento preventivo .....	21
1.3.3.	Mantenimiento correctivo.....	22
1.3.4.	La disponibilidad .....	23
1.3.5.	La fiabilidad.....	24
2.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	31
3.1.	Diagnóstico de la situación del área de mantenimiento, respecto a la disponibilidad de equipos de refrigeración.....	31
3.2.	Definición de parámetros e indicadores de calidad de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración.....	36
3.3.	Diseño de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de refrigeración.....	37
3.4.	Estandarización del proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración para la mejora continua.....	41
3.5.	Establecimiento de un sistema de gestión de mantenimiento para el incremento de la disponibilidad de equipos de refrigeración, en la empresa embotelladora de bebidas.....	49
3.5.1.	Elementos del sistema de gestión de mantenimiento	
3.5.1.1.	Definiciones.....	49
3.5.1.2.	Objetivos.....	52
3.5.1.3.	Componentes del sistema.....	52
3.5.1.4.	Programa de mantenimiento preventivo y correctivo anual.....	53
3.5.1.5.	Consideraciones.....	54

4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	57
4.1.	Análisis interno.....	57
4.2.	Análisis externo.....	58
	CONCLUSIONES.....	61
	RECOMENDACIONES.....	63
	REFERENCIAS.....	65
	APÉNDICES.....	73



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### TABLAS

I.	Operación MEM acumulado año 2018, servicio de reparación y disponibilidad de los equipos de refrigeración.....	33
II.	Operación MEM productividad, acumulado año 2018 .....	34
III.	Productividad del servicio mantenimiento correctivo año 2018.....	35
IV.	Productividad del servicio de reparación año 2018.....	35
V.	Disponibilidad del equipo año 2018.....	36
VI.	Indicadores de calidad de mantenimiento preventivo y correctivo.....	37
VII.	Programa de mantenimiento preventivo y correctivo anual.....	38
VIII.	Plan maestro de mantenimiento preventivo general.....	39
IX.	Plan maestro componente del programa de mantenimiento preventivo, aceite y refrigerante.....	40
X.	Actividades estándar de mantenimiento preventivo interno.....	42
XI.	Actividades estándar de limpieza de condensador.....	42
XII.	Actividades estándar de chequeo de carga de gas.....	43
XIII.	Actividades estándar de componentes eléctricos.....	43
XIV.	Actividades estándar por fuga de gas.....	44
XV.	Actividades estándar por falla de contactor.....	44
XVI.	Actividades estándar por falla de ventilador.....	45
XVII.	Actividades estándar por falla de válvula solenoide.....	46
XVIII.	Tareas rutinarias de reparación de equipos de refrigeración.....	47
XIX.	Equipos de uso personal para la seguridad ocupacional.....	48





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Dts.</b>	Días técnicos de servicio
<b>Dtt.</b>	Días técnicos de taller
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono (gas carbónico)
<b>°C</b>	Grados Celsius o Centígrados
<b>h</b>	Hora (s)
<b>=</b>	Igual que
<b>X</b>	Multiplicación
<b>n°</b>	Número
<b>%</b>	Por ciento
<b>pH</b>	Potencial de hidrógeno
<b>Dtm.</b>	Promedio de días técnicos de servicio
<b>-</b>	Resta



## GLOSARIO

<b>Análisis de criticidad</b>	Metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.
<b>Confiabilidad</b>	Probabilidad de que un equipo o sistema opere sin falla por un determinado período, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas.
<b>Disponibilidad</b>	Capacidad de un activo o componente de estar en un estado para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un tiempo dado o durante un determinado intervalo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.
<b>Estandarización</b>	Proceso en el cual se realiza una actividad de manera standard o previamente establecida, es un proceso de búsqueda de patrones de equilibrio y unificación de las características de un producto o servicio, con el fin de mejorarlas.
<b>GWP</b>	Potencial de calentamiento global (por sus siglas en inglés).

<b>Mantenimiento</b>	Rutinas recurrentes necesarias para mantener las instalaciones, planta, edificio, máquinas, equipos, inmuebles, entre otros, en las condiciones adecuadas para permitir su uso de forma eficiente, tal como está designado.
<b>Medidas preventivas</b>	Acciones para garantizar la fiabilidad de equipos en funcionamiento antes de que pueda producirse un accidente, falla o avería por deterioro.
<b>Mejora continua</b>	Actividad recurrente, cíclica, que nunca finaliza, desde la mejora de la calidad, que aprovecha el uso de las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción de clientes internos o externos.
<b>MEM</b>	Manejo de equipos de mercadeo
<b>Parámetro</b>	Los parámetros estadísticos de mantenimiento son la confiabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad, estos se relacionan con el comportamiento del equipo.
<b>Plan de mantenimiento</b>	Elemento en un modelo de gestión que define los programas de mantenimiento a los activos (actividades periódicas preventivas, predictivas y detectivas) con el objetivo de mejorar la efectividad de estos.

**Servicio subcontratado** Servicio que presta una empresa a otra en términos de subcontratación, cumpliendo con los requerimientos y disposiciones acordadas.



## RESUMEN

El propósito de la investigación es brindar alternativas viables para el logro del objetivo general que es establecer un sistema de gestión de mantenimiento para el incremento de la disponibilidad de equipos de refrigeración, en la empresa embotelladora de bebidas que se enfrenta al problema de la escasa disponibilidad.

El esquema de solución comprende determinar la disponibilidad de los equipos de refrigeración, la definición de parámetros e indicadores de calidad, el diseño de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo y la estandarización del proceso para la mejora continua; a través de la utilización de los métodos cualitativo y cuantitativo, la técnica de observación y encuesta y aplicación de instrumentos de recolección de información. Los principales resultados son un diagnóstico del área de mantenimiento, respecto a la disponibilidad que se encuentra por debajo de 90 %, la definición de parámetros e indicadores de calidad, el diseño de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo y la estandarización del proceso para la mejora continua.

Se concluye que la definición de parámetros e indicadores de calidad son importantes para las actividades de mantenimiento, porque permiten el seguimiento de la gestión frente al sistema de producción, cuantifican la eficacia y la eficiencia de dichas actividades. Se sugiere a la empresa la implementación del sistema de gestión de mantenimiento como una opción que impactará positivamente en los procesos, incrementará la disponibilidad de equipos de refrigeración y permitirá cumplir con la demanda, con los tiempos de entrega y mantener la comercialización del producto embotellado.





## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y GENERACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS**

El problema identificado es la escasa disponibilidad de equipos de refrigeración reparados, para colocar en los establecimientos comerciales que cubre la empresa embotelladora de bebidas.

Las actividades del área de mantenimiento son parte de todo proceso productivo, cuando ocurren fallas en los equipos de refrigeración que la empresa provee a establecimientos comerciales que son utilizados para la venta de bebidas embotelladas que esta produce, dichos equipos son removidos por fallas en el sistema y requieren de inmediata reparación.

Las causas que generan el problema son: existe tardanza en el proceso de mantenimiento correctivo de los equipos de refrigeración; los parámetros de calidad de mantenimiento no están bien definidos; el plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de refrigeración no se está ejecutando adecuadamente. Y los efectos más importantes son que la empresa no cumple con proveer de equipo a los clientes, los equipos se desechan debido a los daños físicos y de funcionamiento provocados por la espera y descenso en las ventas del producto embotellado.

Desde el primer semestre del 2018 se enfrenta al problema de escasa disponibilidad de equipos de refrigeración para sustituir a los que han sido retirados para reparación y para colocar en nuevas tiendas. La empresa tiene subcontratado un servicio de mantenimiento correctivo para los equipos de

refrigeración, pero debido a que no logra cumplir con la demanda se ve en la necesidad de instalar un taller de mantenimiento.

El taller instalado en la empresa mantiene acumulación de equipos de refrigeración, que provoca tardanza en la reparación, lo que los expone a mayor riesgo de daño y esto repercute en la disponibilidad en los momentos de mayor demanda, que genera pérdida económica para la empresa debido a que los mismos sirven para colocar el producto embotellado para la venta; si no existe suficiente equipo disponible no se puede comercializar dicho producto. El efecto más importante que genera el problema de la escasa disponibilidad es la baja en las ventas del producto embotellado y, por tanto, en la rentabilidad empresarial.

Para buscar solución al problema planteado se formularon las preguntas siguientes:

- Pregunta central

¿Cómo mejorar el mantenimiento de los equipos de refrigeración en una empresa embotelladora de bebidas para incrementar su disponibilidad?

- Preguntas auxiliares

- ¿Cuál es la situación del mantenimiento correctivo de equipos de refrigeración en la empresa embotelladora de bebidas?
- ¿Cuál es el procedimiento más adecuado para mejorar la calidad del proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración?

- ¿Qué tipo de parámetros e indicadores de gestión se pueden implementar para controlar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración?
- ¿Cuál es el programa de gestión que se puede diseñar para el mantenimiento de los equipos de refrigeración de la empresa?



# OBJETIVOS

## General

Establecer un sistema de gestión de mantenimiento para el incremento de la disponibilidad de equipos de refrigeración, en la empresa embotelladora de bebidas, ubicada en la ciudad de Guatemala.

## Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación del área de mantenimiento, respecto a la disponibilidad de equipos de refrigeración.
2. Definir parámetros e indicadores de calidad de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración.
3. Diseñar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de refrigeración.
4. Estandarizar el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración para la mejora continua.



## RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

El estudio posee un enfoque mixto: el método cuantitativo se empleó en la definición de parámetros e indicadores de calidad, y el cualitativo para la estandarización del proceso de mantenimiento preventivo y correctivo. Es de tipo descriptivo porque describe el proceso de mantenimiento correctivo, de los elementos críticos de la ubicación de los equipos dentro del taller de mantenimiento correctivo y de los elementos críticos de la disponibilidad.

El diseño de la investigación es no experimental, debido a que solo se describen y no se manipularon las variables de investigación y transversal porque la información se colectó en un momento único de las fuentes primarias.

El alcance es descriptivo; depende del método cualitativo se utilizó para análisis de la información la técnica estadística descriptiva. Se describió el problema que enfrenta la empresa en estudio, el proceso de mantenimiento correctivo y las variables de la investigación.

La unidad de análisis es el área de mantenimiento correctivo, documentos de registro, equipos de refrigeración, no se hizo muestreo, de manera intencional o por conveniencia se incluyó a la población total compuesta por 5 colaboradores del taller de mantenimiento por la proximidad, accesibilidad y porque reúnen las características de inclusión.

La variable independiente: sistema de gestión de mantenimiento es de tipo cualitativa nominal y cuantitativa discreta. Los indicadores son: capacidad de almacenaje= espacio disponible/ cantidad de equipos ingresados; cumplimiento

de las tareas de mantenimiento = cantidad de equipos/mano de obra, equipos diagnosticados/equipos reparados; tiempo de espera; calidad del mantenimiento correctivo; parámetros e indicadores de calidad; capacidad utilizada=hombres/tiempo invertido/ cantidad equipos reparados, indicador de calidad, indicador de fiabilidad, indicador de mantenibilidad, indicador de efectividad, indicador de gestión de órdenes de trabajo, productividad del movimiento, productividad del servicio, productividad del taller, productividad MEM.

La variable dependiente: incremento de la disponibilidad de tipo cualitativa nominal y cuantitativa discreta, que será medida a través de los resultados obtenidos de la observación, de la encuesta y del análisis de la información obtenida durante el estudio. Del control del proceso de mantenimiento correctivo, los indicadores son: indicador productividad de los colaboradores.  $\text{Productividad} = \frac{\text{cantidad programada}}{\text{cantidad obtenida}}$ , disponibilidad de herramientas, tiempo de reparación,  $\text{eficiencia} = \frac{\text{tiempo programado} \times \text{cantidad de equipos}}{\text{tiempo invertido} \times \text{cantidad de equipos reparados}}$ . Equipos reparados disponibles. Emergencias, cumplimiento de la demanda.

Los indicadores se especifican en la tabla de operacionalización de las variables (ver apéndice 1).

Se definió parámetros e indicadores de calidad: productividad, de gestión de órdenes de trabajo, índice de costos, productividad del movimiento, del servicio, del taller y MEM, indicadores de seguridad y de disponibilidad.

Se diseñó un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de refrigeración, orientado a lograr el funcionamiento óptimo; se estandarizó el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de



refrigeración para la mejora continua: normas y procedimientos, restricciones, objetivo y estándar de las tareas de mantenimiento.

Todos los datos obtenidos durante el proceso de investigación se clasificaron, organizaron, tabularon y representaron, a través del programa Microsoft Excel, toda la información obtenida a través de las técnicas empleadas en el proceso de investigación se analizó a través de la técnica de estadística descriptiva.



## INTRODUCCIÓN

La empresa embotelladora de bebidas afronta el problema de la escasa disponibilidad de equipos de refrigeración sometidos a mantenimiento correctivo, para ser distribuidos en los establecimientos comerciales de cobertura, que venden el producto embotellado al consumidor final. Las causas que generan el problema son: tardanza en el proceso de mantenimiento correctivo de los equipos de refrigeración, los parámetros de calidad de mantenimiento no están bien definidos, el plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de refrigeración no se está ejecutando adecuadamente.

El diseño de investigación se enfocó en sistematizar el proceso de mantenimiento para contribuir al problema de la escasa disponibilidad de equipos de refrigeración sometidos a mantenimiento correctivo, para ser distribuidos en los establecimientos comerciales de cobertura, que venden el producto embotellado al consumidor final a través del establecimiento de un sistema de gestión de mantenimiento en una empresa embotelladora de bebidas.

La metodología desarrollada comprende el método mixto cualitativo y cuantitativo; el estudio se desarrolló por fases; se utilizaron las técnicas de observación directa y encuesta, y se aplicó los instrumentos para el diagnóstico situacional del área de mantenimiento respecto a la disponibilidad de los equipos de refrigeración; se definieron parámetros e indicadores de calidad; se diseñó un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de refrigeración; se estandarizó el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo para la mejora continua y se estableció un sistema de gestión de mantenimiento que contribuirá a incrementar la disponibilidad de los equipos de refrigeración.

Los beneficios que obtendrá la empresa embotelladora de bebidas, es el establecimiento de un sistema de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de los equipos de refrigeración, que permitirá el control de las actividades de mantenimiento, calidad del proceso, la mejora continua y la disminución de costos y como valor agregado, conservará el prestigio comercial empresarial.

La importancia del estudio se encuentra en que las alternativas de propuestas están orientadas para contribuir a la solución del problema a través del sistema de gestión de mantenimiento que permitirá a la empresa efectividad de las tareas de mantenimiento correctivo; el incremento de la disponibilidad de los equipos y proveer oportunamente a los establecimientos comerciales que expenden el producto embotellado a la comunidad de consumo.

La pertinencia radica en la necesidad manifiesta de la empresa de solucionar el problema, que representa la oportunidad técnicamente viable para establecer un sistema de gestión de mantenimiento que permita incrementar la disponibilidad de los equipos de refrigeración.

El estudio plantea alternativas para contribuir a solucionar el problema de la escasa disponibilidad de equipos de refrigeración sometidos a mantenimiento correctivo, con base en el esquema de solución; se realizó un diagnóstico situacional del área de mantenimiento; respecto a la disponibilidad se definieron parámetros e indicadores de calidad; se diseñó un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de refrigeración; se estandarizó el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo para la mejora continua y el establecimiento de un sistema de gestión de mantenimiento que contribuirá a incrementar la disponibilidad de los equipos de refrigeración.

Este informe está estructurado de la manera siguiente: capítulo I, se desarrolla el marco teórico, incluye conceptos sobre industria de bebidas, proceso de embotellado de bebidas carbonatadas, equipos de refrigeración, tipos de refrigerantes, Norma Europea F-Gas, sistema de gestión de mantenimiento, mantenimiento preventivo y correctivo, disponibilidad y fiabilidad de equipos.

El capítulo II presenta el desarrollo de la investigación. El capítulo III incluye la presentación de resultados: el diagnóstico situacional del área de mantenimiento, parámetros e indicadores de calidad, el programa de mantenimiento preventivo y correctivo y la estandarización del proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración para la mejora continua.

El capítulo IV corresponde a la discusión de los resultados obtenidos; se presenta el análisis interno y externo de la investigación; la parte complementaria presenta conclusiones y recomendaciones; la parte final incluye las referencias utilizadas para la construcción del contenido teórico de la investigación y apéndices.



# 1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta información básica de los temas en los que se fundamenta teóricamente la investigación.

## 1.1. Empresa embotelladora de bebidas

Una empresa o planta embotelladora tiene como función el envasado de bebidas para su distribución y comercialización, muchas compañías embotelladoras son franquicias de corporaciones que distribuyen las bebidas producidas por estas en regiones geográficas específicas, donde, además, pueden embotellar otras bebidas regionales.

Estas organizaciones se encargan de mezclar los ingredientes de la bebida, para luego insertar el producto en recipientes como botellas o latas, que son distribuidas a vendedores, grandes compañías venden su producción a embotelladoras, donde es embotellada y distribuida.

La industria de bebidas embotelladas se compone de dos categorías principales y ocho subgrupos. La categoría de las bebidas sin alcohol comprende la fabricación de jarabes de bebidas refrescantes; el embotellado y enlatado de agua y bebidas embotelladas, enlatado y envasado en cajas de zumos de frutas; la industria del café y la del té, la categoría de las bebidas alcohólicas que incluye los licores destilados, el vino y la cerveza. (Franson 2012)

Por su parte Asturias (s.f.) refiere que “las industrias de bebidas son aquellas dedicadas a la fabricación y, o envasado de bebidas alcohólicas y no alcohólicas” (p.1).

Entre las bebidas, se encuentran las llamadas espirituosas o aperitivas como el vino, la cerveza, la sidra y las bebidas refrescantes y agua purificada, las cuales en general, por su composición y características no suelen ser alimentos frecuentemente implicados en intoxicaciones alimentarias. (Asturias, s.f.)

Colon (2012) amplía el tema explicando que “la elaboración del concentrado representa la primera etapa en la producción de bebidas refrescantes; en los albores de la industria, en el siglo XIX, los concentrados y las bebidas refrescantes se fabricaban en las mismas instalaciones” (p.1).

Los tamaños de los envases de concentrado también han ido cambiando, al inicio los envases de medio, uno y cinco galones eran los más utilizados, hasta llegar a los bidones de 40 y 50 galones e incluso camiones cisterna con una capacidad de 3,000 y 4,000 galones. (Colon, 2012)

Se comprende que la industria de bebidas produce refrescos, jugos, agua embotellada purificada y mineral, concentrados y bebidas carbonatadas, energéticas, no alcohólicas que cumplen con el criterio de estar listas para beber; dentro de los principales cambios productivos que se han dado dentro de este sector, destaca la sustitución de los envases de vidrio, por los envases de plástico retornable primero, y finalmente por los envases plásticos no retornables.



### **1.1.1. Proceso de producción de bebidas embotelladas**

El proceso productivo inicia con la obtención del agua tratada o ablandada, en seguida la elaboración de jarabes terminados en diferentes sabores según los estándares de calidad y sanidad especificados, representan el principal insumo para la preparación de la bebida: seguido por la mezcla que es filtrada por varias capas verticales que retienen partículas extrañas; obteniendo jarabe simple, que es bombeado a otros tanques; el jarabe es mezclado con esencias, colorantes, saborizantes, entre otros; se deja reposar por 12 horas como mínimo para luego ser transportado mediante tuberías a la línea de embotellado. (Rojas, 2002)

Para la fabricación del concentrado, el agua tratada y los ingredientes líquidos y sólidos se bombean al interior de tanques de acero inoxidable, donde se mezclan, homogeneizan y, o se concentran según las instrucciones de fabricación. Los tanques tienen capacidad para 50 galones, 10 000 galones e incluso más. (Franson, 2012)

Concluye explicando Franson, que una vez fabricado el concentrado, se llega a la etapa de llenado. Todos los productos son conducidos por tuberías a la sala de llenado. Antes de iniciar el proceso, las máquinas deben estar completamente limpias y desinfectadas. La mayoría de las máquinas llenadoras se utilizan para tamaños de recipientes específicos.

Las materias primas utilizadas para la elaboración de bebidas carbonatadas son: azúcar, agua, acidulantes, preservantes químicos, sabores y esencias, CO<sub>2</sub> (gas carbónico). El proceso inicia con la preparación del agua tratada, esto se lleva a cabo en un reactor en el que se agregan tres productos químicos: “hipoclorito de calcio; para inhibir la probable contaminación del agua, sulfato de aluminio; que precipita las partículas en suspensión y carbonato de calcio para

regular el pH del agua; continua la preparación del jarabe: lavado de los envases retornables, mezcla y finaliza con el embotellado” (Ardón, 2004, p.13).

Con base en las referencias antes citadas, el proceso de elaboración de bebidas carbonatadas comprende cuatro etapas elementales: obtención del agua tratada, preparación del jarabe, mezcla y embotellado.

### **1.1.2. Proceso de embotellado**

El proceso de embotellado inicia de la manera siguiente: en primer lugar, los envases son llenados y sellados en una máquina automática a temperatura de cuatro grados centígrados, aquí, se obtiene el refresco o el agua gaseosa que continúa en la banda transportadora y pasa por una sección donde se codifica el número de lote y la fecha de vencimiento, durante el proceso el producto es operado asépticamente con equipo de acero inoxidable (Ardón, 2004).

Al respecto Rojas (2002) refiere que durante todo el proceso de embotellado:

Debe llevarse diversos controles de calidad, rendimiento y capacidad que permitan conocer desde la calidad del lavado del envase, hasta la apariencia y conservación del producto final para identificar las causas de los efectos negativos ocurridos en un periodo determinado. (p.3)

Por esto el control de mermas de producción en forma específica y minuciosa se hace indispensable, debido a que permite tomar las acciones correctivas en el momento indicado si fuese necesario, para lograr resultados que no excedan los establecidos para cada producto o proceso. (Rojas, 2002)

Hirsheimer (2012) respecto al proceso de embotellado, explica:

El crecimiento de la categoría de bebidas refrescantes se puede atribuir en buena medida, a un envasado conveniente; con la llegada de los envases de aluminio y de las botellas de plástico con tapón de rosca ligeros y manejables de productos listos para beber y las mezclas a granel para dispensar a chorro, se dispone de bebidas refrescantes en casi todos los tamaños y sabores imaginables y prácticamente en todos los canales de distribución a minoristas. (p.4)

El proceso de embotellado consiste en que la máquina llenadora introduce en los envases o botellas la bebida debidamente obtenida de acuerdo a las normas preestablecidas, bajo estrictos controles de calidad, rendimientos y capacidad del proceso, el control revela las fallas, los motivos y la relación entre las velocidades de producción tomando como referencia la velocidad de la especificación técnica del fabricante de la llenadora.

## **1.2. Refrigeración**

Bembibre (2010) en el diccionario virtual ABC define refrigeración de la manera siguiente:

Proceso mediante el cual se busca bajar o reducir la temperatura del ambiente, de un objeto o de un espacio cerrado a partir del enfriamiento de las partículas, éste es por lo general artificial, aunque sus principios se basan en la refrigeración natural que se da en el medio ambiente. (p.1)

Martínez (2018) afirma que:

La refrigeración, conocida comúnmente como un proceso de enfriamiento, se define como la remoción de calor de una sustancia para llevarla o mantenerla a una temperatura convenientemente baja, inferior a la temperatura del ambiente. El método más utilizado para producir refrigeración mecánica se conoce como el sistema de refrigeración por compresión de vapor, en este sistema, un refrigerante líquido volátil se evapora en un evaporador; este proceso da como resultado una remoción de calor (enfriamiento) de la sustancia que se debe enfriar. (p.1)

Respecto a la refrigeración Carel (2018) explica lo siguiente:

Es el proceso por medio del cual se consigue una disminución de la temperatura de fluidos o cuerpos en general; el proceso de conservación de mercancías perecederas, es una de las más importantes aplicaciones en la industria alimentaria, porque detiene o evita la proliferación de bacterias en los alimentos y permite conservar intactas las propiedades organolépticas, prolongando el tiempo de vida; los dispositivos que se encuentran en el ámbito de la refrigeración comercial e industrial son cámaras frigoríficas; vitrinas frigoríficas de exposición de productos que requieren temperaturas un poco por encima de los 0° C como quesos frescos, bebidas (cerveza, vino, zumo) y embutidos. (p.1)

La refrigeración consiste en la conservación de los productos perecederos a bajas temperaturas que evita la proliferación de bacterias y prolonga su tiempo de vida.

### **1.2.1. Equipos de refrigeración**

Un equipo de refrigeración es una máquina térmica diseñada para tomar la energía calorífica de un área específica y evacuarla a otra; para su funcionamiento es necesario aplicar un trabajo externo, cual sea su principio de funcionamiento consumirá energía; los elementos mínimos que lo componen son compresor, condensador, evaporador y dispositivo de expansión, otros elementos anexos son termostato y ventilador. “Los equipos de refrigeración son indispensables para la comercialización de bebidas carbonatadas” (Corefri, s.f., párr. 3).

Según Veneta (2013):

La producción de frío mediante sistemas mecánicos está basada en leyes físicas que regulan la evaporación y la condensación de un fluido; los órganos principales de un equipo de refrigeración son el compresor, el condensador, la válvula de expansión termostática, el evaporador, dispositivos de control, de seguridad y tablero eléctrico de alimentación de la fuerza motriz. (p.3)

En la página web de Conesa (2011) se establece lo siguiente:

Los denominados sistemas frigoríficos o sistemas de refrigeración, corresponden a arreglos mecánicos que utilizan las propiedades termodinámicas de la materia para trasladar energía térmica en forma de calor entre dos o más focos, conforme se requiera; están diseñados primordialmente para disminuir la temperatura del producto almacenado en cámaras frigoríficas o de refrigeración, estos sistemas se diferencian entre

sí en función del método de inyección de refrigerante y configuración constructiva, ambos condicionados por parámetros de diseño. (párr.2)

Bembibre (2010) define refrigeración de la manera siguiente:

Proceso mediante el cual se busca bajar o reducir la temperatura del ambiente, de un objeto o de un espacio cerrado a partir del enfriamiento de las partículas, éste es por lo general artificial, aunque sus principios se basan en la refrigeración natural que se da en el medio ambiente. (p.1)

En un sistema de refrigeración los elementos del circuito corresponden a un conjunto de dispositivos mecánicos y térmicos que operan en conjunto y se interconectan entre sí para generar la refrigeración y que los equipos de refrigeración están diseñados para conservar en buen estado productos perecederos; entre los dispositivos de refrigeración comercial e industrial están las cámaras y vitrinas frigoríficas de exhibición de productos.

### **1.2.2. Gases refrigerantes**

En el ciclo de refrigeración de un equipo cualquiera, circulan gases refrigerantes que sirven para reducir o mantener la temperatura del ambiente externo o interno de un equipo por debajo de la temperatura del entorno, esto lo hace el refrigerante que pasa por diversos estados o condiciones.

El gas refrigerante comienza en un estado o condición inicial, pasa por una serie de procesos según una secuencia definitiva y vuelve a su condición inicial. Esta serie de procesos se denominan ciclo de refrigeración.

### **1.2.3. Tipos de gases refrigerantes**

Con base en lo expuesto por Vásquez (s.f.) se describen los dos grupos diferentes de gases refrigerantes los sintéticos: fluidos halocarbonados como el CFC, HCFC y HFC y no sintéticos: hidrocarburos, dióxido de carbono, amoníaco, agua, aire (también denominados refrigerantes naturales).

Los refrigerantes CFC y HCFC son un grupo de mezclas orgánicas que contienen como elementos el carbono y el flúor, y, en muchos casos, otros halógenos (especialmente el cloro) e hidrógeno.

Los refrigeradores empleados entre el año 1980 hasta 1929 empleaban gases altamente tóxicos (amoníaco, cloruro de metilo y dióxido de sulfuro) como refrigerantes. Varios accidentes fatales ocurrieron en la década de 1920 debido a la fuga de cloruro de metilo de los refrigeradores. Se inició en conjunto de tres corporaciones americanas la búsqueda de métodos menos peligrosos. (Vásquez, s.f.)

Los refrigerantes CFC y HCFC son un grupo de mezclas orgánicas conteniendo como elementos el carbono y el flúor, y, en muchos casos, otros halógenos (especialmente el cloro) e hidrógeno, la mayoría tienden a ser incoloros, sin olor, no inflamables y no corrosivos, debido a que estos tienen poca toxicidad, su uso elimina el peligro de muerte por una fuga en un refrigerador.

Los refrigerantes CFC consisten de cloro, flúor y carbono. Los refrigerantes más comunes en este grupo son el R11, R12 y R115 (con la mezcla R502) estos refrigerantes se han usado ampliamente en muchas aplicaciones, incluyendo refrigeración doméstica, refrigeración comercial, almacenamiento frío, transporte y aire acondicionado de automotores.

En solo pocos años, los compresores de refrigeradores que usaban CFC se volvieron el estándar para casi todas las cocinas hogareñas. En años siguientes, se introdujeron en una serie de productos los refrigerantes R11, R13, R114 y R22, que ayudaron a la expansión de la industria de la refrigeración y aire acondicionado.

Con el advenimiento del Protocolo de Montreal, los refrigerantes HFC se desarrollaron durante el año 1980 y 1990 como alternativa a los CFC y HCFC.

#### **1.2.3.1. Clorofluorcarbonados**

Los CFC consisten de cloro, flúor y carbono; los más comunes en este grupo son el R11, R12 y R115 (con la mezcla R502). Debido a que no contienen hidrógeno, los CFC son muy estables químicamente, y tienden a tener buena compatibilidad con la mayoría de los materiales y lubricantes tradicionales como los del tipo mineral.

Los CFC tienen una amplia variedad de características de presión-temperatura y, por lo tanto, cubren un amplio margen de aplicaciones. Sus propiedades termodinámicas y de transporte son generalmente buenas, por lo tanto, ofrecen un buen potencial de eficiencia. La buena estabilidad también resulta en un bajo nivel de toxicidad y no inflamabilidad y obtiene una clasificación de A1 en seguridad.

Debido a que contienen cloro, los refrigerantes CFC dañan la capa de ozono y debido a su larga vida en la atmósfera aumentan el calentamiento global. De manera similar, existen gases ambientalmente ecológicos, pero con un alto valor de GWP. Sin embargo, estos no son controlados por el Protocolo de Kyoto debido a que son controlados y están siendo eliminados por el Protocolo de



Montreal. Tradicionalmente, los refrigerantes CFC fueron baratos y ampliamente disponibles, pero se han encarecido y su disponibilidad disminuye.

### **1.2.3.2. Hidroclorofluorcarbonados**

Los refrigerantes HCFC consisten de hidrógeno, cloro, flúor y carbono. Los más comunes en este grupo son el R22, R123 y R124 (dentro de varias mezclas). Debido a que contienen hidrógeno, los HCFC son en teoría menos estables químicamente que los CFC, pero tienden a tener buena compatibilidad con la mayoría de los materiales y lubricantes tradicionales.

### **1.2.3.3. Hidrofluorcarbonados**

Los refrigerantes HFC consisten de hidrógeno, flúor y carbono. Los refrigerantes más comunes son el R134a, R32, R125 y R143a (la mayoría incluidos dentro de mezclas tales como R404A, R407C y R410A). Estos están siendo usados en gran escala desde 1990 en casi todas las aplicaciones correspondientes a los CFC y HCFC, incluyendo refrigeración doméstica, refrigeración comercial, almacenamiento frío y aire acondicionado automotor. (Vásquez, s.f.)

Los HFC son generalmente estables químicamente, y tienen tendencia a ser compatibles con la mayoría de los materiales, sin embargo, no son miscibles con los lubricantes tradicionales y, por lo tanto, se emplean otros lubricantes del tipo sintético.

A lo largo del rango de refrigerantes HFC, existen distintas versiones a diferentes presiones y temperaturas. Sus propiedades termodinámicas y de transporte son buenas, y por lo tanto ofrecen una excelente opción. Aunque

algunos HFC son clasificados como A1 en términos de seguridad, algunos poseen clasificación A2 (baja toxicidad y baja flamabilidad). A diferencia de los CFC y HCFC, que no contienen cloro y, por lo tanto, no dañan la capa de ozono.

Debido a su largo período de vida, son refrigerantes ecológicamente aceptables, pero con un alto valor de potencial de calentamiento global. Los refrigerantes HFC tienen un precio moderado, contra el precio de las mezclas que están comenzando a aumentar de precio. Aunque numerosos países están desarrollando leyes para controlar el uso y emisión de gases HFC, muchos están disponibles, y continuarán estándolo en un futuro mayor.

#### **1.2.3.4. Naturales o no fluorados**

En el manual para técnicos e ingenieros de refrigeración y aire acondicionado: período posterior a la eliminación de los CFC y comienzo de la eliminación de los HCFC de la Organización de Naciones Unidas (2010), se explica que “varios hidrocarburos, el amoníaco y dióxido de carbono, pertenecen al grupo denominado refrigerantes naturales. Todos los refrigerantes naturales existen en los ciclos de la naturaleza, inclusive sin intervención del ser humano. Tiene un valor de ODP igual a 0 y no son GWP, tienen la ventaja de no tener fecha límite de aplicación en la Normativa Europea F-Gas” (p.8).

Las innovaciones y evolución en la tecnología han contribuido para que sean considerados estos refrigerantes naturales, debido a su mínimo impacto ambiental y por ser más apropiados y acordes desde el punto de vista de la sustentabilidad tecnológica, los sistemas frigoríficos con refrigerantes naturales pueden jugar un rol importante en el futuro de muchas aplicaciones.

- Amoníaco (NH<sub>3</sub>, R717)

El amoníaco contiene nitrógeno e hidrógeno, y es ampliamente utilizado en muchas industrias. Ha sido empleado como refrigerante desde los años 1800, y está siendo comúnmente usado en refrigeración industrial, almacenaje frío en procesos alimenticios y recientemente está en refrigeración comercial.

El R717 es químicamente estable, pero reacciona bajo ciertas condiciones, por ejemplo, cuando se pone en contacto con dióxido de carbono o agua o cobre. Por otro lado, es compatible con el acero y con el aceite correctamente seleccionado.

Coinciden Arnabat y Vásquez en que las características de presión y temperatura del R717 son similares al R22, sus propiedades termodinámicas y de transporte son excelentes, aumentando potencialmente la eficiencia de los sistemas. Debido a su alto grado de toxicidad y baja inflamabilidad, posee una clasificación igual a B2. A diferencia de los gases fluorados, no tiene impacto en la capa de ozono y tiene un valor igual a cero de calentamiento global (GWP).

- Hidrocarburos (HC)

Estos refrigerantes contienen carbono e hidrógeno, y son ampliamente usados dentro de muchas industrias. Los más comúnmente usados para propósitos de la refrigeración son el Isobutano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, R600a) y propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, R290), propileno (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>, R1270) y se usan también en mezclas compuestas en parte por estos fluidos.

Dentro de las aplicaciones industriales, se usan una variedad de HC, estos refrigerantes han sido usados desde los años 1800 hasta 1930, y fueron

reaplicados desde la década de los 90 en refrigeración industrial; en refrigeradores domésticos, refrigeración comercial y acondicionadores, son químicamente estables, exhiben una compatibilidad similar a los CFC y HCFC.

Respecto a los HC Arnabat (2009) explica que:

Estos hidrocarburos también tienen excelentes propiedades termodinámicas y de transporte, debido a su alta inflamabilidad, tienen una clasificación de seguridad de A3, al igual que el R717 no tienen impacto en la capa de ozono y su efecto en el calentamiento global es insignificante; Tanto el R600a y R290 son baratos pero su disponibilidad depende del país de consumo. (p.3)

- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>, R744)

Este refrigerante contiene carbono y oxígeno, y es ampliamente empleado en muchas industrias. Ha sido extensivamente usado desde mediados de los años 1800, pero se discontinuó su uso con la aparición de los CFC y HCFC. A finales de los años 1990, emergió nuevamente como refrigerante y su uso se ha venido incrementando en las industrias de la refrigeración, almacenaje frío, refrigeración comercial y bombas de calor, entre otros. (Arnabat, 2009)

El R744 es químicamente estable y no reacciona en la mayoría de las condiciones y es compatible con muchos materiales. Las características de presión y temperatura del R744 son diferentes a la mayoría de los refrigerantes convencionales, y es por eso, por ejemplo, que opera a presiones siete veces mayores que el R22, con lo cual el sistema debe ser diseñado con consideraciones especiales para soportar altas presiones.

Además, tiene una baja temperatura crítica, de manera que cuando la temperatura ambiente supera los 25 °C, se necesita el diseño de un sistema especial. Sus propiedades termodinámicas y de transporte son excelentes, haciendo que los sistemas sean potencialmente eficientes en climas fríos.

Debido a su baja toxicidad y no inflamable, tiene una clasificación de seguridad de A1. A diferencia de los refrigerantes fluorados, no tiene impacto en la capa de ozono, posee un valor igual a 1 de potencial de calentamiento global (GWP). El R744 es barato y ampliamente disponible en el mercado. (Vásquez, s.f.)

#### **1.2.4. Normativa Europea F-Gas**

El sector de los gases refrigerantes se encuentra en plena evolución debido a la Normativa Europea F-Gas, cuyo objetivo principal es la reducción del uso de gases fluorados de efecto invernadero (GEI) en un 70 % de cara al año 2030.

Esta normativa, unida a la aplicación del Impuesto sobre los gases fluorados (artículo 5 de la Ley 16/2013), en vigor desde el 1 de enero de 2014, ha generado un clima de incertidumbre entre los profesionales y fabricantes que se encuentran buscando alternativas y gases sustitutos que sean compatibles con los equipos de refrigeración ya instalados y que sean igual de eficientes en su aplicación. (Arnabat, 2009)

La normativa fija un calendario de eliminación gradual de uso de refrigerantes, conocido como Phase Down, en el que se fijan las cuotas de comercialización de HFCs, establecida en el citado reglamento y se promueve el uso de refrigerantes alternativos que puedan sustituir a los HFCs de alto Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) o potencial de calentamiento

atmosférico (GWP en inglés), hace referencia a una unidad que mide lo nocivo que es el gas para la atmósfera y el calentamiento global, cuanto mayor sea el PCA, más perjudicial será el gas. (Arnabat, 2009)

Desde el 1 de enero de 2010 está prohibido utilizar los gases refrigerantes R22 puros para el mantenimiento y recarga de equipos de refrigeración y aire acondicionado, según estipula el Reglamento 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las sustancias que agotan la capa de ozono.

Con base en esta normativa, desde el 1 de enero de 2010 está prohibido utilizar HCFC puros para el mantenimiento y recarga de equipos de refrigeración y aire acondicionado existentes en esa fecha. Asimismo, desde el 1 de enero de 2015 está prohibido el uso de HCFC reciclados. Gases con fecha límite de uso: 31 diciembre 2021 según la Normativa Europea F-GAS. (Arnabat, 2009)

A partir del 1 de enero de 2022, quedarán prohibidos los gases refrigerantes con un PCA superior a 150 para su uso en equipos nuevos de frigoríficos y congeladores para uso comercial (sellados herméticamente) así como en centrales frigoríficas multicompresor compactas para uso comercial de más de 40 kW.

Posteriormente se han encontrado otras soluciones para sustituir los anteriores refrigerantes, son conocidos con el nombre de refrigerantes verdes, o refrigerantes de bajo PCA como el R-407C, el R-134A y el R-410A. Sin embargo, estos gases de bajo PCA no podrán usarse en 2022 para equipos nuevos, aunque aún no tienen fecha límite para servicio y mantenimiento.

Algunos debates considerables sobre los efectos de la liberación de los refrigerantes en la atmósfera, y su incidencia sobre el cambio de la capa de

ozono que protege la Tierra de los rayos UV del sol, se centraron en los efectos nefastos de los refrigerantes como CFC, que se prohibieron más tarde.

Los problemas provocados por CFC están unidos al hecho de que contienen componentes de cloro (Cl), que son responsables de la destrucción del ozono. El Protocolo de Montreal, Acuerdo Internacional para la Protección de la Capa de Ozono, especificó en sus directivas, primero la eliminación de los clorofluorocarbonos (CFC) de mayor contenido en cloro y la retirada gradual de los HCFC.

Consecuencia del Protocolo de Montreal y de la firme decisión de eliminar sustancias que agotan la capa de ozono, las emisiones de gases fluorados de efecto invernadero han aumentado un 60 % desde 1999 según la Organización de Naciones Unidas, en 2010.

Se está dando un proceso de evolución hacia la sustitución de refrigerantes en el sector de la refrigeración, con cierta incertidumbre sobre qué tipos de gases refrigerantes van a utilizarse en el futuro y cómo deberán adaptarse las máquinas refrigerantes y los aparatos de refrigeración industrial, comercial e incluso doméstica, a los mismos. (Organización de Naciones Unidas, 2010)

### **1.3. Sistema de gestión de mantenimiento**

La normativa UNE-EN 13306:2002 (2011) define la gestión de mantenimiento como: “todas las actividades de la gestión que determinan los objetivos, las estrategias y las responsabilidades que se realizan por medio de planificación, control y supervisión del mantenimiento y mejora de los métodos en la organización incluyendo los aspectos económicos” (p.3).

Según Jiménez y Valencia (2012) un sistema de gestión es “el conjunto de estrategias, políticas, estructuras, métodos, tecnologías, procesos, procedimientos y reglas de trabajo mediante los cuales la dirección de una organización planifica, ejecuta y controla todas sus actividades en pro del logro de objetivos definidos con antelación” (p.1).

Refiere Arriaga (2014) respecto a la gestión de mantenimiento:

Que esta implica pensar que los planes estratégicos de una empresa o compañía deben estar encaminados para cumplir un estándar de calidad, las herramientas que se necesitan deben estar en óptimo estado; los requerimientos de confiabilidad en maquinaria crítica no permiten la aplicación de estrategias únicamente preventivas y predictivas, se requiere del mantenimiento basado en condición y la incorporación de nuevas tecnologías complementarias. (p.1)

Partida (2012) explica que:

Para implementar un sistema de mantenimiento, es necesario seguir una serie de pasos que ayudarán a que el sistema siga manteniéndose de forma efectiva en el tiempo: establecer objetivos, analizar la criticidad, identificar el tipo de mantenimiento, establecer el plan de mantenimiento, identificar documentos y repuestos, la gestión consta de manejar cada equipo industrial con el apropiado mantenimiento, se debe definir las intervenciones adecuadas a aplicar, de manera que los costos totales sean los más bajos, sin desatender los factores calidad, seguridad y medioambiente, teniendo claro el objetivo de la función mantenimiento como sistema. (p.22)



A partir de los conceptos de gestionar (hacer diligencias para lograr un fin determinado) y sistema (conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre sí, contribuyen al logro de un fin determinado) se conceptualiza al sistema de gestión de mantenimiento como el conjunto ordenado de etapas interrelacionadas que permite administrar las actividades de la función mantenimiento de forma cíclica, racional, disciplinada y orientada a la mejora continua.

### **1.3.1. Mantenimiento**

Según la Real Academia Española (2018) mantenimiento es “acción y efecto de mantener o mantenerse, conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, entre otros., puedan seguir funcionando adecuadamente” (p.1).

Bembibre (2010) define mantenimiento, de la manera siguiente:

El mantenimiento permite designar a aquella actividad a partir de la cual es plausible mantener un producto, una máquina, un equipo, entre otros, para que el mismo funcione de modo correcto, o en su defecto, la que permite practicarles a algunos de estos una reparación en caso que así lo demande, para que pueda recuperar su funcionamiento normal. (p.1)

Mora (2009) respecto al concepto de mantenimiento explica lo siguiente:

La principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las máquinas a través del tiempo, razón por la cual el mantenimiento siempre ha estado ligado a la producción de la industria desde el origen de las máquinas; pero el surgimiento del

mantenimiento como sistema organizacional para el sostenimiento de la producción data de inicios del Siglo XX en los Estados Unidos de América, donde los fallos en los equipos y paros en la producción se trataban de manera correctiva. (p.30)

Ros (s.f.) afirma que:

El mantenimiento es una pieza fundamental del proceso productivo, fuente inagotable de costos y una actividad organizacional que participa directamente en los resultados de la compañía; en un escenario económico como el en el que las empresas arriesgan la capacidad competitiva e incluso la supervivencia en la cantidad y calidad de los recursos que comprometen en cada área, se requiere un replanteamiento de la gestión a todos los niveles. (p.25)

De acuerdo a Moubrey (citado por Vizcaíno 2016, p.16), los cambios en el mantenimiento se han clasificado en tres grupos: nuevas expectativas, nuevas investigaciones, y nuevas técnicas; lo que se espera del mantenimiento es que proporcione mayor disponibilidad y confiabilidad, mayor seguridad, ningún daño al ambiente, mayor vida de los equipos y mayor costo-eficacia.

El mantenimiento es un sistema que tiene entradas o insumos necesarios para ejecutar actividades y tendrá como salida un equipo funcionando y confiable, es necesario comprender el mantenimiento como un sistema, reconociendo los componentes y la relación que existe entre ellos.

### **1.3.2. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo incluye todas las actividades programadas de antemano para reducir la frecuencia y el impacto de los fallos en las máquinas o equipos.

Según la norma EN 13306:2002, la definición para fallo es el cese en la capacidad de un elemento para desarrollar una función requerida; las actividades de mantenimiento preventivas se realizan a intervalos fijos, independientemente de la condición del elemento. (Castell, 2011)

Según Orozco (s.f.):

El mantenimiento preventivo es una técnica científica del trabajo industrial, que en especial está dirigida al soporte de las actividades de producción y en general a todas las instalaciones empresariales, incluye actividades como inspección periódica de activos y del equipo de la planta para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción, o depreciación perjudicial y adaptarlos o repararlos, cuando se manifiesten. (p.1)

Por su parte, Rivera (2012) define mantenimiento preventivo como “el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisiones y reparaciones que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad, se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento” (p.8).

El mantenimiento preventivo es el que se efectúa periódicamente, con el objetivo de detectar fallas que puedan llevar al mal funcionamiento de máquinas o equipo, que evita elevados costos de reparación, disminuir la probabilidad de

paros imprevistos, lograr mayor duración de los equipos e instalaciones y garantizar la seguridad de los colaboradores que operan maquinas industriales complejas.

### **1.3.3. Mantenimiento correctivo**

Para Olives (2015) mantenimiento correctivo “son las intervenciones que se hacen en la máquina o instalación cuando ya se ha materializado la avería; se sustituye la pieza estropeada para que la máquina vuelva a su estado operativo habitual” (p.3).

Según explica Sexto (2017):

El mantenimiento correctivo se subdivide en aquel que se realiza inmediatamente después de la verificación de un fallo funcional (correctivo inmediato) y el mantenimiento correctivo diferido, que puede programarse, a diferencia del correctivo inmediato que se impone como necesidad de intervención no prevista para contrarrestar las consecuencias del fallo, tanto el correctivo inmediato como el correctivo diferido, se ejecutan siempre después de ocurrido un fallo. (p.10)

Coroso (2018) explica que:

El mantenimiento industrial correctivo es aquel, cuyo fin es corregir cualquier defecto que presente la maquinaria o equipo; existen dos tipos dentro del correctivo que son: el no planificado que se refiere al que se aplica cuando ocurre algún tipo de urgencia o imprevisto y se han de tomar decisiones para que la maquinaria vuelva a su funcionamiento correcto lo antes posible y el planificado se refiere al mantenimiento del que se tiene

constancia con antelación, por lo que se puede preparar al personal, los repuestos y equipos técnicos necesarios y los documentos pertinentes, entre otros. (p.12)

A partir de las definiciones expuestas se entiende que el mantenimiento correctivo conlleva un conjunto de actividades realizadas a máquinas o equipos cuando estas presentan fallos no previstos, el objetivo principal es lograr que funcionen lo más inmediato posible y de manera efectiva.

#### **1.3.4. La disponibilidad**

La disponibilidad explicada por Gómez (2004):

Es la probabilidad de que un sistema, área operativa o activo mantenga las funciones operativas en un tiempo determinado, sin fallas; para fines de medición, análisis y mejora, la disponibilidad programada es el tiempo en que el sistema, área operativa o activo debiera mantenerse funcionando; y la disponibilidad resultante es el tiempo en que los ítems indicados estuvieron funcionando. (p.56)

Para García (2018):

La disponibilidad total es sin duda el indicador más importante en mantenimiento, y por supuesto, el que más posibilidades de manipulación tiene, si se calcula correctamente, es muy sencillo, es el cociente de dividir el n° de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el n° de horas totales de un periodo. (p.2)

Por su parte, RefriAmerica (2017) establece lo siguiente:

Lo que determina la disponibilidad de un equipo es el número de horas totales en producción y en indisponibilidad para producir, estas pueden provenir de varios factores, como intervenciones de mantenimiento preventivo, correctivo programado, no programado y número de horas de disponibilidad parcial debido al estado deficiente de los equipos. (párr.1)

La disponibilidad posee importancia dentro del mantenimiento, debido a que las actividades preventivas, correctivas programadas o no, determinan la probabilidad de que una máquina funcione sin presentar fallas y en el tiempo determinado.

#### **1.3.5. La fiabilidad**

Respecto a la fiabilidad Ruiz (2015) explica que:

La teoría de la fiabilidad, comprende un conjunto de teorías y métodos matemáticos y estadísticos, procedimientos organizativos y prácticas operativas, que mediante el estudio de las leyes de ocurrencia de fallos, tratan de investigar las causas por las cuales los dispositivos envejecen y fallan, estudia leyes de las ocurrencias de estos fallos y da repuestas, entre otros, a distintos problemas de previsión, estimación y optimización de la probabilidad de supervivencia, duración media de vida y porcentaje de tiempo de buen funcionamiento de estos dispositivos. (p.3)

Para Miranda (s.f.) “la fiabilidad de un equipo es la probabilidad de que el mismo se averíe, presente problemas de funcionamiento o necesite reparaciones en un período determinado de tiempo” (p.1).

La fiabilidad es un indicador que mide la capacidad de una planta para cumplir el plan de producción previsto; en una instalación industrial se refiere habitualmente al cumplimiento de la producción planificada, y comprometida en general con clientes internos o externos, el incumplimiento de este plan puede llegar a acarrear penalizaciones económicas, y de ahí la importancia de medir este valor y tenerlo en cuenta a la hora de diseñar la gestión del mantenimiento de una instalación. (García, 2012)

Por su parte Carle (2012) explica que:

Los parámetros estadísticos de mantenimiento son: la confiabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad, estos se relacionan con el comportamiento del equipo de la siguiente manera: la confiabilidad se obtiene con base a los equipos de operación, la mantenibilidad se calcula con los tiempos fuera de servicio del sistema y la disponibilidad es un parámetro que se estima a partir de los dos anteriores. (p.1)

A partir de los conceptos antes expuestos, se deduce que para asegurar e incrementar la disponibilidad y fiabilidad, es necesario ejecutar acciones oportunas de mantenimiento que permitan que un equipo de producción opere dentro de las especificaciones, cumpla la función que le corresponde dentro del proceso productivo; cumplir también con todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa y las normas de seguridad y ambiente.





## **2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se desarrolló en cuatro fases: en la primera fase revisión bibliográfica: como primer paso se consultó y seleccionó literatura relacionada con el tema sistemas de gestión de mantenimiento y con subtemas tales como refrigeración, gases refrigerantes e industria de las bebidas carbonatadas, la información se utilizó para sustentar el marco teórico de este informe.

En la segunda fase diagnóstico, se utilizó la técnica de observación directa al almacén, al taller y al proceso de mantenimiento correctivo de los equipos de refrigeración, la información se recogió en un único momento y se vació en hojas de registro observacional; se determinó la capacidad productiva de los colaboradores empleando indicadores como: tiempo utilizado, efectividad, y cantidad de equipos reparados.

Se utilizó la herramienta árbol del problema para representar las causas y efectos del problema de la baja disponibilidad de equipos de refrigeración.

Se empleó la técnica de encuesta, en la que se aplicó como instrumento un cuestionario estructurado en diez preguntas cerradas con respuestas dicotómicas, a cinco colaboradores del área de mantenimiento, con el objetivo de obtener información relacionada con la situación del área y de la empresa respecto a la disponibilidad de equipos de refrigeración.

Se revisó el plan de mantenimiento preventivo y correctivo de la empresa y el plan del servicio de mantenimiento correctivo subcontratado utilizando los documentos disponibles en el archivo de la jefatura de mantenimiento; la

información obtenida se vació en hojas de registro, que sirvió para comparar y determinar los aspectos que influyen en la escasa disponibilidad de los equipos de refrigeración.

Se utilizó la herramienta diagrama de flujo de operaciones para analizar, comprender y representar el proceso de mantenimiento correctivo de la empresa

En la tercera fase, análisis e interpretación de resultados, se procedió a clasificar, organizar, tabular, graficar utilizando el programa Microsoft Excel y a analizar e interpretar los datos obtenidos durante el proceso de investigación. El análisis de datos se presentó de manera descriptiva utilizando el programa Microsoft Word.

Se utilizó la técnica descriptiva de análisis de contenidos, el análisis se utilizó para realizar las actividades programadas, con base en los objetivos propuestos: se definieron parámetros e indicadores de calidad: fiabilidad, mantenibilidad y efectividad; capacidad utilizada, mano de obra/tiempo invertido, cantidad equipos reparados, indicador de calidad, de fiabilidad y de efectividad de los equipos, de gestión de órdenes de trabajo, índice de costos, productividad del movimiento, del servicio, del taller y MEM, indicadores de seguridad, financieros y de disponibilidad.

Se diseñó el programa de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de refrigeración, orientado a lograr el funcionamiento óptimo, se estandarizó el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de refrigeración para la mejora continua: normas y procedimientos, restricciones, normas de conducta: objetivo de las tareas de mantenimiento, estándar de actividades y herramientas a emplear.

Se estableció un sistema de gestión de mantenimiento para el incremento de la disponibilidad de equipos de refrigeración, en una empresa embotelladora de bebidas, ubicada en la ciudad de Guatemala.

En la cuarta fase, presentación de resultados, se presentó los resultados obtenidos, utilizando diagramas y tablas, con apoyo de recursos tecnológicos como el programa Excel de Microsoft Office y en la discusión se presentó el análisis interno y se citó resultados de estudios previos y referencias de autores, para el análisis externo de la investigación.



### **3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

En este capítulo de acuerdo a los objetivos planteados se presenta los resultados alcanzados en el desarrollo de la investigación.

#### **3.1. Diagnóstico de la situación del área de mantenimiento, respecto a la disponibilidad de equipos de refrigeración**

Se utilizó la herramienta de árbol del problema. Se determinó que las causas que lo generan son: existe tardanza en el proceso de mantenimiento correctivo de los equipos de refrigeración, los parámetros de calidad de mantenimiento no están bien definidos, el plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de refrigeración no se está ejecutando adecuadamente y los efectos más importantes son que la empresa no cumple con proveer de equipo a los clientes; los equipos se desechan debido a los daños físicos y de funcionamiento provocados por la espera y descenso en las ventas del producto embotellado (ver apéndice 2).

El cuestionario aplicado a los colaboradores del área de mantenimiento de la empresa embotelladora de bebidas permitió obtener el diagnóstico de la situación respecto a la disponibilidad de los equipos de refrigeración que coloca en las tiendas de distribución de los productos (ver apéndice 3).

La empresa ha mantenido bajo índice de disponibilidad de equipos de refrigeración, debido al incumplimiento de la empresa subcontratada, tiene una demanda de equipos de las tiendas que distribuyen las bebidas que comercializa en promedio de 250 por mes y hasta 500 equipos en temporada alta. Se empleó

un diagrama de flujo de operaciones para representar el proceso de mantenimiento (ver apéndice 4).








El total de colaboradores encuestados indicó que el espacio de trabajo es insuficiente para almacenar la cantidad de equipos de refrigeración que ingresan semanalmente para mantenimiento correctivo, indican que están en buen estado las herramientas que utilizan y que el tiempo que disponen para realizar las tareas es suficiente para cumplir con lo programado.

Los colaboradores indican que obtienen las refacciones para los equipos de refrigeración necesarias, considera que es suficiente el personal con que cuenta el taller de mantenimiento para cumplir con las actividades correctivas.

Los colaboradores también indican que es necesario organizar el almacén de equipos de refrigeración para realizar las tareas e incrementar la productividad del proceso de mantenimiento correctivo de los equipos de refrigeración. Indican que el encargado del área toma en cuenta las sugerencias que le hacen, para cumplir con lo demandado por la gerencia.

El total de colaboradores realiza tareas de mantenimiento correctivo a más de un equipo de refrigeración durante un día laboral y consideran necesario estandarizar las tareas para contribuir a mejorar la disponibilidad de los equipos y poder cumplir con la demanda de los clientes (ver apéndice 5).

Tabla I. Operación MEM acumulado año 2018, servicio de reparación y disponibilidad de los equipos de refrigeración

Item	OPERACIÓN MEM	ACUMULADO			
		Calculo	Real	Meta	Estatus
<b>CALIDAD DE LA BEBIDA</b>					
<b>TEMPERATURA</b>					
1	SUMA (UNIDADES EN ROJO)	3423	25.6%	45.0%	
	SUMA (UNIDADES PROBADAS)	4602			
<b>CONDICIÓN DEL EQUIPO</b>					
2	SUMA (UNIDADES EN ESPECIFICACION) < 7	2490	45.9%	70.0%	
	SUMA (UNIDADES PROBADAS)	4602			
<b>SERVICIO DE REPARACION</b>					
<b>TIEMPO DE RESPUESTA DE REPARACION</b>					
3	SUMA (TIEMPO DE RESPUESTA)	45790	12.4	48.0	
	SUMA (EWOS REPARACION EXTERNA COMPLETA)	3696			
<b>ARREGLADO BIEN DESDE LA 1RA. VEZ</b>					
4	SUMA (EMOS Y EWOS COMPLETOS) - SUMA (EWOS REPETIDOS)	4355	94.6%	95.0%	
	SUMA (EMOS Y EWOS COMPLETOS)	4602			
<b>MP'S COMPLETOS</b>					
5	SUMA (EWO DE MP'S COMPLETOS)	0.00	0.00	0.00	
	SUMA (MP DE ACTIVOS PROGRAMADOS)	0.00			
<b>DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO</b>					
<b>TIEMPO DE RESPUESTA DEL MOVIMIENTO</b>					
6	SUMA (TIEMPO DE RESPUESTA DEL MOV)	13,767	1.48	1.25	
	SUMA (EMOS EXTERNOS COMPLETOS)	9,298			
<b>CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL MOVIMIENTO</b>					
7	SUMA (EMO'S COMPLETOS MOVIMIENTO CON CUMPLIMIENTO OBJETIVO)	7684	82.6%	90.0%	
	SUMA (EMOS EXTERNOS COMPLETOS)	9298			





Fuente: elaboración propia.

La tabla I, operación MEM (manejo de equipos de mercadeo) muestra el acumulado del año 2018; el cumplimiento del servicio de reparación está por debajo del indicador esperado y el indicador de disponibilidad está también por debajo del esperado.

Se determinó que las causas de la baja disponibilidad son los retrasos de la empresa subcontratada y en el área de mantenimiento correctivo que se instaló

a principios del año 2019 existe acumulación de equipos de los cuales la mitad requiere cambio de piezas, soldadura, limpieza interna externa, remoción de pintura y nueva pintura y el escaso personal no ha podido aumentar la productividad.

Tabla II. Operación MEM productividad, acumulado año 2018

c	OPERACIÓN MEM	ACUMULADO			
		Calculo	Real	Meta	Estatus
	<b>PRODUCTIVIDAD</b>				
14	<b>PRODUCTIVIDAD DEL MOVIMIENTO</b>				
	SUMA (EMOS COMPLETOS DE INST, Y RET.	0	0.0	7.0	
	DIAS TECNICO DE MOVIMIENTO	0			
15	<b>PRODUCTIVIDAD DEL SERVICIO</b>				
	SUMA (EWOS COMPLETOS REP, SANT, MP)	0	0.0	5.0	
	DIAS TECNICO DE SERVICIO	0			
16	<b>PRODUCTIVIDAD DEL TALLER</b>				
	SUMA(EWO COMPLETOS REP, SANT, MP) EN TALLER	0	0.0	2.5	
	DIAS TECNICO DE TALLER	0			
17	<b>PRODUCTIVIDAD MEM</b>				
	SUMA (ACTIVIDADES MEM COMPLETAS)	0	0.0	4.8	
	DIAS EMPLEADO MEM	0			

Fuente: elaboración propia.

La tabla II muestra los indicadores de productividad del movimiento, del servicio, del taller y la productividad de MEM (manejo de equipos de mercadeo), acumulado correspondiente al año 2018; se puede apreciar que todos los indicadores están por debajo de los esperados.







Tabla III. **Productividad del servicio mantenimiento correctivo año 2018**

 PRODUCTIVIDAD	RESULTADO	OBJETIVO	ESTATUS
Productividad del Movimiento	<b>04.75 (Dtm)</b>	<b>07.00 (Dtm)</b>	
Productividad del Servicio	<b>02.94 (Dts)</b>	<b>05.00 (Dts)</b>	
Productividad del Taller	<b>02.32 (Dtt)</b>	<b>02.50 (Dtt)</b>	
Productividad MEM	<b>02.69 (DtMem)</b>	<b>04.80 (DtMem)</b>	

Fuente: elaboración propia

La tabla III muestra que en el año 2018 no se alcanzó el objetivo esperado en la productividad del servicio, la productividad del taller y de la productividad MEM.




Tabla IV. **Productividad del servicio de reparación año 2018**

 SERVICIO DE REPARACION	RESULTADO	OBJETIVO	ESTATUS
Tiempo de Respuesta de Reparacion	<b>13.51 (h)</b>	<b>48.00 (h)</b>	
Arreglado Bien desde la 1ra. vez	<b>95.46 (%)</b>	<b>95.00 (%)</b>	
MP's Completos	<b>00.00 (%)</b>	<b>00.00 (%)</b>	

Fuente: elaboración propia.

La tabla IV muestra resultados positivos respecto a las horas de respuesta de reparación y 1.46 % superado de arreglado bien desde la primera vez de equipos de refrigeración, en acumulado del periodo 2018.

Tabla V. **Disponibilidad del equipo año 2018**

 DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	RESULTADO	OBJETIVO	ESTATUS
Tiempo de Respuesta del Movimiento	<b>02.22 (Días)</b>	<b>01.25 (Días)</b>	
Cumplimiento de los Objetivos del Movimiento	<b>52.14 (%)</b>	<b>90.00 (%)</b>	
		si cumplieron	

Fuente: elaboración propia.

La tabla V muestra que el resultado del tiempo de respuesta del movimiento está arriba de lo establecido, no se cumple el objetivo y el porcentaje de cumplimiento de los objetivos del movimiento está por debajo del esperado 90 %.

### **3.2. Definición de parámetros e indicadores de calidad de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración**

El diagnóstico obtenido permitió constatar la necesidad de definir parámetros e indicadores de calidad de mantenimiento preventivo y correctivo para incrementar la productividad del mantenimiento y la disponibilidad de los equipos de refrigeración con el propósito de cumplir con la demanda y evitar el deterioro y descarte de equipos acumulados por mucho tiempo en el almacén.

Tabla VI. **Indicadores de calidad de mantenimiento preventivo y correctivo**

---

<b>Indicadores de calidad</b>	
Tiempo de Respuesta del Movimiento	1.25 días
Cumplimiento de los Objetivos del Movimiento	90 %
Tiempo de Respuesta de Reparación	48 Horas
Productividad del Movimiento	07.0 Dtm
Productividad del Servicio	05.0 Dts
Productividad del Taller	02.50 Dtt
Productividad MEM	04.80 DtMem
MP's Completos	00.00 %
Disponibilidad	90 %

---

Fuente: elaboración propia.

Nota:

Dts. Días técnicos de servicio

Dtt. Días técnicos de taller

Dtm. Promedio de días técnicos de servicio

DtMem. Días técnicos productividad

### **3.3. Diseño de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de refrigeración**

Con base en la información obtenida de la revisión del plan de mantenimiento de la empresa, se diseñó el programa de mantenimiento preventivo y correctivo anual para los equipos de refrigeración.

Tabla VII. Programa de mantenimiento preventivo y correctivo anual

EQUIPO	PRIORIDAD	PERSONAL	NUMERO DE TÉCNICOS	TIEMPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA
Refrigeración	B	interno	1	1 hora 30 min	mensual
Refrigeración	A	interno	2	2 horas 30 min	cuatrimestral
Refrigeración	B	interno	1	1 hora 30 min	mensual
Refrigeración	A	interno	2	2 horas 30 min	cuatrimestral

Amarillo = Fecha de programación.

Verde = Trabajo realizado.

Naranja = Correctivos programados.



A = Prioridad alta ( no posponer mantenimiento).

B = Prioridad media (no posponer mantenimiento más de una semana).

Fuente: elaboración propia.

La tabla VII contiene el programa de mantenimiento preventivo y correctivo anual, las actividades rutinarias en fechas programadas con frecuencia mensual y cuatrimestral, tiempo estimado para las preventivas y para los trabajos correctivos, establece las prioridades y la cantidad de técnicos asignados.

Tabla VIII. Plan maestro de mantenimiento preventivo general

PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO REGISTRO Y CONTROL						Año 2020			
NOMBRE: Mantenimiento general				Código MG 001D-2019		Ubicación Zonas de cobertura			
MES	SEMANA				FRECUENCIA				OBSERVACIONES
	1	2	3	4	MENSUAL	TRIMES.	SEM.	ANUAL	
Ene.	JKL	JKL	JKL	JKL	ABCD				sustituir la tubería del respiradero si es necesario
Feb.	JKL	JKL	JKL	JKL	ABCD				
Mar.	JKL	JKL	JKL	JKL	ABCD				
Abr.	JKL	JKL	JKL	JKL	ABCD				
May.	JKL	JKL	JKL	JKL	ABCD				
Jun.	JKL	JKL	JKL	JKL	ABCD				
Jul.	JKL	JKL	JKL	JKL	ABCD				
Ago.	JKL	JKL	JKL	JKL	ABCD				
Sep.	JKL	JKL	JKL	JKL	ABCD				
Oct.	JKL	JKL	JKL	JKL	ABCD				
Nov.	JKL	JKL	JKL	JKL	ABCD				
Dic.	JKL	JKL	JKL	JKL	ABCD			EFGHI	
A	Compruebe los registros de funcionamiento de la unidad.								
B	Limpie todos los tamices de los sistemas de ductos.								
C	Compruebe el tamaño de la gota de presión a través del filtro de aceite								
D	Sustituye el filtro de gas si este lo requiere.								
E	Examine todos los componentes de la tubería para saber si hay salida y/o daño.								
F	Limpie y repinte cualquier área que demuestre signos de corrosión.								
G	Examine y limpie el condensador para saber si es necesario cambiar.								
H	Examine y limpie el serpentín del condensador								
I	Pruebe la tubería del respiradero de todas las válvulas de descarga.								
J	Verifique los niveles del refrigerante								
K	Compruebe la temperatura y presión refrigerante del evaporador.								
L	Compruebe la temperatura y presión refrigerante del condensador.								
	Elaborado por				Revisado por			Aprobado por	
	Fecha								

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Plan maestro componente del programa mantenimiento preventivo, aceite y refrigerante

PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO REGISTRO Y CONTROL									Año 2020
NOMBRE : Mantenimiento aceite y refrigerante					Código: MAYR 0010-2029			Ubicación Zonas de cobertura	
MES	SEMANA				FRECUENCIA				OBSERVACIONES
	1	2	3	4	MENSUAL	TRIMES.	SEM.	ANUAL	
Ene.	AB	AB	AB	AB	CDEF				
Feb.	AB	AB	AB	AB	CDEF				
Mar.	AB	AB	AB	AB	CDEF				
Abr.	AB	AB	AB	AB	CDEF				
Mayo.	AB	AB	AB	AB	CDEF				
Jun.	AB	AB	AB	AB	CDEF				
Jul.	AB	AB	AB	AB	CDEF				
Ago.	AB	AB	AB	AB	CDEF				
Sept.	AB	AB	AB	AB	CDEF				
Oct.	AB	AB	AB	AB	CDEF				
Nov.	AB	AB	AB	AB	CDEF				
Dic.	AB	AB	AB	AB	CDEF			GHIJKLMN	
A	Verifique el nivel de aceite del compresor.								
B	Compruebe la línea del líquido en la mirilla de cristal.								
C	Realice todos los procedimientos de mantenimientos de semanales.								
D	Mida y registre el sistema de sobrecalentamiento.								
E	Mida y registre el sistema de subenfriamiento.								
F	Rote manualmente los ventiladores del condensador para asegurar la separación apropiada en las aberturas del ventilador. MENSUAL								
G	Realizar todos los procedimientos de mantenimientos semanales y mensuales. ANUAL								
H	Chequeo de carga de gas								
I	Compruebe los controles de funcionamiento y seguridad.								
J	Examine los componentes eléctricos para saber si hay deficiencia.								
K	Examine las líneas de fluido para saber si hay salida o daño.								
L	Limpie hacia fuera cualquier tamiz en línea.								
M	Limpie y repinte cualquier área que demuestre indicios de corrosión.								
N	Limpie los ventiladores del condensador.								
	Elaborado por			Revisado por			Aprobado por		
Fecha									

Fuente: elaboración propia.

### **3.4. Estandarización del proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración para la mejora continua**

Para el logro de este resultado, se consultó el plan de mantenimiento preventivo para los equipos de refrigeración de la empresa y se determinó que está bien diseñado. El proceso se lleva a cabo en un departamento distanciado del área de mantenimiento correctivo, el historial revela que se alcanzan los objetivos propuestos. Las actividades preventivas de limpieza del condensador y ventilador del equipo se realizan únicamente cuando un técnico visita el punto de venta a solicitud del cliente.

La demanda de equipos de refrigeración ha aumentado paralelamente a la venta y aceptación continua del producto que envasa la empresa, y los equipos que están colocados en las tiendas que venden el producto a los consumidores requieren de mantenimiento correctivo, ingresan al taller un promedio de 15 diariamente que provoca recarga de trabajo, estos deben ser reparados lo más rápido posible para estar disponibles.

Se estandarizó las tareas de mantenimiento preventivo con base en el plan interno y las tareas de mantenimiento correctivo que se realizan en el taller de reparación de equipos, unidad de análisis de este estudio. Como el problema se encuentra en el mantenimiento correctivo, no se profundiza en el preventivo, el cual está controlado, pero es necesario documentarlo y adicionarlo debido a que va unido al proceso.

Tabla X. **Actividades estándar de mantenimiento preventivo interno**

<b>Tareas mantenimiento preventivo interno</b>	
Sustituir el filtro de gas	
<b>Actividades estándar</b>	<b>Tiempo estándar</b>
Desoldar filtro de gas	10 minutos
Desmontar filtro	5 minutos
Montar nuevo filtro	5 minutos
Soldar filtro nuevo	10 minutos
Checar que el equipo funcione normal y no presente fallas	10 minutos
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>40 minutos</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Actividades estándar de limpieza de condensador**

<b>Tareas mantenimiento preventivo interno</b>	
Examinar y limpiar condensador	
<b>Actividades estándar</b>	<b>Tiempo estándar</b>
Limpiar de tierra y polvo el condensador	10 minutos
Lavar por fuera el condensador con agua y jabón	10 minutos
Checar que no quede restos de tierra y dejar funcionado el equipo con normalidad	5 minutos
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>25 minutos</b>

Fuente: elaboración propia.



Tabla XII. **Actividades estándar de chequeo de carga de gas**

<b>Tareas mantenimiento preventivo interno</b>	
Chequeo de carga de gas	
<b>Actividades estándar</b>	<b>Tiempo estándar</b>
Instalar manómetros	10 minutos
Checar presiones en altas y bajas presiones	10 minutos
Si se requiere rellenar de gas r-22	10 minutos
Si se requirió de relleno de gas volver a checar presión después del relleno	10 minutos
Dejar funcionando el equipo	10 minutos
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>50 minutos</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Actividades estándar de componentes eléctricos**

<b>Tareas mantenimiento preventivo interno</b>	
Examinar los componentes eléctricos	
<b>Actividades estándar</b>	<b>Tiempo estándar</b>
Checar con voltímetro las continuidades de cada línea de las piezas eléctricas	10 minutos
Si no hay corriente en alguna línea remplazar piezas	10 minutos
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>20 minutos</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Actividades estándar por fuga de gas**

<b>Tareas mantenimiento correctivo interno</b>	
Fuga de gas r-22 el equipo se apaga y se enciende cada 5 minutos aprox. No se mantiene encendido	
<b>Actividades estándar</b>	<b>Tiempo estándar</b>
Instalar manómetros y checar presión alta y baja (40 y 50 psi)	10 minutos
Buscar fuga y localizarla	10 minutos
Hacer un vacío (recuperar gas en su tanque recuperador)	20 minutos
Soldar y tapar fuga	10 minutos
Checar nivel de aceite	10 minutos
Instalar aceite faltante	10 minutos
Rellenar de gas el equipo el gas faltante	20 minutos
<b>Tiempo estándar</b>	<b>1 hora 30 minutos</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Actividades estándar por falla de contactor**

<b>Tareas mantenimiento correctivo interno</b>	
Falla de contactor. El equipo no enciende aproximadamente 2 horas	
<b>Actividades estándar</b>	<b>Tiempo estándar</b>
Checar equipo	10 minutos
Instalar manómetros	20 minutos
Poner en manual el equipo (poner energía directa al contactor) cerciorarse que el contactor está quemado	10 minutos
Checar con amperímetro si están quemadas las líneas del contactor y cerciorarse si no hay paso de la corriente	10 minutos
Remplazar contactor	20 minutos
Checar gas y aceite y cerciorarse que es la única falla	10 minutos
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>1 hora 20 minutos</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Actividades estándar por falla de ventilador**

<b>Tareas mantenimiento correctivo interno</b>	
Falla ventilador una de las aspas del equipo no funciona el equipo se protege cada 15 minutos enciende y apaga, no controla su temperatura normal	
<b>Actividades estándar</b>	<b>Tiempo estándar</b>
Cerciorarse que el ventilador este quemado	10 minutos
Desmontar el ventilador quemado	15 minutos
Reemplazarlo	10 minutos
Checar que el equipo funcione y no sea la única falla	20 minutos
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>55 minutos</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Actividades estándar por falla de válvula solenoide**

<b>Tareas mantenimiento correctivo interno</b>	
Falla válvula solenoide, el equipo se protege y ya no enciende	
<b>Actividades estándar</b>	<b>Tiempo estándar</b>
Checar contactor y activarlo manual, el equipo se apagará y encenderá automáticamente	5 minutos
Instalar manómetros y checar que no falte gas	10 minutos
Activar manual de nueva cuenta el contactor (los manómetros se dispararán para presiones mayores a 50 psi y la presión baja se va a vacío)	5 minutos
Nota: No habrá continuidad de gas	0
Checar válvula solenoide y cerciorarse que esta quemada	10 minutos
Recuperar gas al tanque recuperador	5 minutos
Cortar tubería de la parte del solenoide	10
Cambiar solenoide por una nueva	10 minutos
Soldar solenoide	10 minutos
Hacer un vacío del sistema	10 minutos
Abrir válvula del tanque recuperador para que el gas circule por el sistema	5 minutos
Se enciende el equipo	5 minutos
Instalar el gas faltante	10 minutos
Poner funcionando al equipo al 90 %	10 minutos
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>1 hora 45 minutos</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Tareas rutinarias de reparación de equipos de refrigeración

<b>Tarea de limpieza externa y reparación exterior</b>	
<b>Tareas estandar</b>	
Lavado interior del equipo	10 minutos
Remoción de suciedad y pintura	20 minutos
Secado	10 minutos
Pintado	20 minutos
Secado	10 minutos
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>1 hora 10 minutos</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Equipos de uso personal para la seguridad ocupacional

Equipos de protección personal		
Protección para la cabeza	Casco clase A	Protege contra fuego, golpes fuertes, sustancias químicas corrosivas, alta resistencia dieléctrica, hasta 20.000 voltios (corriente alterna a 60 Hz) durante tres minutos, este es el llamado casco del electricista.
Protección de ojos	Gafas con montura ajustada	Protección contra la proyección de partículas, contra la salpicadura de productos químicos, contra gases o vapores
Protección de la cara	Máscara o protector facial	Protege fundamentalmente la cuenca de los ojos y la cara, se sujetan a la cabeza por medio de un arnés; principalmente se usa cuando existe el riesgo de salpicadura de productos químicos o proyección de partículas.
De protección de oídos	Orejeras o elementos almohadillados	Protege el oído. Se inserta dentro del pabellón externo de los oídos.
Protección de manos	Guantes	Para evitar el riesgo de sufrir una lesión en las manos la protección se suministra a dedos, palma, reverso de la palma.
Protección de extremidades inferiores	Botas de caucho o de goma	Para proteger y evitar lesiones por paso de corriente eléctrica y de la humedad, en tareas de remozamiento de equipos.

Fuente: elaboración propia.

La tabla IX describe los equipos de uso personal necesarios para garantizar la protección de los colaboradores en el área de mantenimiento.

La seguridad ocupacional es un tema importante para la empresa quien cumple con la obligación de proveer equipo de protección personal a los colaboradores del área de mantenimiento preventivo y correctivo que cumplen con el uso adecuado de este, dentro de las instalaciones del taller.

### **3.5. Establecimiento de un sistema de gestión de mantenimiento para el incremento de la disponibilidad de equipos de refrigeración, en la empresa embotelladora de bebidas**

Este resultado es el producto del alcance de los objetivos específicos planteados en este estudio. Los documentos generados en el cumplimiento de los resultados forman parte del documento técnico que se brindará a la empresa.

Se establece un sistema de gestión de mantenimiento que se constituye en la base fundamental para lograr incrementar la disponibilidad de los equipos de refrigeración.

#### **3.5.1. Elementos del sistema de gestión de mantenimiento**

Comprende las definiciones básicas que abarca el sistema de gestión de mantenimiento.

##### **3.5.1.1. Definiciones**

- Sistema de gestión de mantenimiento

A partir de los conceptos de gestionar (hacer diligencias para lograr un objetivo o un fin) y sistema (conjunto de etapas que ordenadamente relacionadas entre sí, contribuyen a un fin determinado) se conceptualiza sistema de gestión de mantenimiento como: El conjunto ordenado de etapas interrelacionadas que permite administrar las actividades de la función mantenimiento de forma cíclica, racional, disciplinada, y orientada a la mejora continua.

- Planificación

Etapa del sistema de gestión de mantenimiento, en la cual se elaboran los planes de mantenimiento, contienen las acciones necesarias y cronograma.

- Mantenimiento preventivo

Conjunto de actividades de mantenimiento a intervalos fijos, que se llevan a cabo con el objetivo de evitar fallas potenciales, la frecuencia básica de intervención es recomendada por los fabricantes, sin embargo, de acuerdo al análisis del contexto operacional del activo, se debe confirmar el tiempo entre intervenciones.

- Mantenimiento correctivo

Conjunto de actividades de mantenimiento para eliminar fallas previstas o repentinas, u otra situación indeseable, se realiza para garantizar las condiciones de operación, y la disponibilidad de los activos, se desarrollará como mantenimiento correctivo programado y mantenimiento correctivo de emergencia.

- Confiabilidad

Probabilidad de que un sistema, área operativa, o activo realice una función definida bajo condiciones determinadas en un lapso establecido. Se relaciona estrechamente con los conceptos de disponibilidad y mantenibilidad.



- Disponibilidad

La disponibilidad es la probabilidad de que un sistema, área o activo mantenga sus funciones operativas en un tiempo determinado, sin fallas. Los tiempos de no disponibilidad deberán planificarse previamente, para fines de reparación programada y no deben sobrepasarse. Para fines de medición, análisis y mejora, la disponibilidad programada es el tiempo en que el sistema, área operativa o activo debería mantenerse funcionando; y la disponibilidad resultante es el tiempo en que los ítems indicados estuvieron funcionando.

- Mantenibilidad

Probabilidad de que las funciones de un sistema, área operativa o activo sean restablecidas, recuperando un nivel operacional aceptable en un período determinado, previamente establecido. Debe orientarse al restablecimiento de las mejores condiciones operativas posibles, asumiendo decisiones previas equilibradas y consensuadas entre los requerimientos productivos y la calidad requerida del trabajo de mantenimiento.

- Mejora continua

Consiste en el análisis continuo y sistemático de las actividades y resultados de las etapas del sistema de gestión de mantenimiento, para determinar los aspectos deficitarios, evaluarlos, y solucionarlos a través del establecimiento de acciones preventivas y correctivas, tendientes a evitar la reincidencia de situaciones no deseadas.

### **3.5.1.2. Objetivos**

Garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando atrasos en el proceso por averías y mantener la disponibilidad de equipos de refrigeración en la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas.

### **3.5.1.3. Componentes del sistema**

- Indicadores de calidad de mantenimiento correctivo
  - Tiempo de respuesta del movimiento
  - Cumplimiento de los objetivos del movimiento
  - Tiempo de respuesta de reparación
  - Productividad del movimiento
  - Productividad del servicio
  - Productividad del taller
  - Productividad MEM
  - Disponibilidad

#### **3.5.1.4. Programa de mantenimiento preventivo y correctivo anual**

Contiene las actividades rutinarias en fechas programadas con frecuencia mensual y cuatrimestral, tiempo estimado para las preventivas y para los trabajos correctivos, establece las prioridades y la cantidad de técnicos asignados.

- Plan maestro de mantenimiento preventivo general.
- Plan maestro de mantenimiento preventivo: aceite y refrigerante.
- Actividades estándar de mantenimiento preventivo interno.
- Actividades estándar de limpieza de condensador.
- Actividades estándar chequeo de carga de gas.
- Actividades estándar de componentes eléctricos.
- Actividades estándar por fuga de gas.
- Actividades estándar por falla de contactor.
- Actividades estándar por falla de ventilador.
- Actividades estándar por falla de válvula solenoide.
- Tareas rutinarias de reparación de equipos de refrigeración.

- Equipos de uso personal para la seguridad ocupacional.

### **3.5.1.5. Consideraciones**

El mantenimiento de equipos, infraestructuras, herramientas, maquinarias, entre otros, representa una inversión que al mediano y largo plazo produce beneficios económicos.

Se organiza y se planifica el mantenimiento en esta empresa embotelladora de bebidas y se mejora este proceso de mantenimiento, se considera necesario cumplir con las actividades planificadas, debido a que es indispensable para el buen funcionamiento de la misma, es por ello que se debe inspeccionar, probar y mantener cuidadosamente los equipos de refrigeración.

Las actividades de mantenimiento correctivo deben ser realizadas por los colaboradores del taller de reparación y remozamiento de los equipos, quienes deben estar comprometidos con lograr la calidad de las tareas correctivas, mantener en buen estado las herramientas, el espacio de almacén y con la responsabilidad de prevenir accidentes laborales.

El objetivo del plan de mantenimiento preventivo y correctivo es garantizar la disponibilidad de los equipos de refrigeración a través de las actividades preventivas y correctivas que optimizan las condiciones de operación de los equipos y evitan pérdidas en la comercialización de los productos que distribuye la empresa ocasionadas por paros o fallas en los equipos, debido a que el producto se vende frío al consumidor final esto implica reducción de ventas.

La fase de ejecución del sistema de gestión de mantenimiento, en la cual se realizan las actividades especificadas en las etapas de planificación,

programación y la etapa de medición del sistema de gestión de mantenimiento en la cual se mide el desempeño en términos cuantitativos, etapas transversalizadas por la etapa de Análisis y Mejora, y las etapas de Revisión de la Dirección de Mantenimiento, y Revisión de la Dirección de la Organización, que serán desarrolladas por la empresa posteriormente a la implementación de los componentes del sistema.



## **4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En este capítulo con base en los resultados obtenidos se presenta el análisis interno de la investigación y se contrasta y relaciona estos resultados con resultados de estudios previos en el análisis externo de la investigación.

### **4.1. Análisis interno**

Los resultados obtenidos en el diagnóstico de la situación del área de mantenimiento, respecto a la disponibilidad de equipos de refrigeración que se encuentra por debajo de 90 %, se relacionan con lo expresado por Meza A. (2003): respecto a que el diagnóstico se puede definir como un proceso analítico que permite conocer la situación real de la organización en un momento dado para descubrir problemas y áreas de oportunidad, con el fin de corregir los primeros y aprovechar las segundas. Este resultado describe las causas que provocan la escasa disponibilidad de los equipos que se encuentra por debajo del esperado.

El sistema implementado en el área de mantenimiento, surge por no tener un método ordenado para ejecutar el mantenimiento de equipos de refrigeración, esto se relaciona con lo expresado por Jiménez y Valencia (2012) debido a que el sistema de gestión de mantenimiento se realizó con base en estrategias, políticas, estructuras, métodos, tecnologías, procesos, procedimientos y regla de trabajo, con el fin de guiar el trabajo en una dirección en la cual la organización planifica, ejecuta y controla todas sus actividades.

La fiabilidad obtenida al implementar el sistema de gestión de mantenimiento es positiva, se relaciona con lo expresado por Ruiz (2015): respecto que es un estudio de prácticas operativas, que, mediante el uso de las leyes de ocurrencia de fallos, se investigan las causas por los cuales los dispositivos fallan y da respuestas de previsión, estimación y optimización.

Se cuenta con una fiabilidad de los equipos de refrigeración mayor de 98 % debido a que estos se prueban dos veces antes de ser instalados en los puestos de venta.

#### **4.2. Análisis externo**

Se definió parámetros e indicadores de calidad de mantenimiento preventivo y correctivo a partir de información histórica del mantenimiento, de la productividad del taller, de la fiabilidad, con el fin de incrementar la disponibilidad de los equipos de refrigeración.

Este resultado concuerda con Pérez (2007) que concluye que un indicador de gestión es la medición cualitativa del comportamiento y el desempeño de un sistema de producción o proceso, cuya magnitud puede ser comparada con un nivel de referencia, detectando desviación y luego tomando las acciones correctivas y preventivas.

Huari (2017) en su estudio diseño de un programa de mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de un parabólico cilindro solar, obtuvo como resultado 100 % de disponibilidad; estos resultados se relacionan con la definición de parámetros e indicadores de calidad de mantenimiento preventivo y correctivo que incrementará la productividad del taller e incrementará la disponibilidad de los equipos de refrigeración.



Se diseñó el programa de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de refrigeración, este resultado se compara con la conclusión vertida por Gonzales (2018) que el mantenimiento correctivo consiste en actividades realizadas a los activos de físicos de una empresa, cuando a consecuencia de una falla han dejado de brindar la calidad de servicio estipulado y con Villacrés (2016) quien planteó en su estudio como objetivo desarrollar un plan de mantenimiento aplicando la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad obtuvo como resultado la reducción del 45 % en la tasa de fallas y 58 % en horas de parada.

Estos resultados se relacionan técnicamente con el diseño del programa de mantenimiento preventivo y correctivo debido a que contiene actividades correctivas contingentes que se realizarán de forma inmediata, preventivas y correctivas programadas que se llevan a cabo en equipos que aún no lo necesitan, pero para dar un mejor servicio se realizan con anticipación, esto permitirá la reducción de fallas y horas de parada.

Se estandarizó el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración para la mejora continua, con base en Miranda (2016) quien afirma que, al estandarizar los procesos principales de la empresa, se logra un comportamiento estable que genera productos y servicios con calidad homogénea y bajos costos.

Se correlaciona con lo conclusión del estudio de Alzate (2007), respecto a que el estándar representa la forma más fácil, segura y mejor de hacer un trabajo, lograr que los procesos se realicen todas las veces de manera igual o similar es muy importante para mantener la conformidad de los requisitos en los productos y servicios finales entregados a los clientes. Estas conclusiones contrastan con la efectividad del cumplimiento de las tareas bajo estándares establecidos en

este estudio, la que incrementará la disponibilidad de los equipos de refrigeración en la empresa embotelladora.

Se estableció el sistema de gestión de mantenimiento para equipos de refrigeración, donde se determinaron los indicadores de confiabilidad y disponibilidad, este resultado concuerda con el estudio de Tencio (2016) quien planteó el objetivo diseñar un modelo de gestión de mantenimiento para el departamento de mantenimiento de la empresa Grupo Poulton, como una nueva estrategia en su competitividad comercial para los clientes, obtuvo como resultados el diseño de un modelo de gestión de mantenimiento en donde se fijan los criterios para el uso de indicadores, disponibilidad y confiabilidad, se establece que se debe recolectar información como mínimo de un periodo de seis meses para que los indicadores reflejen el estado del modelo de gestión, en cuanto a que en la etapa de evaluación estos reflejarán la eficacia del sistema de gestión establecido para la empresa embotelladora de bebidas.

## CONCLUSIONES

1. El diagnóstico de la situación del área de mantenimiento correctivo a equipos de refrigeración permitió determinar que el indicador de productividad del taller y de la disponibilidad están por debajo del 90 % que es el indicador esperado y las causas principales son que no se tiene un estándar del proceso y existe demasiada carga de trabajo.
2. La definición de parámetros e indicadores de calidad se considera importante para las actividades de mantenimiento, debido a que permite el seguimiento de la gestión frente al sistema de producción, la información de los indicadores cuantifica la eficacia y la eficiencia de dichas actividades. Para el caso del taller de mantenimiento correctivo se definieron los parámetros e indicadores de calidad: tiempo respuesta de reparación, productividad del servicio, productividad del taller, productividad MEM y disponibilidad de los equipos de refrigeración 90 %.
3. El programa de mantenimiento correctivo diseñado, toma en cuenta las tareas preventivas que se realizan a los equipos cuatrimestralmente o a solicitud de los usuarios, básicamente las tareas que realizan en el taller son correctivas, el programa anual y los planes maestros de mantenimiento y control que lo contienen permitirá el incremento del indicador de productividad y disponibilidad de los equipos de refrigeración.
4. La estandarización de los procesos documentada permitirá que todos los colaboradores conozcan los parámetros de las tareas correctivas que contienen indicadores y descripción de procedimientos, en función de

homogenizar las actividades, incrementar la productividad, la disponibilidad de los equipos de refrigeración y la mejora continua.

5. El establecimiento de un sistema de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de equipos de refrigeración, en una empresa embotelladora de bebidas, presentó una opción innovadora; aunque no se pudo evaluar la ejecución de las actividades del plan, se espera que la empresa realice las siguientes etapas porque se considera que impactará positivamente en los procesos, previniendo averías, reduciendo costos y tiempos muertos e incrementará la disponibilidad de equipos de refrigeración, que permitirá cumplir con la demanda, con los tiempos de entrega y mantener la comercialización del producto embotellado.

## RECOMENDACIONES

1. Antes de iniciar el proceso de diagnóstico es indispensable contar con la intención de cambio por parte de los colaboradores, que estén dispuestos a realizar los cambios relevantes que resulten del diagnóstico para que se lleve a cabo una transformación en el sistema de gestión de mantenimiento preventivo, encaminado a incrementar la disponibilidad de los equipos de refrigeración y que la empresa cumpla con la demanda.
2. Cumplir con los parámetros e indicadores de gestión de la calidad, de manera oportuna, siendo un área de mantenimiento correctivo que deberá, garantizar productividad y el control de las tareas, la calidad del proceso e incrementar la disponibilidad.
3. Desarrollar el programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo para alcanzar el indicador de disponibilidad de los equipos de refrigeración en función de cumplir con la alta demanda que presentan los clientes distribuidores de la bebida que comercializa la empresa y evitar efectos negativos en los ingresos económicos.
4. Para continuar con la implementación del sistema de gestión de mantenimiento la empresa deberá controlar el cumplimiento de las actividades estandarizadas en el tiempo establecido según tablas propuestas y de los parámetros e indicadores de productividad del taller, la calidad del proceso y analizar los resultados que están enfocados en: incrementar la disponibilidad de los equipos de refrigeración, cumplimiento de la demanda, la mejora continua para obtener la mayor calidad posible en

las reparaciones y por ende una reducción de costos y tiempo y como valor agregado conservar el prestigio comercial empresarial.

## REFERENCIAS

1. Alzate, D. (2007). *Estandarización de procesos, técnica 8*. Ciudad de México. México: PYMES/Gob. Recuperado de [http://www.contacto-pyme.gob.mx/Cpyme/archivos/metodologias/FP20071323/dos\\_presentaciones\\_capaciatacion/elemento3/estandarizacion.pdf](http://www.contacto-pyme.gob.mx/Cpyme/archivos/metodologias/FP20071323/dos_presentaciones_capaciatacion/elemento3/estandarizacion.pdf)
2. Ardón, Y. (2004). *Planeación estratégica para una fábrica de bebidas carbonatadas Embotelladora la Tapita*. (Tesis de Licenciatura en Administración de Empresas). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
3. Arnabat, I. (2009). *¿Qué son los gases refrigerantes? Tipos y prohibiciones de la Normativa Europea F-GAS*. Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/refrigeracion-frio/los-gases-refrigerantes.html>
4. Arriaga, V. (2014). *Mantenimiento de clase mundial en la gestión de la lubricación en HOLCIM TECOMÁN*, (Memoria de Residencias Profesionales). Instituto Tecnológico de Colima. Secretaría de Educación Pública. México.
5. Asturias, E. (s.f.). *La industria de bebidas, calidad e higiene*. Recuperado de <https://tematico8.asturias.es/export/sites/default/consumo/seguridadAlimentaria/seguridad-alimentariadocumentos/bebidas.pdf>

6. Bembibre, C. (2010). *Definición de refrigeración*. Diccionario virtual ABC. Recuperado de <https://www.definicionabc.com/tecnología/refrigeración-php>
7. Bembibre, C. (2010). *Definición de mantenimiento*. Diccionario virtual ABC. Recuperado de <https://www.definicionabc.com/tecnologia/mantenimiento-preventivo-php>
8. Carel, industrias. (2018). *¿Qué es la refrigeración?* Recuperado de <http://www.carel.mx/what-s-refrigeration>
9. Carle, M. (2012). *Parámetros del mantenimiento*. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/79267253/Los-parametros-del-mantenimiento>
10. Castell, J. R. (2011). *Selección y contratación de empresas de mantenimiento para inspección, conservación y control de galerías de servicio con la administración pública*. (Tesis de Maestría en Mantenimiento Industrial). Universidad Politécnica de Valencia. España.
11. Colon, Z. (2012). Fabricación de concentrados de bebidas refrescantes. Industria de las bebidas. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Vol. (1). España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Recuperado de [http://www.insht.es/Inshtweb/contenidos/ Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/65.pdf](http://www.insht.es/Inshtweb/contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/65.pdf)



12. Conesa, J. (2011). *Sistema de refrigeración por compresión*. España: Conesa. Recuperado de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/17271/1/refrigeración.pdf>
13. Corefri. (s.f.). *Equipos de refrigeración*. México. Recuperado de <http://www.corefri.com.mx/index.php/productos/equipoderefrigeracion>
14. Coroso, A. (2018). *Tipos de mantenimiento industrial*. México. Recuperado de <http://www.aldakin.com/tipos-de-mantenimiento-industrial-ventajas-inconvenientes/>
15. EcuRed. (2018). *Cámara frigorífica: equipos de refrigeración*. Recuperado de [https://www.ecured.cu/C%C3%A1mara\\_frigor%C3%ADfica](https://www.ecured.cu/C%C3%A1mara_frigor%C3%ADfica)
16. Franson, D. (2012). Industria de las bebidas. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Vol. (1). España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/65.pdf>
17. García, S. (2012). *Ingeniería de mantenimiento*. Recuperado de <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>
18. García, S. (2018). *Indicadores en mantenimiento*. Recuperado de <http://www.renovetec.com/590antenimientoindustrial/110mantenimientoindustrial/300indicadores-en-mantenimiento>
19. Gómez, C. (2004). *Tecnología del Mantenimiento Industrial*. España: Universidad de Murcia.

20. Gonzales, C. (2018). *Mantenimiento correctivo en empresas de servicios*. Colombia: ECBIT.
21. Herrera, M. y Duary, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de Mantenimiento. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. *Revista Anual Centro Nacional de Investigaciones la Habana Cuba. Revista Científica Ingeniería Industrial*. XXXVII. Vol. (1). 42-45. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S181559362016000100002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S181559362016000100002)
22. Hirsheimer. (2012). Embotellado y envasado de bebidas refrescantes. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Vol. (1). España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Recuperado de <http://www.insht.es/Inshtweb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/65.pdf>
23. Huari, N. (2017). *Programa de mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de un colector parabólico cilíndrico solar*. (Tesis de Maestría en Ingeniería Mecánica). Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú.
24. Jiménez, S. y Valencia, H. (2012). Sistema de gestión para mantenimiento de equipos eléctricos mediante indicadores de confiabilidad. *Revista en Telecomunicaciones de Medellín Colombia*. Vol. (1). 21-24. Recuperado de <https://revistas.upb.edu.co/index.php/telecomunicaciones/artcle/download/.../2903>

25. Martínez, K. (2018). *Sistema termodinámico de refrigeración*. Recuperado de <https://steemit.com/nish/@martinezkarla/sistematermodinamico-derefrigeracion>
26. Meza, A. (2003). *Desarrollo pedagógico*. México: Universidad Virtual.
27. Miranda, F. (2016). *Método MR maximización de resultados*. Ecuador: Fondo PYME.
28. Miranda, F. (2016). *Gestión del mantenimiento*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo S.A. Recuperado de [http://mercado.unex.es/operaciones/descargas/EE%20\(LE\)/Cap%C3%ADtulo%2015%20\[Modo%20de%20compatibilidad\].pdf](http://mercado.unex.es/operaciones/descargas/EE%20(LE)/Cap%C3%ADtulo%2015%20[Modo%20de%20compatibilidad].pdf)
29. Mora, A. (2009). *Mantenimiento: planeación, ejecución y control*. México: Alfaomega Grupo S.A. de C.V.
30. Organización de Naciones Unidas. (2010). *Manual para técnicos e ingenieros de refrigeración y aire acondicionado: período posterior a la eliminación de los CFC y comienzo de la eliminación de los HCFC*. Recuperado de <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7916?show=full>
31. Olives, R. (2015). *Mantenimiento: cuadernos de prevención, mantenimiento correctivo*. Barcelona, España: Departamento de Empresa y empleo.
32. Orozco, N. (s.f.). *Mantenimiento preventivo*. *Biblioteca digital de la Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado de [http://bdigital.unal.edu.co/794/3/163\\_-\\_2\\_Capi\\_1.pdf](http://bdigital.unal.edu.co/794/3/163_-_2_Capi_1.pdf).

33. Partida, A. (2012). *Nueve claves a la hora de implementar un sistema de mantenimiento*. Madrid, España: Mantenimiento y mentoring industrial. Recuperado de <https://mantenimientomies/2012/9-claves-a-la-hora-de-implementar-un-sistema-de-mantenimiento>
34. Pérez, C. (2007). *Curso de indicadores de gestión*. Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.
35. Real Academia Española. (2018). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado de <https://dle.rae.es/?id= OH9tS8F>
36. RefriAmérica. (2017). *Disponibilidad, un objetivo en el mantenimiento de equipos*. Recuperado de <http://refriamerica.com/disponibilidad-objetivo-mantenimiento-equipos/>
37. Rivera, M. (2012). *Mantenimiento preventivo*. Recuperado de <http://riveraalvaradomayra.blogspot.com/2012/08/conceptodemantenimiento-preventivo.html>
38. Rojas, P. (2002). *Planeamiento de la producción de bebidas gaseosas mediante la simulación: proceso productivo*. (Tesis de Licenciatura en Ingeniería Industrial). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú
39. Ros, A. (s.f.). *Capítulo dos del curso virtual de mantenimiento industrial: fiabilidad del equipo*. México. Recuperado de <http://www.mailxmail.com/cursomantenimientoindustrial23/mantenimientoindustrial/fiabilidad/equipo>

40. Ruiz, J. (2015). *Fiabilidad de sistemas: ordenación y clasificación*. Academia de ciencias de la región de Murcia. España: ACRM  
<https://www.um.es/acc/wp-content/uploads/leccion-jose-mariaweb.pdf>
41. Sexto, L. (2017). *Tipos de mantenimiento, ¿Cuántos y cuáles son?* España. Recuperado de <http://planetrams.iusiani.ulpgc.es/?p=2261&lang=es>
42. Tencio, G. (2016). *Diseño del sistema de gestión de mantenimiento para equipo de refrigeración y aire acondicionado en Poulton Ingeniería*. (Tesis de Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial). Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
43. UNE-EN 13306:2002. (2011). *Terminología del mantenimiento*. Recuperado de [https://www.google.com.gt/search?q=uneen+13306+pdf&sa=X&ved=0ahUKEwi\\_pLeE4vdAhUIYVAKHV7oA5IQ1QIIaSgA&biw=1280&bih](https://www.google.com.gt/search?q=uneen+13306+pdf&sa=X&ved=0ahUKEwi_pLeE4vdAhUIYVAKHV7oA5IQ1QIIaSgA&biw=1280&bih)
44. Vásquez L. (s.f.). *Manual de refrigeración comercial: tipos de gases refrigerantes en refrigeración y aire acondicionado*. Recuperado de <https://frionline.net/articulos-tecnicos/205-tipos-de-gases-refrigerantes-en-refrigeracion-y-aire-acondicionando.html>
45. Veneta Electrónica. (2013.). *Manual general de refrigeración*. Quebec Canadá: Lab-Volt. Ltda. Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Public/Libros/2013/ManualesIng/03/MANUAL-G-REF-O.pdf>
46. Villacrés Parra, S. R. (2016). *Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para el vehículo HIDROCLEANER VACTOR m654 de la*

*empresa ETAPA EP.* (Tesis de Maestría en Gestión de Mantenimiento Industrial). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

47. Vizcaíno, M. A. (2016). *Desarrollo de un plan modelo de mantenimiento para el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca.* (Tesis de Maestría en Gestión de Mantenimiento Industrial). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

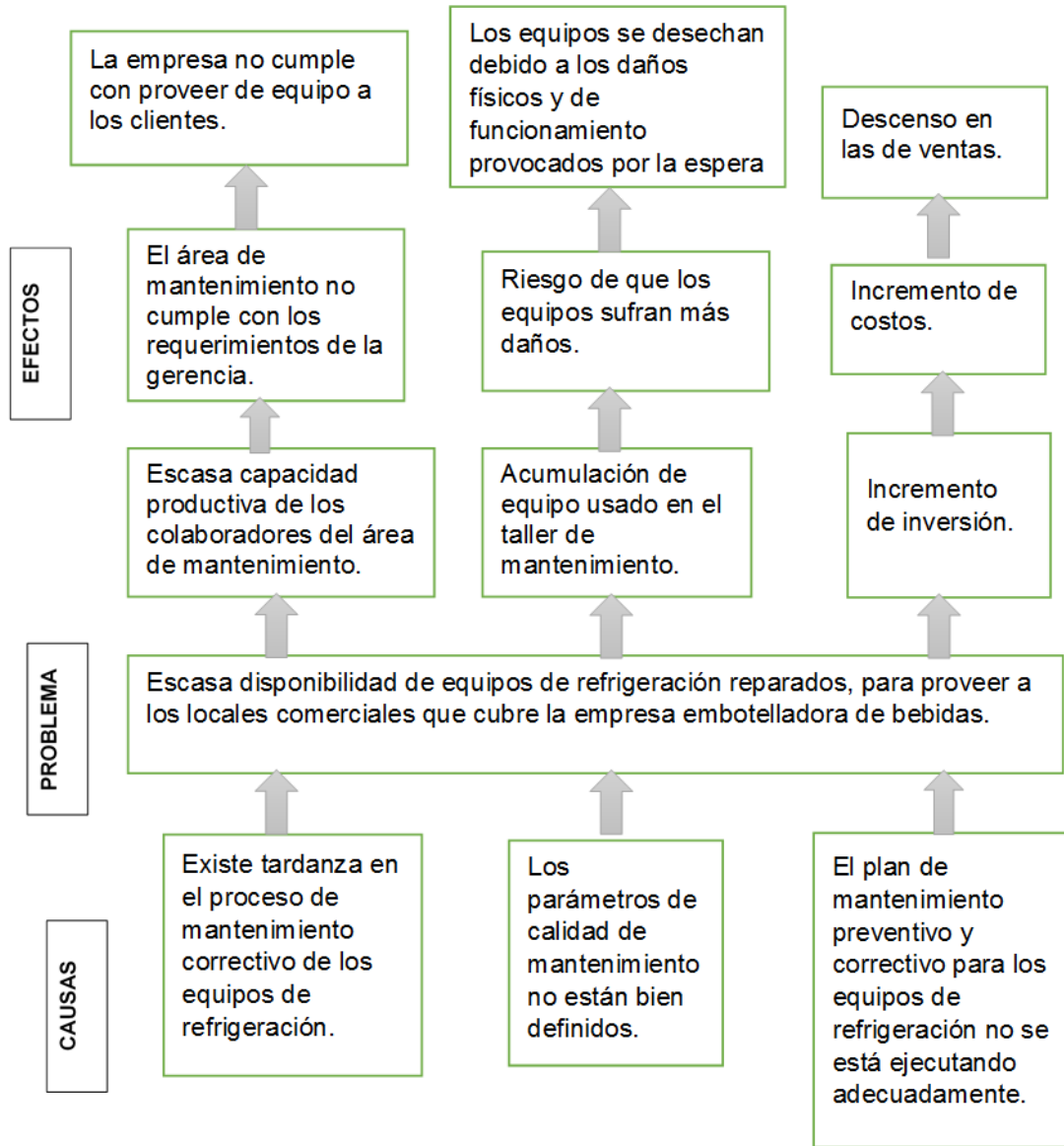
# APÉNDICES

## Apéndice 1. Operacionalización de variables

Objetivos	Variables	Indicadores	Técnicas	Tabulación
<p><b>General</b></p> <p>Incrementar la disponibilidad de equipos de refrigeración, a través del establecimiento de un sistema de gestión de mantenimiento en una empresa embotelladora de bebidas.</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>1. Realizar un diagnóstico de la situación del área de mantenimiento, respecto a la disponibilidad de equipos de refrigeración.</p> <p>2. Definir parámetros e indicadores de calidad de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración.</p> <p>3. Diseñar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de refrigeración.</p> <p>4. Estandarizar el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración para la mejora continua.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Sistema de gestión de mantenimiento.</p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Incremento de la disponibilidad de equipos.</p> <p>Manejo y traslado de equipos.</p> <p>Almacén de equipos.</p> <p>Servicio de mantenimiento externo.</p> <p>Mantenimiento preventivo</p> <p>Mantenimiento correctivo.</p> <p>Parámetros de calidad.</p> <p>Sistema de refrigeración de los equipos.</p> <p>Funcionalidad.</p> <p>Mantenimiento preventivo</p> <p>Mantenimiento correctivo.</p> <p>Programa</p> <p>Planes</p> <p>Actividades de mantenimiento.</p> <p>Proceso</p>	<p>Incremento de la productividad.</p> <p>Capacidad instalada.</p> <p>Capacidad utilizada.</p> <p>Cumplimiento de la cantidad demandada.</p> <p>Mejora de la calidad del mantenimiento.</p> <p>Rotación de inventario.</p> <p>Eficiencia en uso de recursos.</p> <p>Indicador de disponibilidad de equipos = cantidad programada--cantidad demandada / cantidad programada-- cantidad producida (1)</p> <p>Indicadores de: productividad, de seguridad, financieros y de mantenimiento correctivo.</p> <p>Espacio físico</p> <p>Ubicación de los equipos</p> <p>Control del proceso de mantenimiento correctivo.</p> <p>Condiciones de trabajo</p> <p>Flujo de inventario</p> <p>Calidad del proceso.</p> <p>Cantidad de reparaciones mes/ total de fallas del sistema de refrigeración=equipos reparados.</p> <p>Existencia de refacciones.</p> <p>Indicador de funcionamiento de los equipos</p> <p>Productividad =Número de operarios/cantidad de equipos reparados/ tiempo invertido.</p> <p>Actividades de mantenimiento.</p> <p>Calendario de tareas, rutinas de control.</p>	<p><b>Técnicas</b></p> <p>Revisión selección y utilización de contenidos bibliográficos.</p> <p>Observación del proceso de mantenimiento.</p> <p>Encuesta.</p> <p>Revisión documental.</p> <p>Evaluación del plan de mantenimiento preventivo y correctivo</p> <p>Análisis de contenidos.</p> <p><b>Instrumentos</b></p> <p>Hoja de registro.</p> <p>Hojas de control.</p> <p>Hojas de verificación.</p> <p>Cuestionario de encuesta.</p> <p><b>Herramientas</b></p> <p>Diagrama árbol del problema.</p> <p>Diagrama de flujo.</p> <p>Diagrama de recorrido.</p> <p>Gráficos de control.</p> <p>Graficas estadísticas.</p> <p>Matriz de KIP'S</p>	<p><b>Organización selección de datos obtenidos a partir de</b></p> <p>Hoja de registro.</p> <p>Hojas de control.</p> <p>Hojas de verificación.</p> <p>Cuestionario de encuesta.</p> <p>Diagrama árbol del problema</p> <p>Diagrama de flujo de operaciones.</p> <p>Gráficos de control.</p> <p>Graficas estadísticas.</p> <p>Matriz de KIP'S</p> <p>Utilización de hojas electrónica del programa Excel de Microsoft</p>

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Árbol del problema



Fuente: elaboración propia.



Apéndice 3. **Instrumento de encuesta que se aplicó a los colaboradores del área de mantenimiento correctivo**

**CUESTIONARIO**

Lugar y fecha \_\_\_\_\_

Apreciado participante, esta encuesta tiene como objetivo obtener información que será utilizada para determinar la situación del área de mantenimiento de la empresa respecto a la disponibilidad de los equipos de refrigeración.

**Instrucciones:** Por favor lea las preguntas marque una X dentro del cuadro de la respuesta que considere adecuada.

1. ¿El área de trabajo es suficiente para almacenar la cantidad de equipos de refrigeración que ingresan semanalmente para mantenimiento correctivo?

Sí  NO

2. ¿Considera que están en buen estado las herramientas que utiliza para la reparación de los equipos de refrigeración?

Sí  NO

3. ¿Considera que el tiempo que dispone para las tareas de mantenimiento correctivo a equipos de refrigeración es suficiente para cumplir con lo programado?

Sí  NO

Continuación del apéndice 3.

4. ¿Usted obtiene las refacciones necesarias para los equipos de refrigeración?

SÍ  NO

5. ¿Considera que es suficiente el personal con que cuenta el taller para cumplir con las actividades de mantenimiento correctivo de los equipos de refrigeración?

SÍ  NO

6. ¿Considera que posee los conocimientos y capacidad necesaria para realizar las tareas de mantenimiento correctivo de los equipos de refrigeración?

SÍ  NO

7. ¿Considera que es necesario organizar el almacén de equipos de refrigeración para agilizar las tareas de mantenimiento correctivo?

SÍ  NO

8. ¿Considera que organizar el espacio de almacenaje y del taller, podría incrementar la productividad del proceso de mantenimiento correctivo de los equipos de refrigeración?

SÍ  NO

Continuación del apéndice 3.

9. ¿Considera que el encargado del área de mantenimiento correctivo de los equipos de refrigeración toma en cuenta las sugerencias que usted hace, para cumplir con lo demandado por la gerencia?

SÍ  NO

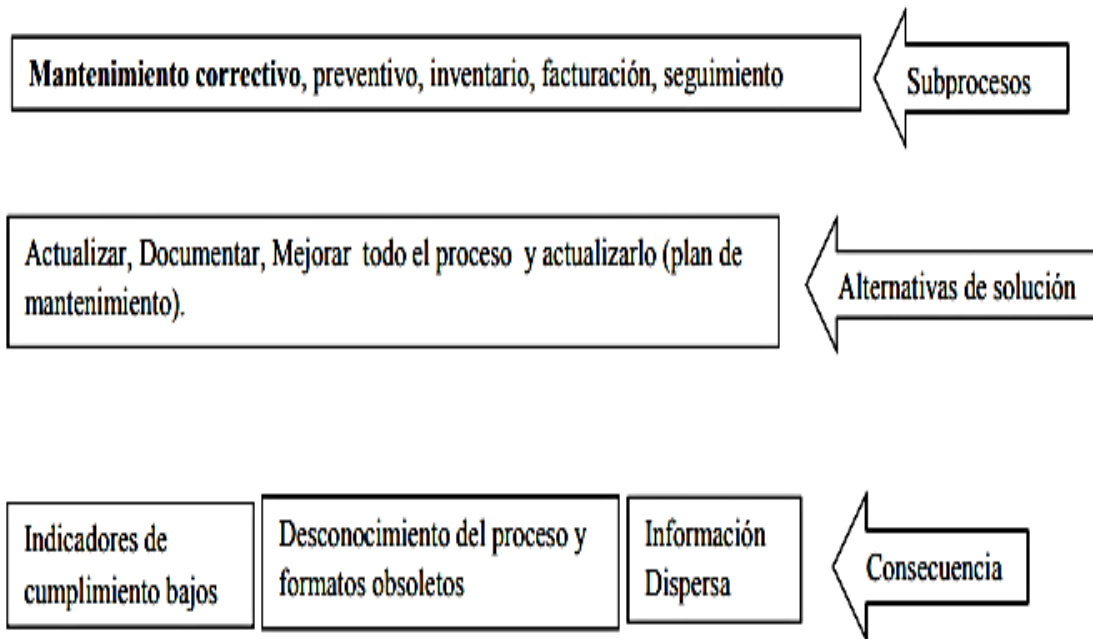
10. ¿Realiza las tareas de mantenimiento a más de un equipo de refrigeración durante un día laboral?

SÍ  NO

Gracias por su colaboración.

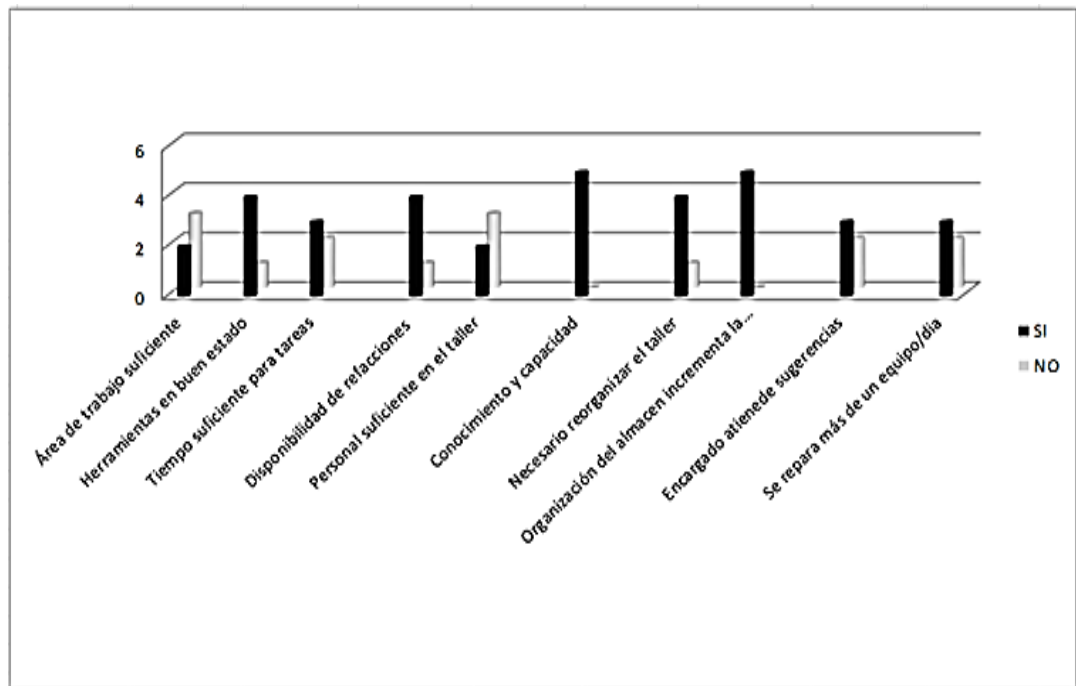
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Flujo de operaciones del proceso de mantenimiento



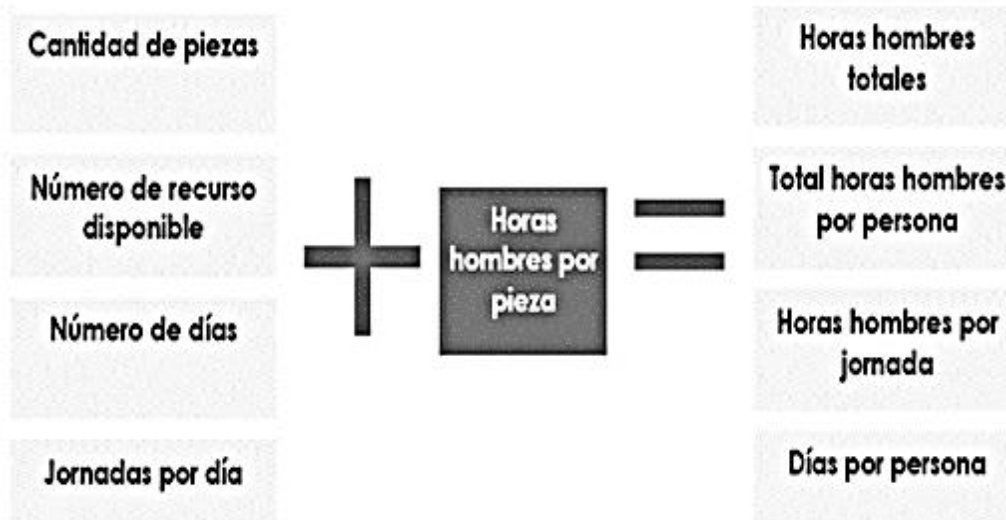
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Gráfica de resultados del cuestionario aplicado a los colaboradores del área de mantenimiento correctivo**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Indicadores para la programación de reparación de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Tablero de control para actividades de mantenimiento semanal**

TABLERO DE CONTROL PARA ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO SEMANAL								
							Semana	
Actividad	E	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Observación
Verifique los niveles del refrigerante; tome como referencia el burbujeo bajo del subenfriamiento	P	1			1			
	R	1			1			
	O							
Actividad	E	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Observación
Compruebe la temperatura y presión refrigerante del evaporador	P			2		2		
	R			2		1		
	O							
Actividad	E	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Observación
Compruebe la temperatura y presión refrigerante del condensador.	P		3				2	
	R		2				2	
	O							
Actividad	E	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Observación
Verifique el nivel de aceite del compresor	P	3			3			
	R	3			3			
	O							
Actividad	E	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Observación
Compruebe la línea del líquido en la mirilla de cristal	P		1	1				
	R		1	1				
	O							

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 8. Formato de orden de trabajo de equipo de refrigeración

# RECURSO DE VENTAS



**EWO** ORDEN DE TRABAJO DE EQUIPO

Nº 026801

<b>TIPO DE TRABAJO</b> <input type="checkbox"/> CAMPO - REV DE EQ <input type="checkbox"/> CAMPO - REPARAR <input type="checkbox"/> CAMPO - SANITIZACION <input type="checkbox"/> CAMPO - MP <input type="checkbox"/> TALLER - PREP <input type="checkbox"/> TALLER - REPAR <input type="checkbox"/> TALLER REACOND																					
REGION	SECTOR	DIA DE TRABAJO	No.	AGENCIA																	
<b>INFORMACION DE UBICACION</b>																					
NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO O UBICACION DEL EQUIPO		LOCAL #	SIO #	PROYECTO	#RUTA DE SERVICIO																
DIRECCION:		ZONA:		CONTRATO #:	FECHA EXPIRACION DE CONTRATO																
SUB-UBICACION:		NOMBRE DEL CONTACTO:		TELEFONO #:																	
INFORMACION DE UBICACION EXACTA ? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		COMENTARIO																			
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>																					
GRAFICOS	GRUPO & TIPO	AÑO MANUFACTURA	MODELO EQUIPO FRID	ACTIVO #	FICHA No.																
FABRICANTE:		DESCRIPCION	FECHA DE EXPIRACION DE GARANTIA	# DE SERIE																	
INFORMACION DEL EQUIPO EXACTA ? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		COMENTARIO:																			
<b>PROGRAMA</b>				<b>HOJA CONDICION DEL EQUIPO</b>																	
FECHA CONTACTO CLIENTE	HORA CONTACTO CLIENTE	TIEMPO DE RESPUESTA REP	RAZÓN DEL SERVICIO																		
FECHA ARRIBO	HORA ARRIBO	TIEMPO ACUMULADO EN SERVICIO																			
FECHA COMPLETACION	HORA COMPLETACION	TIEMPO DE SERVICIO	24H	48H	72H	_____H															
<b>ESTADO DEL TRABAJO</b>	<input type="checkbox"/> COMPLETO <input type="checkbox"/> INCOMPLETO - TIENDA CERRADA <input type="checkbox"/> INCOMPLETO - TIENDA NO LISTA <input type="checkbox"/> INCOMPLETO - NECES.AYUDA <input type="checkbox"/> INCOMPLETO - NECES. REFACC. <input type="checkbox"/> INCOMPLETO - OTROS.																				
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>																					
DATOS DEL ULTIMO SERVICIO		TIPO <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> PC <input type="checkbox"/> C	FECHA:	CODIGO TECNICO:																	
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>		<b>SISTEMA REFRIGERACION</b>		<b>SISTEMA CHASIS</b>		<b>SISTEMA CHASIS</b>															
<input type="checkbox"/> Verificar Cable de Alimentacion <input type="checkbox"/> Verificar Espiga <input type="checkbox"/> Verificar Tomacorriente <input type="checkbox"/> Verificar Voltaje y Amperaje <input type="checkbox"/> Verificar y Limpiar Candelas <input type="checkbox"/> Verificar y Limpiar Bases de Candelas <input type="checkbox"/> Verificar el Starter <input type="checkbox"/> Verificar y Limpiar el Balastro		<input type="checkbox"/> Medir y Ajustar Control de Temperatura <input type="checkbox"/> Verificar Microdifusor <input type="checkbox"/> Verificar y Limpiar Rejilla de Microdifusor <input type="checkbox"/> Verificar y Limpiar Condensador <input type="checkbox"/> Limpiar Bandeja		<input type="checkbox"/> Verificar Distancias de Equipo a pared (20 Cms) <input type="checkbox"/> Limpieza Interior del Equipo <input type="checkbox"/> Verificar estado de las Parrillas y Clips <input type="checkbox"/> Limpiar Persiana y Cubre Motor <input type="checkbox"/> Verificar Resistencia Calor Puerta <input type="checkbox"/> Limpiar exterior del Equipo		<input type="checkbox"/> Verificar Nivelacion del Equipo <input type="checkbox"/> Verificar Pintura del Equipo <input type="checkbox"/> Verificar Calcomanias y Acrilicos <input type="checkbox"/> Limpiar y Lubricar Bisagras <input type="checkbox"/> Verificar y Limpiar Empaque de Puerta <input type="checkbox"/> Verificar y Limpiar Vidrios Interior yExt.															
				TEMPERATURA			<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M														
<b>GENERALES</b>																					
<input type="checkbox"/> Vidrio Empañado <input type="checkbox"/> Vidrio Quebrado <input type="checkbox"/> Parrillas Oxidadas <input type="checkbox"/> Acrilico Quebrado <input type="checkbox"/> Condensador Bloqueado <input type="checkbox"/> Primera Posicion <input type="checkbox"/> Tiene Producto																					
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">REPARACION DE EQUIPO</th> </tr> <tr> <th>CANT.</th> <th>DESCRIPCION</th> </tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>			REPARACION DE EQUIPO		CANT.	DESCRIPCION											CONDICIÓN EQUIPO		<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M
REPARACION DE EQUIPO																					
CANT.	DESCRIPCION																				
		PUREZA EQUIPO			<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M																
<b>APROBACIONES</b>																					
POSICION MEM	FIRMA			FECHA	FIRMA DEL CLIENTE																
TECNICO					FECHA																
<b>CONTROL INTERNO</b> Operaciones		Servicio al Cliente		Sistemas																	
Nombre																					
(F)VoBo.																					
(Fecha)																					

Fuente: elaboración propia.