



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

**GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LA MAQUINARIA INDUSTRIAL EN UNA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 9001:2015 EN UNA EMPRESA DE
ALIMENTOS**

Ing. Wilfredo Policarpo Pérez Huinac
Asesorado por la M.A. Inga. Mariela Ivonne Rivera Cárcamo

Guatemala, marzo de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LA MAQUINARIA INDUSTRIAL EN UNA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 9001:2015 EN UNA EMPRESA DE
ALIMENTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. WILFREDO POLICARPO PÉREZ HUINAC
ASESORADO POR LA MTRA. INGA. MARIELA IVONNE RIVERA CÁRCAMO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
MAESTRO EN ARTES DE LA GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
EXAMINADOR	Mtra. Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LA MAQUINARIA INDUSTRIAL EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 9001:2015 EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 15 de agosto de 2019.

Ing. Wilfredo Policarpo Pérez Huinac

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

LNG.DECANATO.OI.125.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LA MAQUINARIA INDUSTRIAL EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 9001:2015 EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS**, presentado por: **Wilfredo Policarpo Pérez Huinac**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión industrial después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, marzo de 2022

AACE/gaoc



Guatemala, febrero de 2022

LNG.EEP.OI.125.2022

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 del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LA MAQUINARIA INDUSTRIAL EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 9001:2015 EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS”

presentado por **Wilfredo Policarpo Pérez Huinac** 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

Guatemala, 04 de noviembre de 2021

Maestro
Edgar Darío Álvarez Cotí
Director Escuela de Estudios de Postgrado
Presente.

Estimado Mtro. Álvarez:

Por este medio le informo que he revisado y aprobado el Informe Final de graduación titulado: **“GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LA MAQUINARIA INDUSTRIAL EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 9001:2015 EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS”** del estudiante **WILFREDO POLICARPO PÉREZ HUINAC** del programa de Maestría en Artes en Gestión Industrial.

Con base en la evaluación realizada hago constar la originalidad, calidad, validez, pertinencia y coherencia según lo establecido en el Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobados por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014. Cumpliendo tanto en su estructura como en su contenido, por lo cual el protocolo evaluado cuenta con mi aprobación.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtro. Carlos Humberto Aroche
Coordinador de Maestría
Gestión Industrial – Fin de Semana

Guatemala, octubre de 2021

M.A. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería, USAC
Presente:

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el informe final de trabajo de graduación: **“GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LA MAQUINARIA INDUSTRIAL EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 9001:2015 EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS”**, realizado por el Ing. Wilfredo Policarpo Pérez Huinac del programa de Maestría en Gestión Industrial, identificado con número de carne: **201890171** y DPI: **1663644520101**

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,



Mariela Ivonne Rivera Cárcamo
Ingeniera Industrial
Colegiada 8895

M.A. Inga. Mariela Ivonne Rivera Cárcamo
Colegiado 8895
Asesor de Tesis

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por la vida y las bendiciones recibidas en mi vida.
Mi padre	Santos Pérez por ser mi consejero y ejemplo, además de su amor incondicional.
Mi madre	Confesora Huinac de Pérez, por su amor y apoyo incondicional.
Mis Esposa	Irma Cux, por su apoyo, confianza y amor.
Mis hijos	Andres y William Pérez. Por ser los pilares y motivación de mi vida.
Mis Hermanos	Eva, Joel, Martha y Henry Pérez Huinac por su apoyo, motivación y cariño.
Mis familiares	Por su cariño y apoyo.
Mis amigos	Por su amistad y cariño.
Mis maestros	Por sus enseñanzas y paciencia.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por la formación académica y permitirme el desarrollo profesional.
Facultad de Ingeniería	Gracias por las enseñanzas recibidas.
Escuela de Estudios de Postgrado	Por fomentar y ayudar al desarrollo de profesionales
Catedráticos	Por compartir sus conocimientos y experiencias.
Ing. Marco Vinicio Pérez	Por el apoyo y confianza en el inicio de mi desarrollo profesional.
Inga. Mariela Rivera	Por su asesoramiento y apoyo profesional.
Amigos y Compañeros	Por la amistad y cariño recibido.
Familia	Por su apoyo y amor incondicional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XV
OBJETIVOS.....	XXI
RESUMEN MARCO METODOLÓGICO	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Industria de alimentos.....	1
1.1.1. Empresa	2
1.1.2. Productividad	3
1.2. Mantenimiento	5
1.2.1. Objetivo del mantenimiento	5
1.2.2. Tipos de mantenimiento	6
1.2.2.1. Mantenimiento correctivo.....	6
1.2.2.2. Mantenimiento preventivo.....	7
1.2.2.3. Mantenimiento predictivo	7
1.3. Gestión de mantenimiento.....	8
1.3.1. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC)	8
1.3.2. Medición del mantenimiento	8
1.3.2.1. Indicadores de gestión para mantenimiento	9

1.4.	Procesos principales	10
1.4.1.	Administración de repuestos y materiales	10
1.4.2.	Información.....	11
1.4.3.	Reportes.....	12
1.4.4.	Programa de gestión	12
1.4.5.	Calidad	12
1.5.	Normas ISO 9001.....	13
2.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	17
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	19
3.1.	Gestión de la información de la maquinaria industrial de una línea de producción basado en la norma ISO 9001:2015 para una empresa de alimentos	19
3.1.1.	Funcionalidad del programa de gestión	21
3.1.2.	Análisis para detectar la correlación entre lo ideal y lo real.....	23
3.1.3.	Gestión antes de la investigación.....	24
3.1.4.	Resultados de análisis de documentación.	25
3.1.5.	Información de las características específicas y tipo de repuestos.....	29
3.1.6.	Funcionalidad del programa de gestión y contexto del departamento	30
3.1.7.	Contenido del programa de gestión computarizado MP9	38
3.2.	Indicadores.....	41
3.2.1.	Resultados de indicadores desarrollados para controlar y medir en el departamento de mantenimiento.....	43

3.3.	Recursos necesarios para diseñar un sistema de gestión de mantenimiento	47
3.4.	Resultados estructuración de la información con base en la norma ISO 9000:2015	54
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	57
4.1.	Variables para desarrollar los indicadores con los cuales se controlará y medirá en el departamento de mantenimiento.....	57
4.2.	Recursos necesarios para diseñar un sistema de gestión de mantenimiento basado en la Norma ISO 9001:20015.....	59
4.3.	Estructura del sistema de información para la correcta gestión de la información de la maquinaria	61
	CONCLUSIONES	63
	RECOMENDACIONES.....	65
	REFERENCIAS	67
	APÉNDICES	73
	ANEXO	77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	La productividad y sus componentes.	4
2.	Normas ISO 9001	15
3.	Representación esquemática de los elementos de un proceso.	20
4.	Biblioteca Empresa de Alimentos.....	21
5.	Software MP9.....	22
6.	Estaciones para uso de programa computarizado	23
7.	Ubicación de la línea dentro de planta de producción.....	25
8.	Distribuciones de manuales técnicos de los equipos	28
9.	Cajas de rodamientos con el mismo código, pero diferentes características y materiales.....	30
10.	Uso del Programa de gestión computarizado MP9	31
11.	Actividades que realiza el personal durante un mes	32
12.	Software MP9.....	33
13.	Medios de comunicación de los indicadores	34
14.	Causas de no realizar un mantenimiento preventivo	35
15.	Factores en un mantenimiento.....	36
16.	Fallas frecuentes que atiende el personal de Mantenimiento	37
17.	Conocimiento entre preventivo y correctivo	38
18.	Vista general del programa de gestión de mantenimiento.	39
19.	Orden de trabajo para asignación de actividades de mantenimiento	40
20.	Indicadores de ejecución mantenimiento	42
21.	Porcentaje de disponibilidad técnica de los equipos	42

22.	Clasificación y cantidades de tipos de actividades realizadas en la línea 8	43
23.	Causas de las fallas en línea 8	44
24.	Porcentaje de disponibilidad de la línea de producción 8	45
25.	Nuevo plan de mantenimiento ingresado a MP9	49
26.	Orden de trabajo para asignación de actividades de mantenimiento modificada	50
27.	Recursos asignados a plan de mantenimiento en MP9	51
28.	Listado de asistencia a reuniones de información del equipo de trabajo	52
29.	Biblioteca virtual.....	53

TABLAS

I.	Operativización de variables.....	XXIV
II.	Guatemala: Gasto anual en consumo por hogar según categoría, en USD	2
III.	Equipos instalados en línea de producción.....	26
IV.	Equipos con mayor tiempo medio por reparación de la línea 8	46
V.	Equipos con mayor tiempo medio entre fallas de la línea 8.....	46
VI.	Plan de mantenimiento del equipo lavador PL- MT-01 V1.....	48

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperios
$Z_{\frac{\alpha}{2}}$	Constante que depende del nivel de confianza
e	Error de estimación
%	Porcentaje
q	Probabilidad de que no ocurra el suceso
p	Probabilidad de que ocurra el suceso
Q	Quetzal
n	Tamaño de la muestra
N	Tamaño de la población
V	Voltaje

GLOSARIO

Aceptación de normas	Disposición para entender, acatar y actuar dentro de las directrices y normas organizacionales y sociales. Las personas que poseen este valor se caracterizan porque cumplen y se comprometen con las normas de la organización.
Análisis de fallas	Consiste en examinar la pieza, su diseño, métodos de fabricación, material elegido, condiciones de operación y causas de la falla.
Confiabledad	Es la confianza que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe una función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación.
Disponibilidad	Es una medida de que tan frecuentemente el sistema está bien y listo para operar satisfactoriamente para un tiempo dado después de que un componente sufrió mantenimiento.
ISO 9001:2015	Última versión de la norma emitida por la Organización Internacional de Normalización (ISO) la cual proporciona los conceptos fundamentales, los principios y el vocabulario, para los sistemas de

gestión de la calidad (SGC), basado en un marco de referencia que integra conceptos y principios.

Mantenimiento

Acción que se realiza durante intervalos de tiempo determinado y una duración específica, con el fin de mantener las instalaciones y equipos en condiciones óptimas de desempeño y que garanticen la operación de la entidad o persona que los utiliza.

Manual

Documento o guía en el cual se detalla el uso, descripción, limpieza, condiciones de trabajo y planos de un dispositivo o equipo.

Mejora continua

Es un enfoque para la mejora de procesos operativos que se basa en la necesidad de revisar continuamente los problemas en las operaciones, la reducción de costos oportunidad y los diferentes factores que en conjunto permiten la optimización.

Medición

Actividad que se realiza para comparar un valor obtenido mediante un instrumento con un patrón o unidad de referencia, y determinar la variación actual.

Orden de trabajo

Es un documento en el cual se describen las actividades o instrucciones a realizar durante un trabajo.

Paro no programado

Interrupción de la producción, debido a una avería o anomalía en el proceso de fabricación.

Personal técnico	Personas capacitadas para realizar actividades especiales como trabajos eléctricos, mecánicos, electrónicos, los cuales son previamente certificados por una entidad autorizada.
Proceso	La realización del servicio y los sistemas de operación, es decir, los procedimientos, los mecanismos y el flujo de actividades necesarias para la prestación del servicio. Cada uno de los pasos de la prestación y flujo de actividades para el servicio que experimenta el cliente, proporcionará evidencias para juzgar el servicio.
Toma de decisiones	Capacidad para elegir entre varias alternativas, aquellas que son más viables para la consecución de los objetivos, basándose en un análisis exhaustivo de los posibles efectos y riesgos, así como posibilidades de implantación.

RESUMEN

La gestión de la información para el mantenimiento de la maquinaria industrial mantenimiento industrial, no se realiza adecuadamente, esto produce que se realicen mantenimientos mayormente correctivos, aunque existan esfuerzos para avanzar, el mantenimiento en mantener los equipos en óptimas condiciones no se ha logrado llegar al objetivo de la prevención.

Esta investigación tiene como objetivo principal desarrollar una gestión de la información de la maquinaria basado en la norma ISO 9001:2015, principalmente en los capítulos 4,6,7,8,9, y 10, siendo el propósito de la misma, garantizar el funcionamiento óptimo de la línea de producción, y aplicable a cualquier equipo que intervenga en un proceso.

La investigación realizada es descriptiva debido al uso de la norma ISO 9001:2015 como base, y adicionalmente transversal al usar datos históricos de los equipos instalados en la línea 8 de la planta de alimentos.

Los resultados indicaron que, toda la gestión del mantenimiento y toma de decisiones se realiza, con información muy básica, esto a causa de la no realimentación de información por parte del personal, y la escasa información de los equipos. Los principales beneficiados de esta investigación son los departamentos de producción y mantenimiento al poder ofrecer disponibilidad de los equipos para producir. Aportando a las administraciones un sistema de toma de decisiones más certero al poseer datos correctos.

Se tiene como conclusión, la importancia de la documentación, el manejo y divulgación de la información, permitiendo garantizar el funcionamiento de las actividades de producción y el uso correcto de la herramienta de software de gestión de equipos, para la elaboración e indicadores confiables y toma de decisiones.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con el avance de la tecnología y el crecimiento de los mercados las empresas en Guatemala buscan tener estándares de calidad internacionales que les permita ser competitivas a nivel regional, nacional e internacional. Todas las organizaciones que deseen demostrar la calidad de sus productos o servicios deben certificarse cumpliendo con los requisitos de la Norma ISO 9001, Para satisfacer los requerimientos que esta norma exige, es indispensable que las empresas cuenten con un apropiado plan de mantenimiento que les permita conservar sus equipos, herramientas e instalaciones en las mejores condiciones de funcionamiento. (Banguera, 2015, p. 34)

El mantenimiento empieza a adquirir importancia a partir de los años 30 cuando Henry Ford implementó en su empresa un área destinada a las actividades de reparación de los equipos pertenecientes a su sistema de producción. Con el paso de los años, los empresarios han entendido la importancia que tiene el correcto funcionamiento de los equipos que participan en los sistemas de producción con respecto a las ganancias de sus organizaciones. Por tal motivo invierten parte de sus recursos para mejorar su área de mantenimiento contratando personal altamente calificado que planifique actividades de prevención y detección de fallas que les permita garantizar la operación óptima de su proceso de producción facilitando con esto, el éxito del Sistema de Gestión y evitando pérdidas en materias primas y paradas de producción. (Narváez, 2015, p. 56)

La norma 3049-93 (COVENIN 1993) establece que el mantenimiento correctivo comprende las actividades de todo tipo encaminadas a tratar de eliminar la necesidad de mantenimiento corrigiendo las fallas de una manera integral a mediano plazo; las acciones más comunes que se realizan son: modificación de elementos de máquinas, modificación de alternativas de procesos, cambios de especificaciones, ampliaciones, revisión de elementos básicos del mantenimiento y conservación.

El mantenimiento preventivo es el que utiliza todos los medios disponibles, incluso los estadísticos para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, portabilidad de aparición de averías, vida útil y otras, su objetivo es adelantarse a la aparición o predecir la presencia de las fallas.

García (2015), en su investigación: Modelo de gestión de mantenimiento para incrementar la calidad en el servicio en el departamento de alta tensión de STC metro de la ciudad de México. Establece la metodología para las actividades de mantenimiento, como primer paso es tener un conocimiento teórico de los conceptos de mantenimiento y las herramientas de ingeniería, seguidamente identificando los elementos claves para evaluar los equipos y procedimientos estandarizados para dar el mantenimiento correctivo e implementar el preventivo.

En base a la publicación de Pintelon (2010) se planteó un sistema de indicadores de mantenimiento ante la necesidad de que exista un vínculo entre el mantenimiento y las demás funciones organizacionales, resaltan la importancia del uso de las técnicas cuantitativas para la gestión, proponen la organización por niveles para ejecutar las funciones de mantenimiento y vislumbran la utilización de sistemas expertos y mencionan el TPM (Mantenimiento Productivo Total) y RCM (Mantenimiento Basado en la Confiabilidad).

El sistema computarizado para la administración de mantenimiento, CMMS por sus siglas en inglés (*Computerized maintenance management system*) controla y organiza un departamento de mantenimiento, diseñando programas de mantenimiento preventivo, ayuda a disminuir el tiempo muerto, monitorea el inventario de refacciones y lleva el control de sus proveedores, de las reparaciones a los equipos y de su costo histórico. (Bustamante, 2014, p. 45)

Para establecer una metodología para determinar la criticidad de los equipos, se deben de tomar los criterios para la selección de las estrategias de mantenimiento aplicables a cada equipo y cómo validar una metodología establecida con la aplicación a un sistema o equipo, lo que aporta es un modelo de gestión de equipos según varios criterios estratégicos. (Olarte, 2010, p. 15)

Un plan modelo de mantenimiento para el funcionamiento adecuado de los equipos, se debe iniciar con un inventario de activos, análisis de criticidad, planificación del mantenimiento control y mejora se plantea una metodología para la planificación del mantenimiento y un plan modelo de mantenimiento, lo que aporta son criterios para establecer gestión en mantenimiento adecuados de los equipos.

Lo anterior nos permite tener una mejor percepción de la importancia del manejo correcto de la gestión de la información de la maquinaria industrial, para su mantenimiento, ya que son la guía base de la viabilidad y beneficios que la investigación a realizar posee, para resolver el problema que posee la empresa.

- Descripción del problema

La empresa ha pasado por varias transiciones, dentro de las cuales se encuentra la pérdida o falta de información de la maquinaria o la modificación de las líneas para producir nuevos productos y la adquisición de equipos provenientes de otras plantas o nuevos. A los cuales no se les preste el adecuado mantenimiento por su falta de conocimiento e información provoquen una serie de fallas tanto operativos como de los equipos, afectando directamente los procesos de fabricación y la calidad del producto final.

El mantenimiento; correctivo, preventivo y predictivo, está basado en la información con la que se cuenta, la cual es muy general y empírica de los equipos localizados dentro y fuera de la planta de producción, provocan que no se pueda crear un plan de mantenimiento adecuado a las necesidades de cada equipo. Desencadenando una serie de problemas como la falta de repuestos, paros de producción, monitoreo inadecuado de los equipos. Y repercusiones como los paros no programados de producción.

Esto impide que los equipos instalados en las líneas de producción no tengan la disponibilidad necesaria para el cumplimiento de los planes de producción, generando atrasos y tiempos muertos muy prolongados. Elevando los costos del departamento de mantenimiento en los últimos 10 años, debido a la fuerte inversión que se hace al reparar los equipos.

- Formulación del problema

- Pregunta central

¿Cómo la Norma ISO 9001:2015 permitirá mejorar la gestión del mantenimiento de la maquinaria industrial?

- Preguntas de investigación
 - ¿Cuáles son los indicadores de control y medición del departamento de mantenimiento?
 - ¿Qué recursos son necesarios para la gestión y ejecución del mantenimiento por parte del departamento tomando como base la norma ISO 9001:2015?
 - ¿Cómo la norma ISO 9001:2015, dará la estructura de la gestión de la información de la maquinaria industrial?
- Delimitación del problema

La investigación se realizó a los equipos industriales que integran una línea de producción de una empresa de alimentos ubicada en la ciudad de Guatemala, para desarrollar una gestión de la información tomando como base la norma ISO 9001:2015, durante el periodo de diciembre de 2018 a noviembre de 2019.

Se obtuvo el respaldo de la empresa para el acceso y análisis de información, uso las instalaciones y pruebas; la empresa considera beneficioso, contar un mejor manejo del mantenimiento de sus equipos, mediante una correcta gestión de la información, el cumplimiento de las políticas corporativas y de confidencialidad, fue prioridad para el desarrollo de esta investigación.

El costo de la investigación fue proporcionado en partes iguales por el investigador y la empresa.

OBJETIVOS

General

Gestionar la información de la maquinaria industrial de una línea de producción basado en la norma ISO 9001:2015 para una empresa de alimentos ubicada en la ciudad de Guatemala.

Específicos

- Identificar las variables para desarrollar los indicadores con los cuales se controlará y medirá en el departamento de mantenimiento.
- Analizar los recursos necesarios para diseñar un sistema de gestión de mantenimiento basado en la Norma ISO 9001:20015.
- Determinar la estructura del sistema de información, para la correcta Gestión de la información de la maquinaria.

RESUMEN MARCO METODOLÓGICO

Esta investigación es no experimental ya que no se harán pruebas en laboratorio, sino será totalmente en campo mediante el análisis de datos y la observación.

El alcance será descriptivo ya que se podrá disponer de información, la cual permitirá llevar el control de la maquinaria industrial, permitiendo otorgar indicadores verídicos y exactos. Con lo cual se podrá gestionar, a corto, mediano y largo plazo, aspectos económicos como presupuestos y estrategias de mantenimiento.

El tipo de estudio utilizado es correlacional, debido a que se identificará la relación o grado de asociación que existe entre dos o más variables para definir los tipos de mantenimiento. Debido a que se quiere encontrar las causas y efectos contenidos dentro del programa de mantenimiento.

Las variables cuantitativas son muy importantes en esta investigación, estas determinarán la base de la información con la cual se elaborarán los planes de mantenimiento; como también los son las variables cualitativas necesarias para comprender la forma de uso y parámetros de trabajo de cada equipo instalado en la línea de producción.

El enfoque utilizado en la investigación fue mixto, debido a que esta contempla las características cualitativas y cuantitativas, al hacer uso de variables con las cuales se mide el rendimiento de los equipos, realización de

encuestas y gráficos, en conjunto con el análisis de documentos existentes y programas utilizados para la gestión del departamento.

Tabla I. **Operativización de variables**

Objetivos	Variable	Tipo	Indicador	Técnica	Plan de Tabulación
Diagnosticar la utilización de la información durante el proceso de planificación del departamento de mantenimiento en la empresa para identificar los indicadores necesarios para la gestión de equipos.	<ul style="list-style-type: none"> Variable dependiente: Información. Variable independiente: proceso de planificación del departamento de mantenimiento en la empresa. 	Dependiente cuantitativa.	Indicadores KPI, utilización del software, documentos, entrega recepción de órdenes de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de documentación. Observación y medición directa. Diagramas de flujo. 	<ul style="list-style-type: none"> Formulario de registros (ver apéndice 1). Hoja de verificación. Gráficas.
Analizar los parámetros de funcionamiento, control, operación, insumos, de cada equipo, para determinar los recursos de una gestión basado en la Norma ISO 9001:20015.	<ul style="list-style-type: none"> Variable dependiente: Los parámetros de funcionamiento, control, operación, insumos, de cada equipo. Variable independiente: Norma ISO 9001:2015. 	Dependiente cualitativa.	Manuales de usuario, mantenimiento, limpieza, instalación y partes de los equipos, contenido del software, inspección física de los equipos, TMPR Y TMEF	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de documentación. Medición directa. 	<ul style="list-style-type: none"> Resumen de datos. Hoja de datos.
Determinar la estructura del sistema de información, para la correcta gestión de la información de la maquinaria.	<ul style="list-style-type: none"> Variable dependiente: la estructura del sistema de información. Variable independiente: Gestión de la información. 	Dependiente cuantitativa.	<ul style="list-style-type: none"> Planes actuales/ Planes Propuestos, eficiencia del software de Gestión. Estadísticas del mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis MP9. Encuesta, (ver apéndice 2). KPI. 	<ul style="list-style-type: none"> Gráficas. Hoja de verificación.

Fuente: elaboración propia.

INTRODUCCIÓN

La investigación realizada es una sistematización, debido a, no contar con un sistema de control y gestión para los equipos instalados en las líneas de producción, lo cual impide el cumplimiento de los objetivos de la empresa.

Es importante definir que las empresas buscan tener una mejor rentabilidad ante el mercado comercial, lo que obliga a tener estandarizados los procesos administrativos y de operaciones en los cuales están las líneas de producción y el mantenimiento. Ante lo cual se debe tener una confiabilidad para que los equipos e instalaciones estén disponibles y en perfecto estado.

La situación que presentaba el área de operaciones se ha dado debido a no contar con un programa que determinará las condiciones y disponibilidad de los equipos e instalaciones, los paros no programados por fallas generaron demoras en la entrega del producto final. De igual forma no se contaba con un registro de los inventarios de repuestos y suministros como aceites, lubricantes, entre otros.

La importancia de la gestión de la información de la maquinaria industrial en una empresa de alimentos, basado en la norma ISO 9001:2015, permitió tener la información y mantenimiento necesario para el cumplimiento de las auditorías a las cuales era sometida la empresa. Cumpliendo con el propósito de entregar productos de alta calidad.

Dentro de los beneficios que obtuvo la empresa al gestionar el mantenimiento por medio de la información, están el poder contar con datos exactos de cada equipo instalado, poder generar costos de mantenimiento de

cada maquinaria, a corto, mediano y largo plazo, incluso determinar la utilidad o importancia de cada equipo dentro de la línea de producción mediante datos precisos.

En el esquema de solución pretendió identificar las variables con las cuales se controlará y medirá el funcionamiento del departamento en estudio, determinó los recursos necesarios para diseñar un sistema de gestión de mantenimiento, evaluando el diseño de un sistema más adecuado a las necesidades de la empresa, por lo anterior expuesto el estudio fue factible.

En el primer capítulo, se realizó una reseña de la importancia de la productividad, el mantenimiento a los equipos y la necesidad de la calidad en los procesos aplicados al intervenir en los equipos instalados.

El segundo capítulo muestra el desarrollo de la investigación, indicando la metodología utilizada para obtener la información y determinar los parámetros a trabajar y posterior aplicación. Y los resultados obtenidos al implementar el modelo de gestión en una línea de producción, así mismo los resultados de la encuesta realizada. Permitiendo conocer el contexto de la gestión que se estaba utilizando.

Por último, en el tercer capítulo, se discutieron los resultados obtenidos y un análisis de los beneficios de la gestión de la información de la maquinaria industrial con base a la norma ISO 9001:2015.

Al contar con todos los recursos para realizar esta investigación, se logró realizar la metodología de forma satisfactoria.

1. MARCO TEÓRICO

En la actualidad es de gran importancia contar con información confiable y segura, aumentando su importancia, cuando se trata de control de proceso o toma de decisiones. El entorno de la industria, finanzas, comercio, entre otros se rige por la forma de obtener y analizar los datos de sus actividades y bienes, es por ello que se hace imprescindible llevar a cabo una buena gestión de la información que se posee.

1.1. Industria de alimentos

La industria de alimentos es de gran importancia en la sociedad, ya que abarca varias actividades desde la producción de leche hasta la producción de dulces. En 2012 la Superintendencia de Banco de Guatemala estableció que el sector industrial denominado comúnmente Alimentos y Bebidas forma parte de una compleja red de negocios cuyo objetivo es básicamente proporcionar comida a la población mundial, en un contexto de creciente urbanización y globalización, donde la mayoría de los habitantes no producen los productos para su propia alimentación, sino que los adquieren de empresas especializadas.

Siendo de fundamental importancia entregar productos de calidad y que cumplan con las necesidades del cliente. Parte importante de esto es contar con equipos en condiciones óptimas para los procesos de fabricación.

Como se puede apreciar en la tabla II, el 40.1 % del gasto que realizan los hogares en Guatemala, va destinado a alimentos y bebidas, por tal razón las

empresas invierten en garantizar la calidad de los productos, para retener a los clientes y adquirir nuevos.

En Guatemala existen muchas empresas que explotan el mercado de alimentos, sin embargo, no todas soportan las exigencias del cliente y la inflación.

Tabla II. **Guatemala: gasto anual en consumo por hogar según categoría, en USD**

Categoría	2009	2010	2011	2012	2013	Participación 2013	Variación promedio anual 2009-2013
Alimentos y bebidas no alcohólicas	4.865	5.126	5.560	5.823	6.128	40,1%	5,9%
Bebidas alcohólicas y tabaco	198,7	214,1	232,3	248,1	260,3	1,7%	7,0%
Vestido y calzado	675,4	732	744	739	760	5,0%	3,0%
Vivienda	1.718	1.785	1.906	1.996	2.103	13,8%	5,2%
Bienes y servicios para el hogar	716	769	814	843	864	5,7%	4,8%
Salud y servicios médicos	521	546	576	600	622	4,1%	4,5%
Transporte	910	979	1.033	1.051	1.105	7,2%	5,0%
Comunicaciones	985,6	1015,8	1126,8	1191,7	1274,7	8,3%	6,6%
Ocio y recreación	406	424	441	450	465	3,0%	3,4%
Educación	128	131	133	131	134	0,9%	1,2%
Hoteles y catering	789	810	852	871	905	5,9%	3,5%
Otros bienes y servicios	510	557	604	643	671	4,4%	7,1%
Total	12.422	13.089	14.020	14.587	15.291	100,0%	5,3%

Fuente: Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (2014). *Prospección del mercado de alimentos en Guatemala.*

1.1.1. Empresa

Es una empresa guatemalteca, que forma parte de una franquicia Internacional, número uno en la fabricación de snacks en 140 países en 3 continentes, La empresa se ubica en la ciudad de Guatemala.

La empresa se dedica principalmente, a la elaboración, distribución, comercialización y ventas de productos alimenticios, estos productos están hechos a base de maíz y trigo. Dentro de otras actividades de la empresa están: mantener el valor humano y colectivo, encaminar los esfuerzos para ser mejores y eficientes, prestar los mejores servicios como herramienta vital para los clientes internos y externos.

La estructura organizacional de la empresa, se basa en principios y metas que como organización se trazan para el desarrollo de sus actividades, su estructura es considerada como vertical, pues todos sus departamentos se administran de acuerdo al nivel jerárquico, ya que estos están establecidos en forma piramidal, en La coordinación de las personas, proyectos, tareas y departamentos están basados en el principio de escalonamiento, pues cuenta con una ininterrumpida cadena de mando que enlaza a cada miembro de la organización con alguien en el nivel superior.

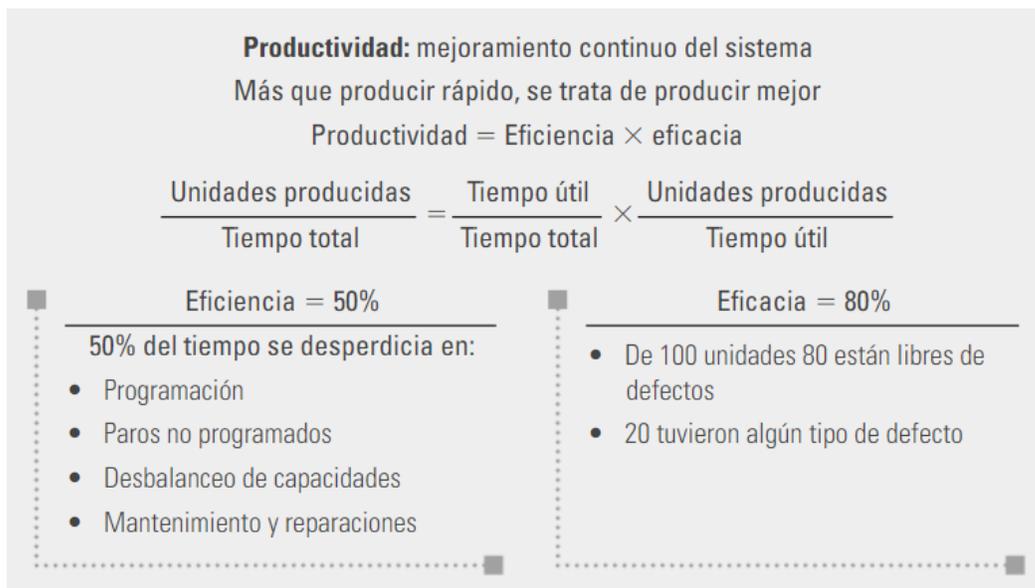
Para Gutiérrez (2010) la estructura organizacional, está dividida en departamentos claves para poder desarrollar las actividades de la mejor manera. Dentro de estos está el departamento de mantenimiento ya que este tiene un factor fundamental para el cumplimiento de los objetivos establecidos.

1.1.2. Productividad

Uno de los factores que contribuyen al éxito de una empresa es la productividad. Según Gutiérrez (2010) la productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados

logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, entre otros.

Figura 1. **La productividad y sus componentes**



Fuente: Gutiérrez (2010). *Calidad total y productividad*.

En términos generales, la palabra diseño denota una forma, patrón, estructura o algo semejante utilizado por la empresa para alcanzar uno o más objetivos. El diseño organizacional, que estudia la superestructura organizacional de la empresa y los procesos utilizados para que funcione, refleja la configuración estructural de la empresa y su funcionamiento. Siendo pilar fundamental de la estructura el departamento de mantenimiento y su gestión del mantenimiento a los equipos de producción.

1.2. Mantenimiento

Según la Real Academia Española se define mantenimiento como: “acción y efecto de mantener o mantenerse. Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, entre otros., puedan seguir funcionando adecuadamente” (Real Academia Española, 2018, párr. 1).

Otra definición de mantenimiento se expone como: “el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento” (Dounce, 2015, p. 34).

Con lo anterior expuesto, se puede decir que mantenimiento es el conjunto de acciones técnicas y administrativas que tienen como fin conservar ó reparar las condiciones físicas de la maquinaria o de los equipos, para que estos cumplan con las funciones establecidas, además cabe mencionar que el mantenimiento busca mantener la más alta disponibilidad y el máximo rendimiento de la maquinaria y de los equipos.

1.2.1. Objetivo del mantenimiento

“Los objetivos de mantenimiento deben ser manejados bajo criterios económicos con el fin de reducir los costos generales de producción” (Rivera, 2011, p. 56).

Llevar a cabo una inspección sistemática de toda la maquinaria y los equipos, con intervalos de control para detectar oportunamente cualquier falla o avería, manteniendo los registros adecuados.

Salazar (2010) menciona algunos objetivos del mantenimiento:

- Mantener permanentemente la maquinaria y los equipos, en su mejor estado para evitar los tiempos de paro que aumentan los costos.
- Efectuar las reparaciones de emergencia lo más pronto, empleando métodos más fáciles de reparación.
- Prolongar la vida útil de la maquinaria y los equipos al máximo.
- Sugerir y proyectar mejoras en la maquinaria y los equipos para disminuir las posibilidades de falla o avería.
- Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiencia del tiempo, materiales, hombres y servicios. (p. 2)

1.2.2. Tipos de mantenimiento

A continuación, se describen los tipos de mantenimiento, entre los cuales se encuentra el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.

1.2.2.1. Mantenimiento correctivo

Se entiende por mantenimiento correctivo a la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada. Este tipo de mantenimiento se divide en dos ramas, mantenimiento correctivo contingente y mantenimiento correctivo programable. (García, 2015, p. 10)

Mantenimiento correctivo contingente, se refiere a las actividades técnicas que se realizan de una forma inmediata o emergente.

“Mantenimiento correctivo programable, se refiere a las actividades que, por cuestiones económicas, disponibilidad de la maquinaria o de los equipos, escasa mano de obra u otra razón válida se programan posteriormente para su solución” (García, 2015, p. 22).

En base a las definiciones anteriores podemos decir que mantenimiento correctivo es la solución inmediata o programada de las fallas o averías cuando éstas se presentan en la maquinaria o en los equipos. Es el tipo de reparación que al haber ocurrido una falla o avería causó el paro no programado que afecta directamente a la producción.

1.2.2.2. Mantenimiento preventivo

“Cuando hablamos de mantenimiento preventivo este se puede definir como las tareas necesarias para prevenir una falla en los equipos, maquinaria, sistemas, en general, utilizando programas de inspección periódica y recurrente” (Rey, 2001, p. 23).

Por lo que el mantenimiento preventivo es el que a través de revisiones e inspecciones realizadas de acuerdo a una planificación evita fallas o averías futuras en la maquinaria o en los equipos.

1.2.2.3. Mantenimiento predictivo

Este se define como un programa continuo de inspecciones, sin interrumpir la producción y en otras acciones es necesario detener la producción, esto

por lo regular se hace al terminar el turno de trabajo, también se define con, qué periodicidad se debe realizar dichos mantenimientos, puede ser frecuencia diaria, semanal, mensual. (Rey, 2001, p. 43)

1.3. Gestión de mantenimiento

Para tener un correcto funcionamiento de las instalaciones, maquinaria, equipos en una planta de producción se debe contar una gestión del mantenimiento basado en una organización de las tareas administrativas y operativos con la optimización de los recursos para reducir los paros no programados (Bustamante, 2014).

Se define que la gestión del mantenimiento es la reunión de estrategias para tener un orden cronológico de las actividades de inspección, supervisión, servicio, reparación.

1.3.1. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC)

“Este se define como los pasos a seguir para la inspección, verificación de condiciones, registro de fallas, correcciones y supervisión basado en las operaciones del sistema y no recae sobre los equipos y maquinaria instalada” (Ortiz, 2014, p. 56).

1.3.2. Medición del mantenimiento

A continuación, se muestran los indicadores para la gestión de mantenimiento.

1.3.2.1. Indicadores de gestión para mantenimiento

Según la Real Academia Española se define indicador como lo “que indica o sirve para indicar” (Real Academia Española, 2018, párr. 1).

Según Leal (2009) los indicadores de gestión de mantenimiento se pueden utilizar para el análisis de factores que se interrelacionan con la función del mantenimiento y permite resaltar las principales causas de las fallas en la maquinaria y en los equipos en donde encontramos la disponibilidad como el indicador más importante en mantenimiento, la fiabilidad y la mantenibilidad.

Disponibilidad $D(t)$, probabilidad de asegurar un servicio requerido, “es la capacidad de un activo o un componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un periodo de tiempo determinado” (Rivera, 2011, p.14).

$$D = \frac{MTBF}{MTBF - MTTR} \quad (\text{Ec. 1})$$

Fiabilidad $R(t)$, probabilidad del funcionamiento, es la capacidad de un activo o un componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo determinado, permite conocer la frecuencia con que suceden las averías y se conoce como el tiempo promedio entre fallas por sus siglas en inglés MTBF. (Rivera, 2011, p.15)

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\# \text{ de fallas}} \quad (\text{Ec. 2})$$

Mantenibilidad $M(t)$, probabilidad de duración de reparación, es la probabilidad bajo condiciones dadas, que tiene un activo o componente de

ser mantenido o restaurado en un período determinado de tiempo a un estado donde sea capaz de realizar su función original nuevamente, permite conocer el tiempo de reparación de las averías y se conoce como el tiempo promedio para reparar por sus siglas en inglés MTTR. (Rivera, 2011, p.17)

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo de paro por fallas}}{\# \text{ de fallas}} \quad (\text{Ec. 3})$$

1.4. Procesos principales

Se hace una descripción de los procesos principales en la administración de insumos.

1.4.1. Administración de repuestos y materiales

Se debe tomar en cuenta varios aspectos para una administración efectiva de repuestos y materiales.

En los repuestos a ser almacenados hay que considerar la vida útil del repuesto y el alto costo. En materiales se consideran consumibles y partes de uso general.

Para una gestión efectiva se considera un buen control de inventarios y una actualización continua. Además del almacenamiento de los mismos que debe ser en un lugar de fácil acceso, con una buena distribución y centralizado con el fin de movilizar en el menor tiempo posible en caso de mantenimientos emergentes; conviene tener en cuenta el beneficio y el valor potencial del repuesto para no asumir riesgos ni un inútil almacenamiento.

También se debe tomar en cuenta los presupuestos y las asignaciones requeridas para la obtención y almacenamiento de estos recursos para que el mantenimiento sea efectivo. En este punto se deben calcular, elaborar y controlar los presupuestos.

1.4.2. Información

La información de cada uno de los equipos de la planta debe estar estrictamente detallada; cada uno de los elementos debe tomar en cuenta los aspectos siguientes:

Según Rivera (2011):

Documento informativo básico y fundamental que contiene las características de fabricación de cada equipo o elemento de la industria, este debe contener la siguiente información:

- Instalación de la que forma parte.
- Ubicación dentro de la instalación.
- Tipo de máquina.
- Datos específicos (datos de placa).
- Proveedor y fecha de la compra.
- Planos de conjunto y piezas.
- Lista y codificaciones de las piezas de repuestos y su respectiva ubicación.
- Ficha historial de cada máquina o equipo, que contenga la información de la intervención de mantenimiento de la máquina y sus elementos ordenados cronológicamente.

- Orden de trabajo que contenga la descripción del trabajo a realizar, recursos, aprobaciones y tiempo programado para la ejecución como mínimo. (p. 22)

1.4.3. Reportes

Son documentos que informan el desempeño de los equipos o máquinas dentro de la industria y el modelo de mantenimiento que se le aplica, es decir un informe que se presenta periódicamente y según la cronología en que se aplique el mantenimiento a dicho elemento; permite evaluar y analizar las posibles averías, predecir y controlar periódicamente el comportamiento de equipo y maquinaria. (Rivera, 2011, p. 35)

1.4.4. Programa de gestión

MP9 es un CMMS, de sus siglas en inglés *Computerized maintenance management system* o GMAO por sus siglas en español gestión de mantenimiento asistido por computadora, el objetivo principal del MP es ayudarle a administrar la gestión de mantenimiento de una manera eficiente, manteniendo toda la información de su departamento de mantenimiento documentada y organizada.

1.4.5. Calidad

Según Horta (2019), se define como el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio, que confiere su aptitud para satisfacer las necesidades dadas.

1.5. Normas ISO 9001

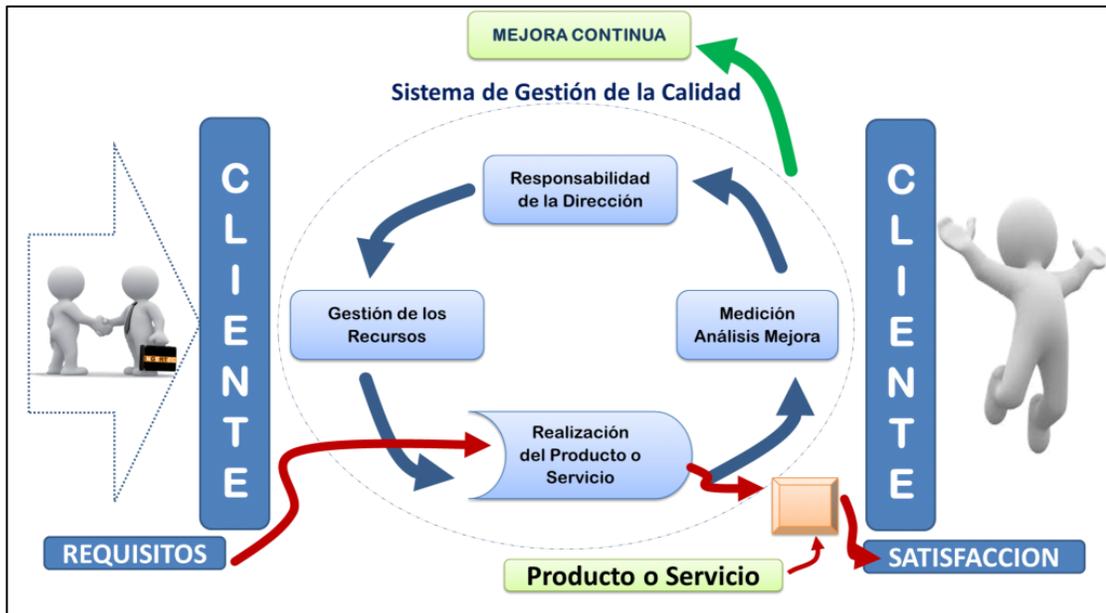
Las empresas y organizaciones de todo el mundo, grandes o pequeñas deben tener todo su sistema de calidad con base en las normas ISO serie 9001, cuya última actualización se realizó en 2015. De esta manera, verifican su capacidad para proveer productos y servicios que atienden las necesidades de sus clientes, así como requisitos legales y reglamentarios aplicables, para poder aumentar la satisfacción del cliente mediante mejoras de proceso y evaluación de la conformidad.

Este es un conjunto de normas sobre calidad y gestión de calidad que fueron establecidas por la Organización Internacional de Normalización -una federación de alcance mundial integrada por cuerpos de estandarización nacionales de 153 países-, que determina los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad, que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, sin importar si el producto y/o servicio lo brinda una organización pública o empresa privada, cualquiera que sea su rama, para su certificación o con fines contractuales.

- Esta norma ISO 9001 se basa en diez principios de gestión de calidad los cuales son:
 - Alcance
 - Referencias normativas
 - Términos y definiciones
 - Contexto de la organización
 - Liderazgo
 - Planificación
 - Soporte

- Operación
 - Evaluación del desempeño
 - Mejora
- ¿Cuáles son sus beneficios?
 - Prácticas aceptadas y reconocidas internacionalmente para la gestión de la calidad.
 - Lenguaje común para trabajar con clientes y proveedores en todo el mundo.
 - Modelo para abordar oportunidades y riesgos de manera estructurada y con sistemática mejorada.
 - Aprovechar una visión más completa del contexto organizacional que mejora la eficacia del pensamiento basado en riesgo.
 - Mejora en la gestión del desempeño de los proveedores.
 - Modelo de excelencia para consumidores, clientes y otras partes interesadas.
 - Mejor alineación entre su sistema de gestión y los objetivos de los negocios más importantes de su organización.
 - Oportunidad de hacer su sistema de gestión aún más poderoso, yendo de la conformidad al desempeño.
 - Mejora de la comunicación sobre calidad ya que su empresa promueve las mejores prácticas y aplica mejoras en toda la cadena de suministro.
 - Mejora de la calidad de productos, procesos y servicios, aumento de la satisfacción, lealtad y retención de clientes, al mismo tiempo que aumenta la productividad y reduce los costos.

Figura 2. **Ciclo PHVA normas ISO 9001**



Fuente: *International Standards Organization (2012). Ciclo planificar hacer verificar actuar.*

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se desarrolló teniendo como base la norma ISO 9001:2015, para establecer un modelo de gestión de la información, que permita la correcta aplicación del mantenimiento a los equipos de producción, esto mediante manuales, procedimientos e indicadores, que aumenten la disponibilidad de dichos equipos, para producir, y garantizar la calidad del producto, siendo un propuesta que no está regida totalmente por la norma, permite ser acoplada al a otras normas como que utilice la empresa.

Para llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos de la investigación se ejecutaron las siguientes fases de la investigación:

- Fase 1: se realizó la revisión documental de los antecedentes del problema y marco teórico referente al estudio apoyado en la Norma ISO 9001:2015 y su relación con el mantenimiento industrial. Durante 2 meses se procedió a revisar artículos, tesis, libros, normas y conferencias científicas, para la obtención de antecedentes, así como capacitación de la norma ISO 9001:2015.
- Fase 2: se evaluó el funcionamiento y utilización del programa instalado, para la gestión del mantenimiento de la maquinaria industrial. Tanto su contenido en cuanto a su base de datos y su certeza para la generación de las estadísticas del mantenimiento. Esto durante 1 mes, mediante la observación, manejo y consultas al desarrollador del programa, paralelamente se realizaron encuestas para ampliar y profundizar en la información.

- Fase 3: se realizó un plan de análisis y recopilación de datos y características de la maquinaria instalada en una línea de producción. Se realizó análisis de documentos, obtención de datos en campo, y entrevistas a técnicos, procedimientos que tomaron 2 meses.
- Fase 4: durante un mes se procedió al ingreso de la información tabulada, al software de gestión para mejora del mantenimiento y analizar los beneficios obtenidos. Las fases de la investigación todas las fases se desarrollaron basándose principalmente en los capítulos 4, 6, 7, 8, 9 y 10 de la norma ISO 9001:2015 para el desarrollo de un sistema de gestión de la información de la maquinaria, para la empresa de alimentos.

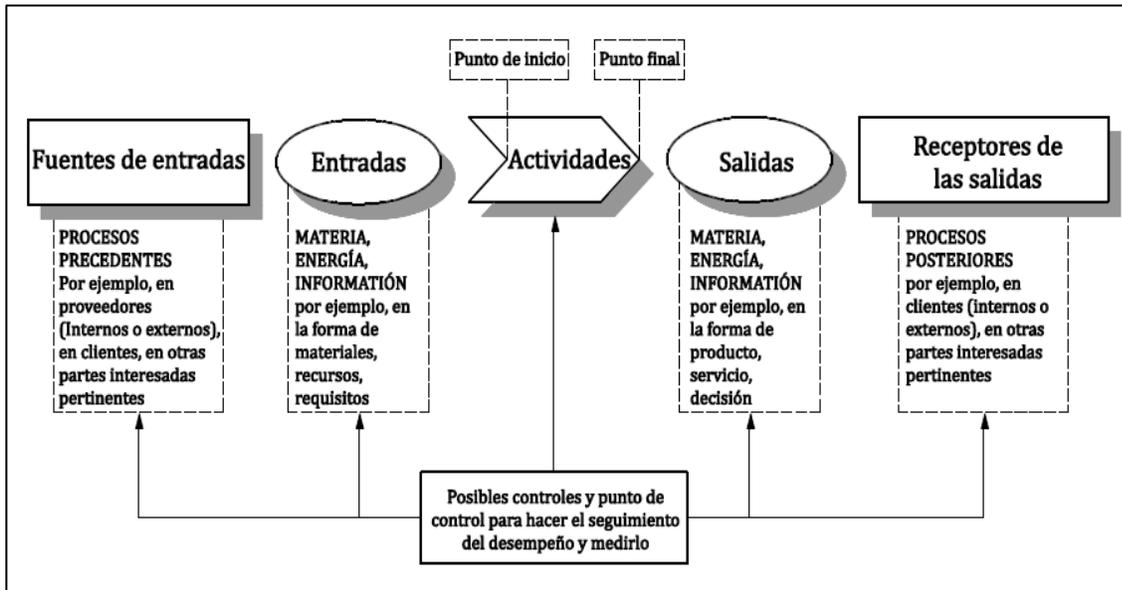
3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Gestión de la información de la maquinaria industrial de una línea de producción basado en la norma ISO 9001:2015 para una empresa de alimentos

En la industria de alimentos, el mantenimiento de equipos es esencial, debido a la alta calidad, necesaria en sus productos, debido a esto la gestión del departamento es vital para cumplir con las normas de calidad establecidas por la empresa, siendo la maquinaria parte fundamental durante el proceso de elaboración del producto. Las diferentes auditorías que se realizaron a la empresa requirieron de un estricto manejo de la información en todas las áreas y departamentos de la empresa. Debido a ello, en este capítulo se justifica la gestión de la información con base en la norma ISO 9001:2015.

La norma ISO 9001:2015, en el capítulo 7, punto 7.1.3 cita la gestión de la infraestructura, en las líneas de producción para garantizar la calidad, debido a que la calidad depende también del adecuado funcionamiento de los equipos los cuales forman parte esencial del proceso, el cual se representa en la figura 3 en la página 20.

Figura 3. **Representación esquemática de los elementos de un proceso**



Fuente: International Standards Organization (2012). *Enfoque a procesos*.

El departamento cuenta con manuales de la maquinaria instalada en la línea de producción a investigar, estos se encuentran al alcance de todo el personal de la empresa para realizar consultas o capacitaciones, los manuales se presentan en versión digital, física o ambas.

La planta de producción cuenta con una biblioteca para consultas como se puede ver figura 4. Los equipos instalados son de tecnología reciente o bien tecnología pasada. Por lo que se hace necesario revisar cada manual para validar si existe o no la información necesaria para la gestión cada equipo que conforma la línea de producción 8.

Figura 4. Biblioteca Empresa de Alimentos



Fuente: [Fotografía de Wilfredo Pérez Huinac]. (Ciudad de Guatemala, Guatemala. 2019).
Colección particular. Guatemala.

Se encontraron pocos manuales de los equipos que comprenden la línea de producción en donde se realizó la investigación lo cual fue muy importante para establecer la procedencia de la información existente.

3.1.1. Funcionalidad del programa de gestión

El departamento usaba un programa computarizado para la gestión de equipos, siendo este el Software MP9 (ver figura 5), el programa es actualmente utilizado para generar las estadísticas y llevar la gestión del mantenimiento de equipos de la línea 8, los técnicos y administrativos del departamento, también hace uso del programa para ingresar información.

Cada línea de producción se encuentra definida en dos partes, proceso y empaque, siendo equipos diferentes (estructura y funcionamiento) para cada parte del proceso de producción, debidamente identificados y asignados dentro de cada área de la línea de producción 8.

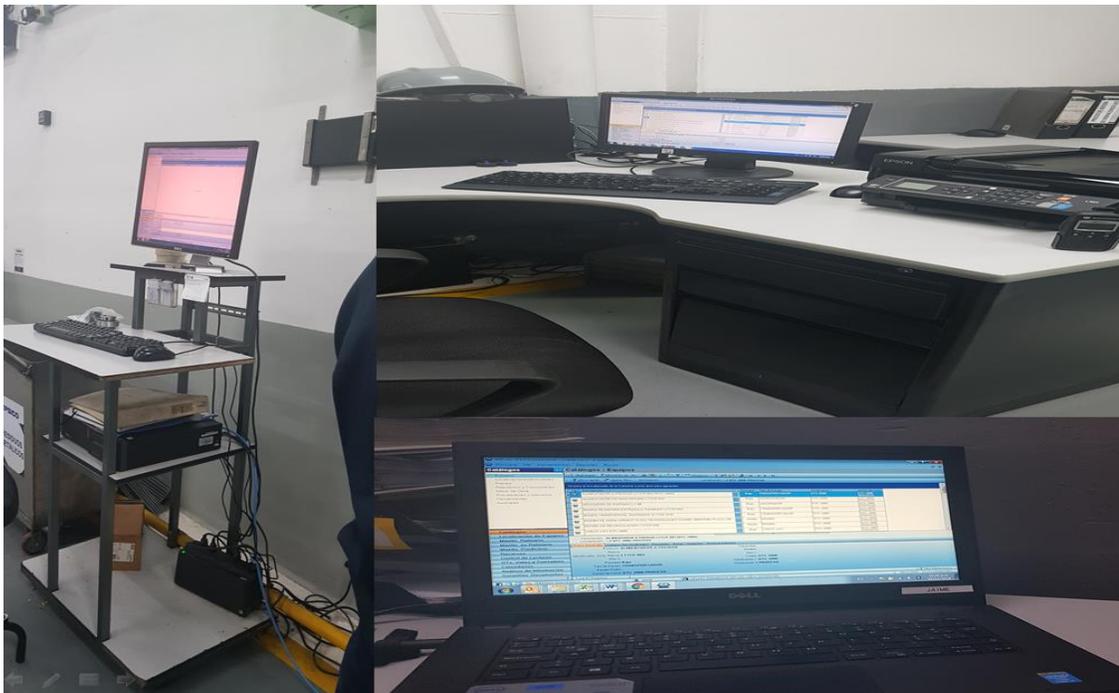
Figura 5. **Software MP9**



Fuente: Empresa de alimentos (2019). *Documentación 2019.*

El personal y las actividades de mantenimiento también estaban ingresados en el programa, por lo cual se concluyó que toda la gestión se basa en el uso del programa instalado en las computadoras, Como lo podemos ver en la figura 6, estas se encontraban distribuidas en taller de mantenimiento, oficinas de producción, bodega de repuestos, oficina de facilitación, y planificación.

Figura 6. **Estaciones para uso de programa computarizado**



Fuente: [Fotografía de Wilfredo Pérez Huinac]. (Ciudad de Guatemala, Guatemala. 2019).
Colección particular. Guatemala.

3.1.2. Análisis para detectar la correlación entre lo ideal y lo real

Se estableció un plan de revisión de los manuales ubicados en la biblioteca de la empresa, para evaluar el estado, contenido y uso de cada manual, correspondiente a cada equipo instalado en la línea de producción a investigar, para evaluar, los planes de mantenimiento ingresados en el programa de gestión MP9, para cada equipo y su correspondencia con lo indicado en el manual. Los datos históricos de mantenimiento, correctivo, preventivo y mejoras realizadas a cada equipo.

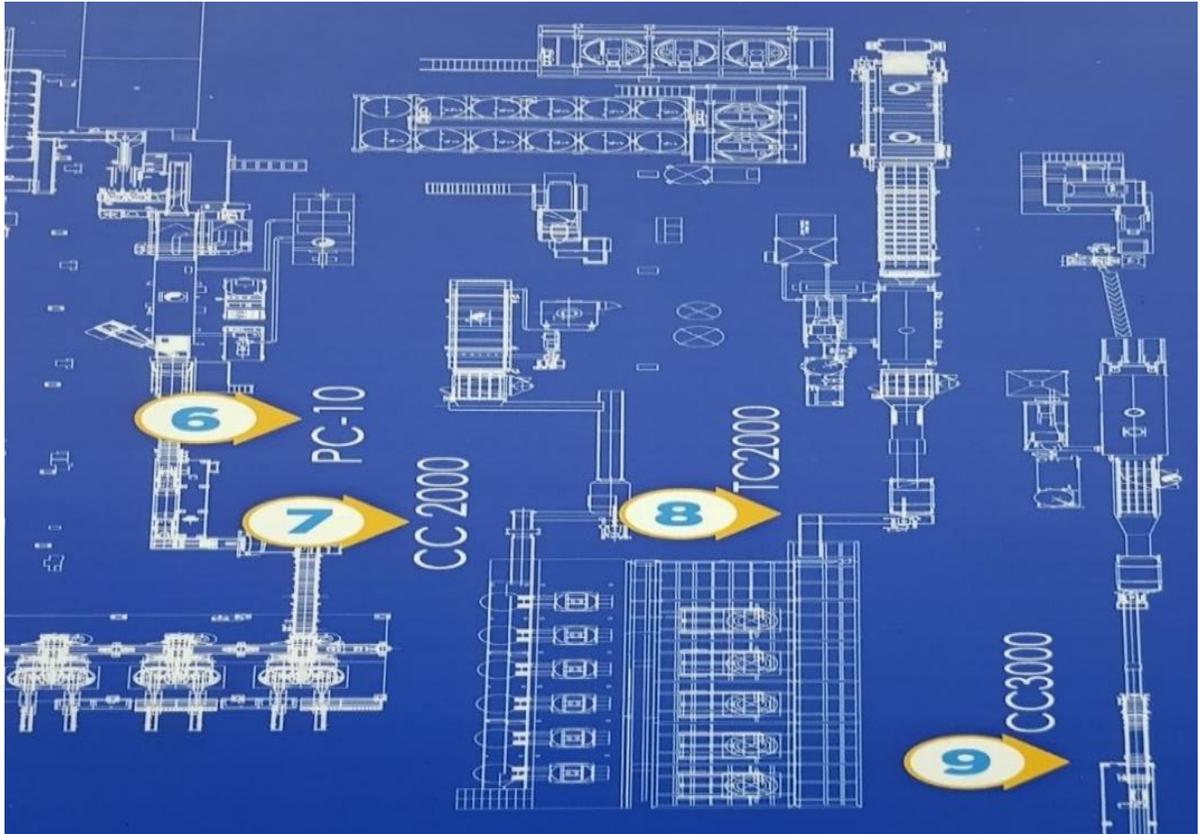
3.1.3. Gestión antes de la investigación

Para gestionar la información de la maquinaria se propuso identificar cada equipo e infraestructura, ya que estos están relacionados con la calidad del producto final, en consecuencia, debe contar con un plan personalizado donde se establezcan las características, mantenimientos a ejecutar, frecuencias de intervención, componentes y sobre todo identificación propia de la organización.

Al ejecutar el mantenimiento o cualquier actividad en un equipo de la línea de producción 8, se debe crear al mismo tiempo una base de datos, en la cual quede registrada, cada actividad, con el propósito de poder analizar la información, y poder evaluar el cumplimiento, el costo, y la eficacia de las actividades llevadas a cabo, para la disposición de soluciones para gestionar de forma adecuada la información de los equipos.

Todo lo anterior se desarrolló en la línea de producción número 8, la cual se muestra en el plano de distribución de la figura 7.

Figura 7. Ubicación de la línea dentro de planta de producción



Fuente: Empresa de alimentos (2019). *Documentación 2019*.

3.1.4. Resultados de análisis de documentación.

Para el análisis documental se procedió a la identificación y conteo de los equipos, verificación de planes de mantenimiento, manuales, marcas, y tipo de equipo instalado en la línea de producción 8, estos se listaron en la tabla II. Siendo relevante que, 49 equipos, son distribuidos, 28 en la parte de proceso y 21 en la parte de empaque. Se contabilizaron 8 marcas, siendo las relevantes *Quality* y *Heat and Control*, por tener presencia en 28 de los 49 equipos, siendo

el de 58 %. De los 49 Equipos el 100 % posee plan de mantenimiento, pero solo el 37 % de los planes está basado en el manual.

Tabla III. Equipos instalados en línea de producción

No.	Área	Equipo	Marca	Manual	formato del manual	Plan de mantenimiento	Plan basado en manual
1	Proceso	Lavador	Quality	no	ninguno	si	no
2	Proceso	Alimentador	Quality	no	ninguno	si	no
3	Proceso	Molino	Quality	no	ninguno	si	no
4	Proceso	Massa hog	Quality	no	ninguno	si	no
5	Proceso	Bomba de masa	Quality	si	impreso	si	no
6	Proceso	Laminadora	Casa Herrera	si	digital	si	no
7	Proceso	Horno	IET	si	digital	si	si
8	Proceso	Tribanda	IET	si	digital	si	si
9	Proceso	Freidor	Quality	no	ninguno	si	no
10	Proceso	Intercambiador	Quality	no	ninguno	si	no
11	Proceso	Bomba de aceite	Cornell	si	impreso	si	si
12	Proceso	Enfriador	Sin marca	no	ninguno	si	no
13	Proceso	Medidor de humedad	Sin marca	si	digital	si	si
14	Proceso	Elevador	Sin marca	no	ninguno	si	no
15	Proceso	Banda de entrada	Sin marca	no	ninguno	si	no
16	Proceso	Tambor	Quality	no	ninguno	si	no
17	Proceso	Dosificador	Quality	no	ninguno	si	no
18	Proceso	Aplicador	Spray Dynamics	si	impreso	si	si
19	Proceso	Banda elevadora	Sin marca	no	ninguno	si	no
20	Proceso	Transportador 1	Heat and Control	si	digital impreso	si	si
21	Proceso	Transportador 2	Heat and Control	si	digital impreso	si	si
22	Proceso	Transportador 3	Heat and Control	si	digital impreso	si	si
23	Proceso	Transportador 4	Heat and Control	si	digital impreso	si	si
24	Proceso	Transportador 5	Heat and Control	si	digital impreso	si	si
25	Proceso	Transportador 6	Heat and Control	si	digital impreso	si	si
26	Proceso	Transportador 7	Heat and Control	si	digital impreso	si	si
27	Proceso	Transportador 8	Heat and Control	si	digital impreso	si	si
28	Proceso	Tablero	Sin marca	no	ninguno	si	no
29	Empaque	Alimentador 1	Heat and Control	si	digital impreso	si	si
30	Empaque	Alimentador 2	Heat and Control	si	digital impreso	si	si
31	Empaque	Alimentador 3	Heat and Control	si	digital impreso	si	si

Continuación tabla III.

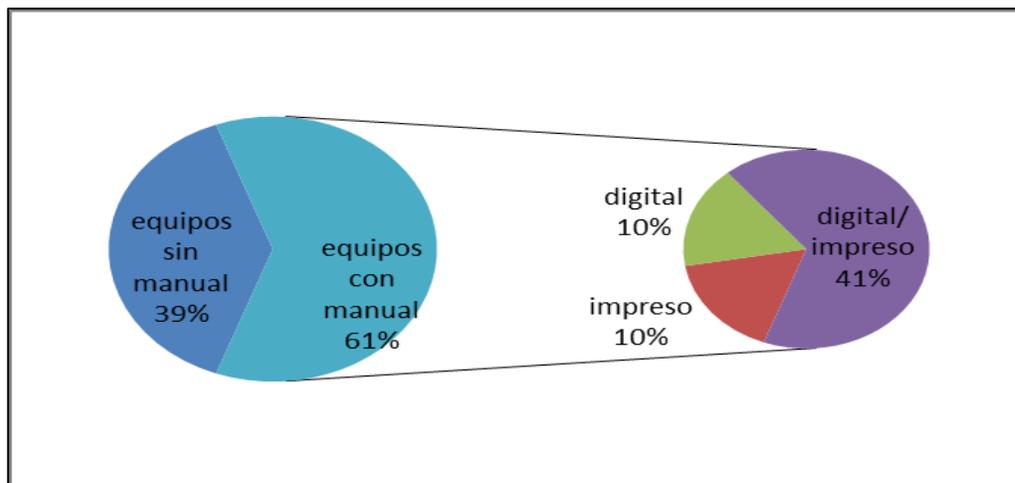
32	Empaque	Alimentador 4	Heat and Control	si	digital impreso	si	si
33	Empaque	Alimentador 5	Heat and Control	si	digital impreso	si	si
34	Empaque	Pesadora 1	Heat and Control	si	digital impreso	si	no
35	Empaque	Pesadora 2	Heat and Control	si	digital impreso	si	no
36	Empaque	Pesadora 3	Heat and Control	si	digital impreso	si	no
37	Empaque	Pesadora 4	Heat and Control	si	digital impreso	si	no
38	Empaque	Pesadora 5	Heat and Control	si	digital impreso	si	no
39	Empaque	Empacadora 1	Heat and Control	si	digital	si	no
40	Empaque	Empacadora 2	Woodman	si	impreso	si	no
41	Empaque	Empacadora 3	Woodman	si	digital impreso	si	no
42	Empaque	Empacadora 4	Woodman	si	digital impreso	si	no
43	Empaque	Empacadora 5	Woodman	si	impreso	si	no
44	Empaque	Mesa 1	Sin marca	no	ninguno	si	no
45	Empaque	Mesa 2	Sin marca	no	ninguno	si	no
46	Empaque	Mesa 3	Sin marca	no	ninguno	si	no
47	Empaque	Mesa 4	Sin marca	no	ninguno	si	no
48	Empaque	Mesa 5	Sin marca	no	ninguno	si	no
49	Empaque	Tablero de control	Sin marca	no	ninguno	si	no

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El requerimiento indispensable para la gestión de los equipos, son los manuales técnicos. El gráfico que se indica en la figura 8, se detalla que el 61 % de los equipos contaba con manual, estos en formato impreso, digital o ambos, siendo la mayoría manuales de usuario, no de mantenimiento.

Listado de partes, diagramas electricos, mecánicos, neumáticos, entre otros, que no se detallan en los mismos, en consecuencia contenían información básica de operación y funcionamiento de cada equipo, que es vital para un correcto uso del equipo, en consecuencia, a pesar de que el 100 % de los equipos poseen planes de mantenimiento, estos tienen carencia de información técnica necesaria para la correcta ejecución del mantenimiento de las partes de cada equipo, debido a ser elaborados empíricamente.

Figura 8. **Distribuciones de manuales técnicos de los equipos**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Durante el análisis efectuado en la investigación se logró establecer que algunos equipos se encuentran modificados de su estructura original, a causa de adaptaciones o mejoras realizadas, esto generó una confusión en el personal cuando se consulta el manual técnico de la maquinaria que lo posee, debido a la inutilización, como referencia al momento de realizar un mantenimiento o consulta técnica.

Se logró establecer equipos sin marca, al ser de fabricación local, por talleres o empresas, a las cuales no se les requirió un manual o en su defecto los planos de diseño o fabricación, se generó un problema al no poseer información y no poder ser requerida posteriormente al ser de fabricación artesanal. Razón por la necesidad de reestructurar la gestión de la información basado en la norma ISO 9001:2015, que permitió conocer de forma rápida el estado de los equipos y facilitar la toma de decisiones. (Ver tabla III).

Se planteó que la información debía ser práctica y de fácil comprensión, al compartirla con otros departamentos, que por lo general no poseen un conocimiento técnico, la misma debe ser suministrada para cumplir la función de herramienta para la toma de decisiones y soporte a todo nivel. Como por ejemplo el departamento de compras, calidad, producción o bien personal nuevo en el departamento de mantenimiento.

3.1.5. Información de las características específicas y tipo de repuestos

Se identificó además problemas en la procedencia de los repuestos utilizados en los mantenimientos, esto debido a la compra local de componentes esenciales de funcionamiento de los equipos, a proveedores que no son representantes de la marcas con mayor presencia en la línea de producción, o bien repuestos genéricos, los cuales no se pudieron validar debido a la carencia de las especificaciones técnica, esto se muestra en la figura 9, donde una caja de rodamientos con la misma numeración, está fabricado con hasta 3 tipos de material o mala calidad.

También se determinó la falta de coordinación y comunicación del área de planeación del mantenimiento con el almacén de repuestos, el cual no poseía la información de los insumos o repuestos a utilizar con anticipación, ni con las especificaciones técnicas de estos, provocando atrasos en la realización de las actividades o la instalación de repuestos no adecuados.

Figura 9. **Cajas de rodamientos con el mismo código, pero diferentes características y materiales**



Fuente: [Fotografía de Wilfredo Pérez Huinac]. (Ciudad de Guatemala, Guatemala. 2019).
Colección particular. Guatemala.

3.1.6. Funcionalidad del programa de gestión y contexto del departamento

Según Trespalcios, Vázquez y Bello (2005), las encuestas son instrumentos de investigación descriptiva que precisan identificar a priori las preguntas a realizar, las personas seleccionadas en una muestra representativa de la población, especificar las respuestas y determinar el método empleado para recoger la información que se vaya obteniendo.

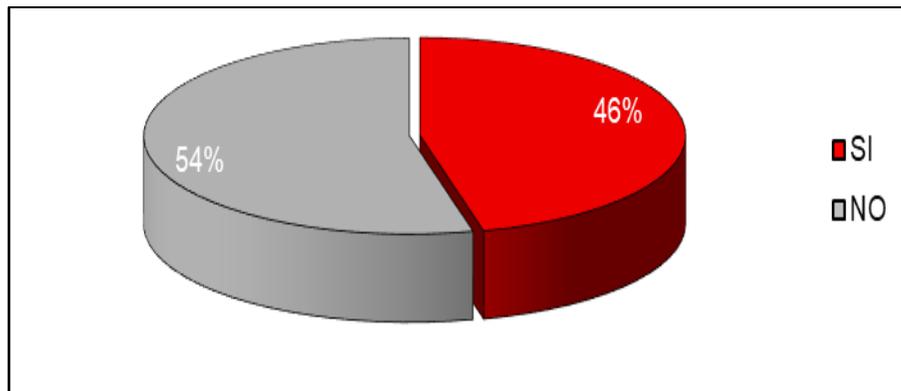
La norma ISO 9001:2015 en su capítulo 4, se solicita conocer el contexto de la empresa, es por lo que se verificó el conocimiento y manejo de la gestión por el personal del departamento por medio de una encuesta.

A través de la encuesta se identificaron las habilidades del personal, siendo las especialidades de mecánica, electricidad, automatización, manejo de

máquinas herramienta (torno), soldadura y metalmecánica, las más indicadas por los encuestados. Se determinó 3 grupos, taller, almacén de repuestos y administrativo, las áreas que integran el departamento encargado de la gestión de mantenimiento, contando cada una de ellas con un personal que posee un promedio de antigüedad de 15 años de laborar en el departamento.

Se determinó que del personal que integra el departamento, poco más de la mitad utiliza el programa de gestión computarizado MP9, como lo muestra la figura 10, esto demostró que los indicadores generados por el sistema de gestión no son confiables. Esto debido a que, únicamente la mitad del personal reporta paros no programados o actividades relacionadas con la gestión, quedando la información perdida o incompleta, afectando también la toma de decisiones, y análisis de mejora en departamento y el sistema de gestión.

Figura 10. **Uso del Programa de gestión computarizado MP9**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

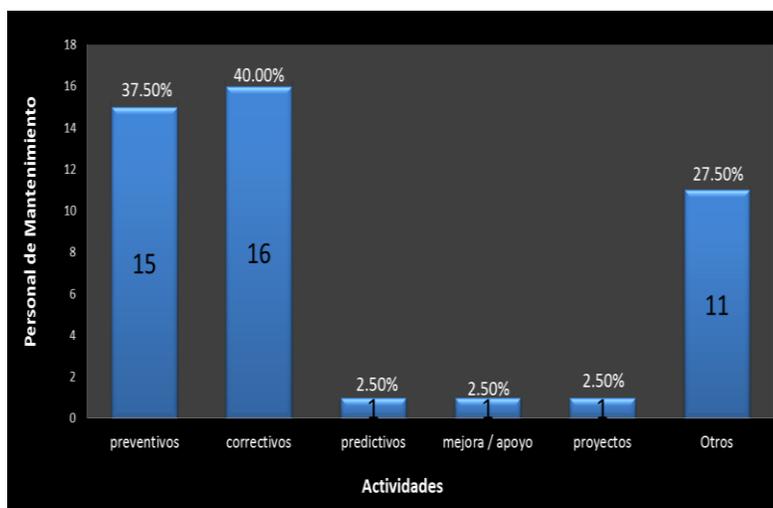
La comunicación es todo proceso de interacción social por medio de símbolos y sistemas de mensajes. Incluye todo proceso en el cual la conducta de

un ser humano actúa como estímulo de la conducta de otro ser humano. Puede ser verbal, o no verbal, interindividual o intergrupala.

Se determinó que no existe un seguimiento al ingreso de la información por parte del personal administrativo y por lo tanto no existe comunicación dentro del departamento.

El departamento cuenta con 40 técnicos, los cuales realizan varias actividades, identificadas en la figura 11 de la página 32, siendo las preventivas y correctivas, las actividades mayoritarias con un 37.5 % y un 40 % respectivamente, lo cual demostró que el 40 % actividades que realiza el personal no queda registrado en el programa computarizado de gestión MP9, a causa de la no utilización de este programa, esto a pesar de que el 85 %, del personal sabe usar el programa computarizado de gestión (MP9), como lo muestra la gráfica de la figura 12.

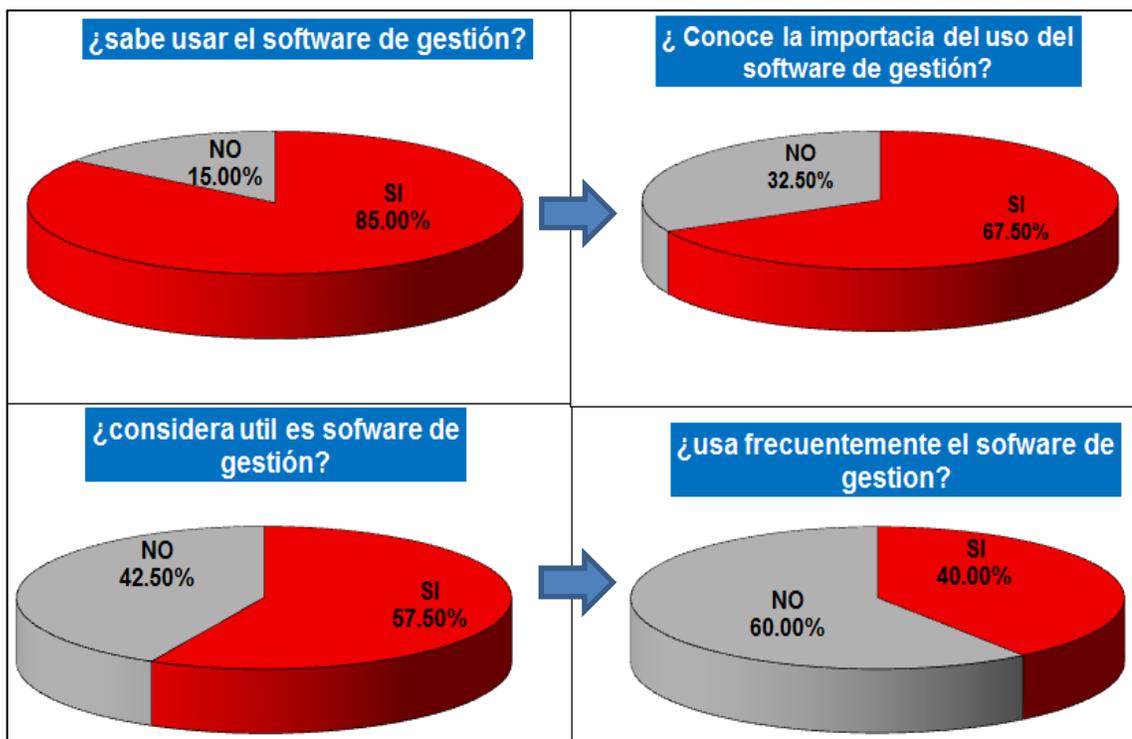
Figura 11. **Actividades que realiza el personal durante un mes**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Entre el 57 y 67 por ciento del personal, tenía conocimiento de la importancia y utilidad del programa de gestión computarizado MP9, y aunque el 85 % puede usar el MP, solo el 40 % lo usa frecuentemente, como lo muestran las gráficas de la figura 12. Lo que permitió conocer la causa de la falta de uso de esta herramienta de gestión y en consecuencia su ineficiencia. Dicha causa es debido a que los técnicos no consideran parte de su trabajo ingresar la información al programa de gestión.

Figura 12. **Software MP9**



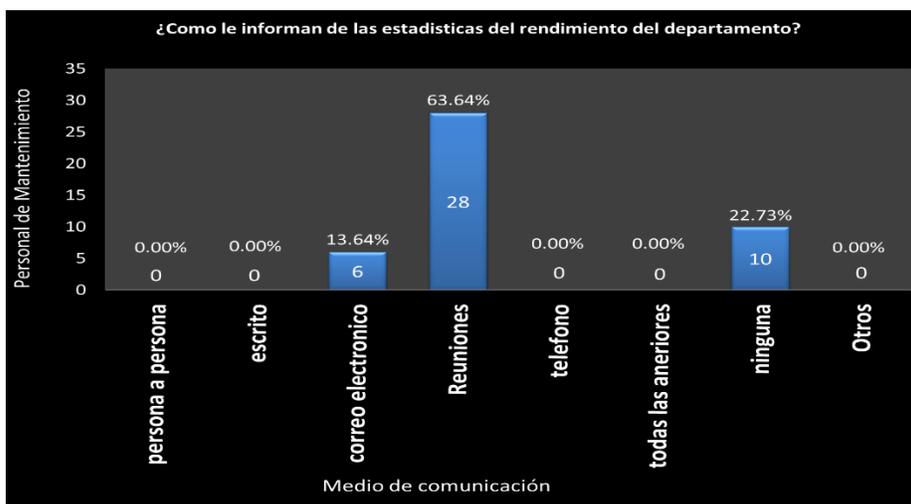
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El personal del departamento es informado de los indicadores de mantenimiento, siendo estos el tiempo medio por reparación y el tiempo medio entre fallas, y tiempo horas-hombre por cada técnico, únicamente en las

reuniones mensuales del departamento, esto claramente reflejado en el gráfico de la figura 13. Donde el 68 % de los técnicos indicó que era informado a través de esta vía.

Reuniones en las cuales únicamente se tiene un promedio de asistencia del 25 % del personal, siendo las principales causas, la rotación del personal, en 4 turnos establecidos, siendo estos lunes a jueves en horario de 6:00 am a 6:00 pm, viernes a domingo en horario de 6:00 am a 6:00 pm, martes a jueves en horario de 6:00 pm a 6:00 am y viernes a domingo de 6:00 pm a 6:00 am, siendo las reuniones el último jueves de cada mes en horario de 4:00 pm a 6:00 am, y la falta de interés del personal porque estas no eran de carácter obligatorio al estar fuera de turno laboral y la no remuneración del tiempo extra al asistir fuera de turno.

Figura 13. Medios de comunicación de los indicadores

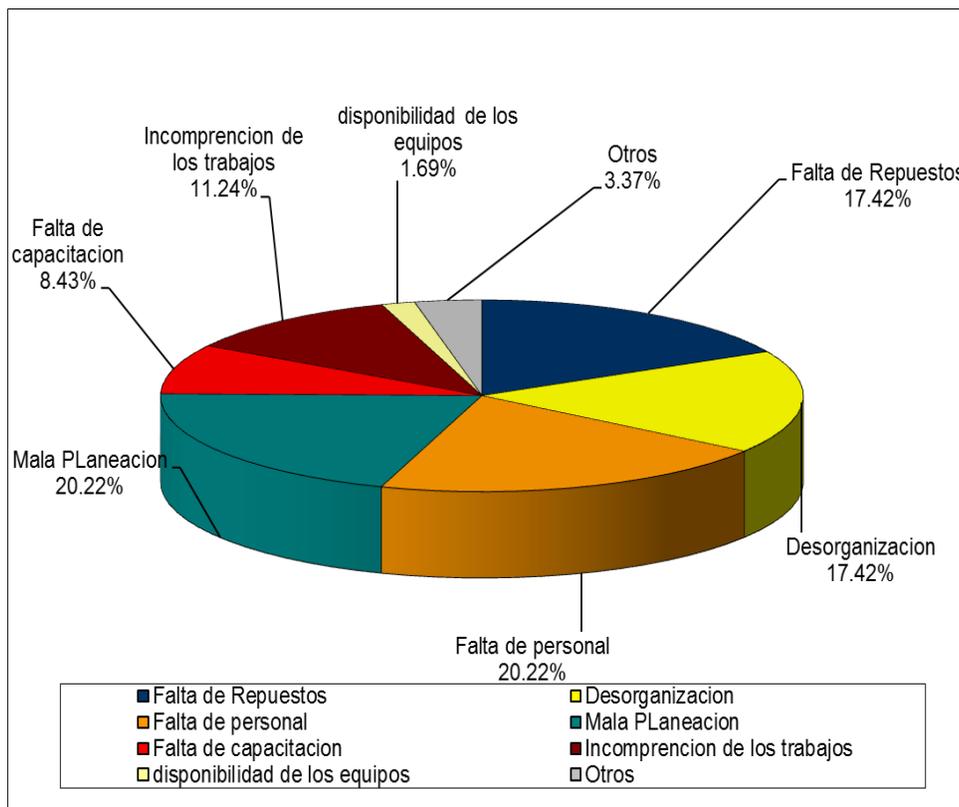


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Dada la importancia que establece la norma ISO 9001:2015, en su capítulo 7, epígrafe 7.1.3 infraestructura, se hace de vital importancia la ejecución del mantenimiento preventivo para la conservación de los equipos o maquinaria, que integran el proceso de la línea 8.

La figura 14 permitió identificar, 4 causas que influyen de manera directa en el incumplimiento de las actividades preventivas, la falta de personal, desorganización, mala planificación, y la falta de repuestos fueron las indicadas por los encuestados.

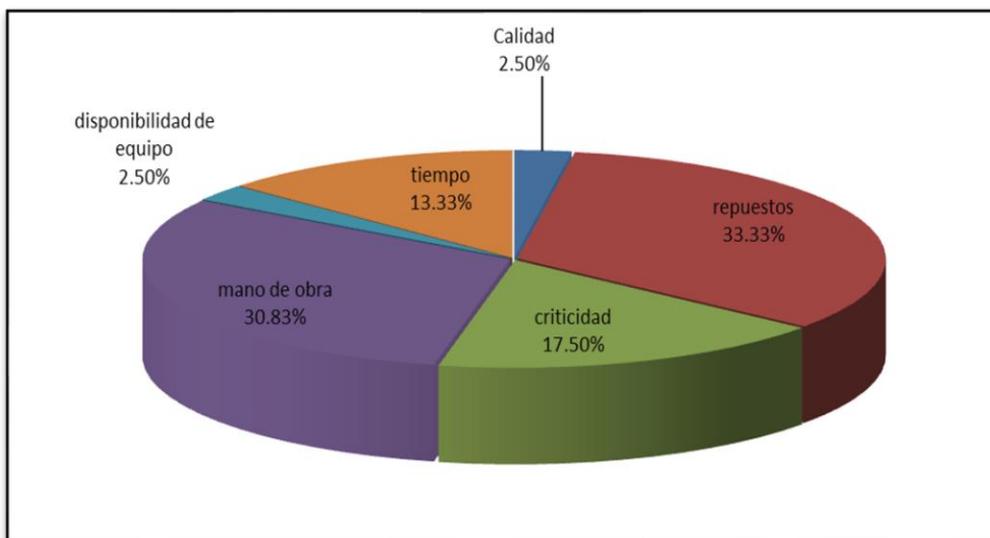
Figura 14. **Causas de no realizar un mantenimiento preventivo**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El personal también consideró como factores fundamentales de mantenimiento, el recurso humano y material, como lo muestra la gráfica de la figura 15, Al ser estos el 30.83 % y 33.33 %, contrario a, la calidad y disponibilidad con el 2.5 % cada uno respectivamente.

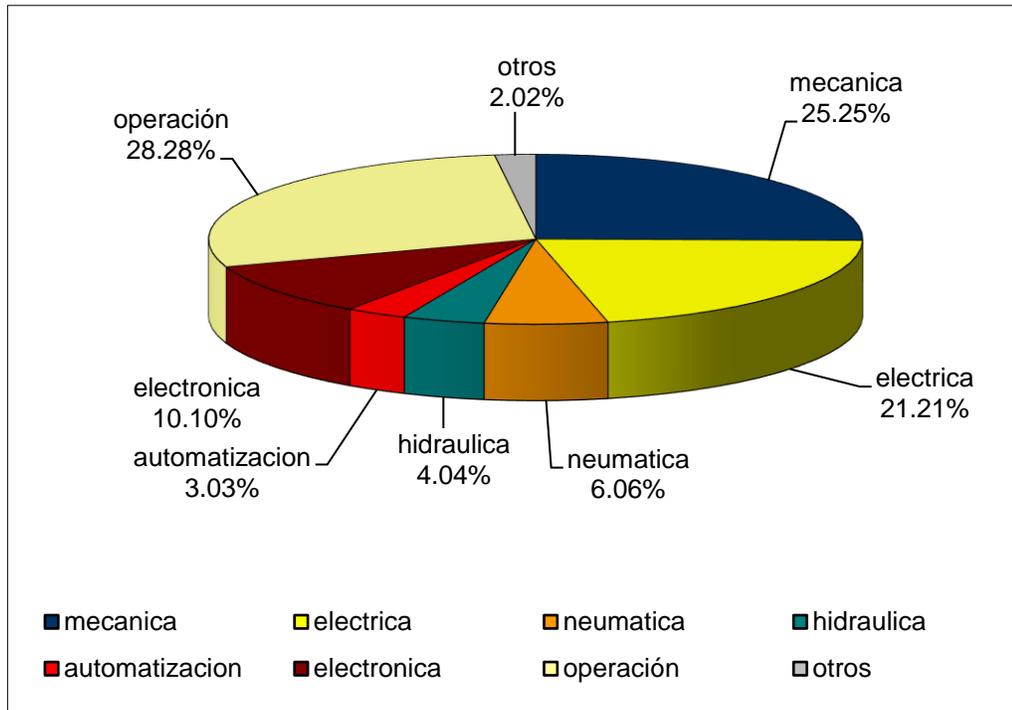
Figura 15. **Factores en un mantenimiento**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El personal prioriza las actividades correctivas sobre las preventivas, a causa de tener que garantizar el cumplimiento de la producción. Esto representó que el personal interviniera en las actividades mostradas en la figura 16. En la cual se muestra que las especialidades o conocimientos necesarios, que debe poseer el personal, son las áreas de mecánica y electricidad ya que son el 46.76 % de las fallas y se detectó un problema operativo en un 28.8 % de las fallas.

Figura 16. **Fallas frecuentes que atiende el personal de mantenimiento**

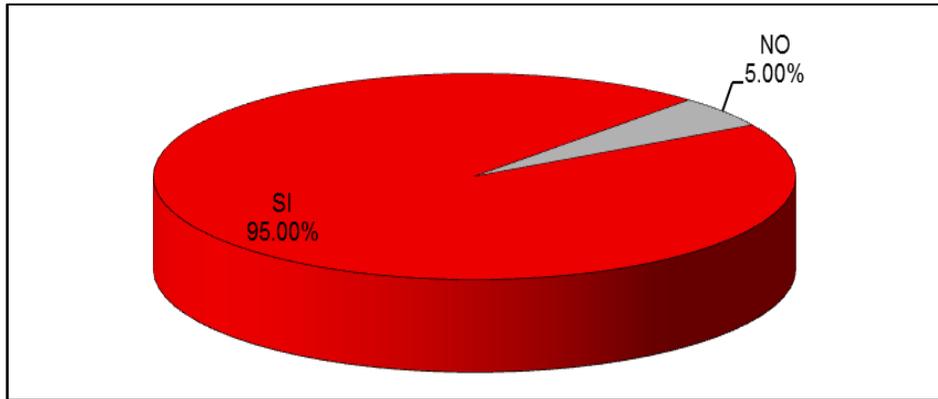


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Para Garrido (2003), el mantenimiento "son todas las actividades necesarias para mantener el equipo e instalaciones en condiciones adecuadas para la función que fueron creadas; además de mejorar la producción buscando la máxima disponibilidad y confiabilidad de los equipos e instalaciones" (p. 16).

El 95 % del personal tiene pleno conocimiento de la diferencia entre un mantenimiento preventivo y correctivo. Lo cual no se pone en práctica, restando la importancia debida al no ser la prioridad al realizar una actividad, como se aprecia en el gráfico de la figura 17.

Figura 17. **Conocimiento entre preventivo y correctivo**



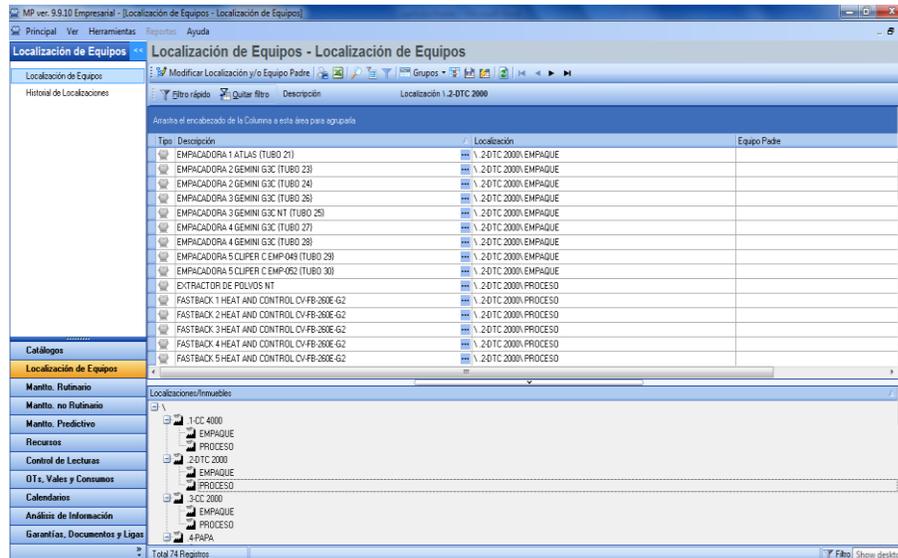
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

3.1.7. Contenido del programa de gestión computarizado MP9

El programa computarizado para el control y gestión del departamento contiene la estructura del equipo, localización, equipos, repuestos y datos para generar los indicadores. El programa se encuentra utilizado actualmente en un 40 % de su capacidad.

Aunque cada equipo cuenta con un plan de mantenimiento, son pocos los equipos que coinciden con la estructura exacta del equipo, y el resto de la información es empírica, tal es el caso de los equipos de fabricación local (sin marca), equipos que sufrieron modificaciones, o considerar un manual equivalente o similar, al no corresponder al equipo.

Figura 18. Vista general del programa de gestión de mantenimiento



Fuente: Empresa de alimentos (2019). *Documentación 2019*.

Se determinó que la estructura de mantenimiento de los equipos contenía muchos apartados, que eran insignificantes para el correcto funcionamiento de los equipos, esto produjo que se realizarán actividades improductivas, que consumen recursos y tiempo del departamento, reflejados en tiempos muertos o paros no programados en la línea de producción.

Lo cual se observó en las órdenes de trabajo generadas para la asignación de trabajos (ver figura 19), en la cual no se indica el nombre del responsable, sino el puesto. También determinó que las órdenes de trabajos contienen indicaciones simples y sin detalle, únicamente se indica nivelar el aceite, sin especificar el procedimiento para realizar, tipo de aceite aplicar o el parámetro de referencia para saber si está fuera de rango el nivel de aceite. Sin embargo, estas sí contienen la información del equipo y la ubicación de este.

La norma ISO 9001:2015 requiere información documentada (epígrafe 7.5), que permita demostrar y respaldar las actividades y procedimientos que se realizan, por tal razón el sistema de gestión computarizado es una herramienta fundamental para la gestión. La realimentación, actualización y correcto uso del sistema permitirá cumplir este proceso.

Como se mencionó anteriormente cada instrucción debe ser clara y precisa, para que esto quede documentado y se realice conforme a los parámetros establecidos para cada actividad, y estos se cumplan sin limitaciones, malos entendidos.

Figura 19. **Orden de trabajo para asignación de actividades de mantenimiento**

Orden de Trabajo		Folio: 031175-19																
		 del 21-abr-2019 al 28-abr-2019																
Responsable: LUBRICADOR PLANTA	Generó: MANTENIMIENTO																	
ALIMENTADOR A FREIDOR LTTCP-003 (DTC 2000)																		
Localización: \-2-DTC 2000\ PROCESO																		
Equipo padre:																		
Prioridad: Baja																		
Clasificación 1: DTC 2000																		
Clasificación 2: PROCESO																		
Centro de costo: DTC 2000 PROCESO																		
<u>Actividades rutinarias</u>																		
\ SISTEMA DE TRACCION\ REDUCTOR: Nivelar de aceite																		
Frecuencia: 1 Mes(es)	Prioridad: Alta																	
Duración aproximada: 0 h 30 m	Clasificación 1: LUBRICACION																	
Requiere paro: No	Clasificación 2:																	
Procedimientos:																		
Nivelar de aceite la caja reductora																		
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td style="color: red;">0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			21	22	23	24	25	26	27	28	0							
21	22	23	24	25	26	27	28											
0																		
Comentarios: _____																		

Fuente: Empresa de alimentos (2019). *Documentación 2019.*

3.2. Indicadores

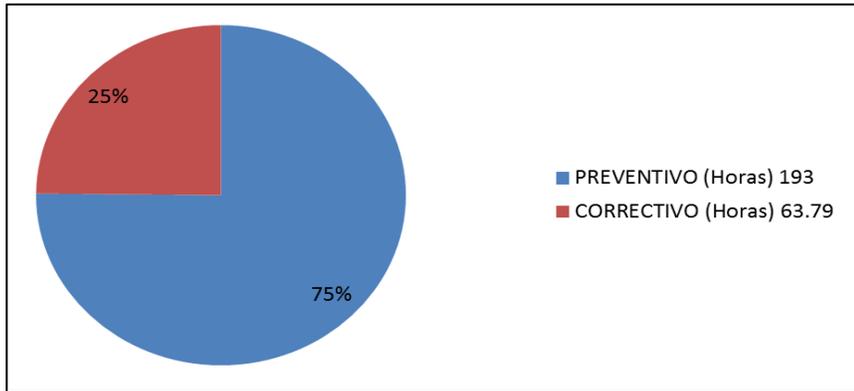
El departamento generaba indicadores como se muestran en la figura 20 y 21, para conocer en qué tipo de actividad se invertía el tiempo (horas) de ejecución de trabajos del departamento, y la disponibilidad técnica de las líneas de producción.

Estos poseen una confiabilidad del 50 %, esto porque eran obtenidos del programa de gestión computarizado, el cual no era usado correctamente, dato comprobado mediante las encuestas realizadas al personal, y el no registro de la mayoría de los trabajos correctivos y preventivos, asignados o no al personal durante la jornada de trabajo.

Así mismo la disponibilidad de la línea para producir debería de estar siempre al 100 %, disponibilidad que no se cumple al tener varios fallos en la línea.

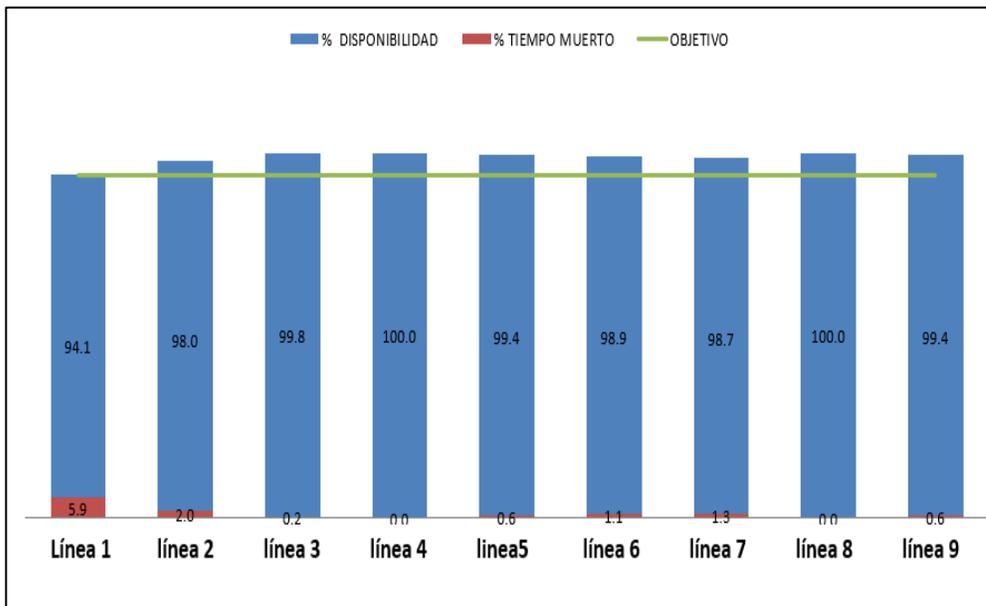
Con esto se pudo determinar que no se cuentan con los indicadores necesarios para evaluar el rendimiento del departamento y del personal.

Figura 20. **Indicadores de ejecución mantenimiento**



Fuente: Empresa de alimentos (2019). *Documentación 2019.*

Figura 21. **Porcentaje de disponibilidad técnica de los equipos**



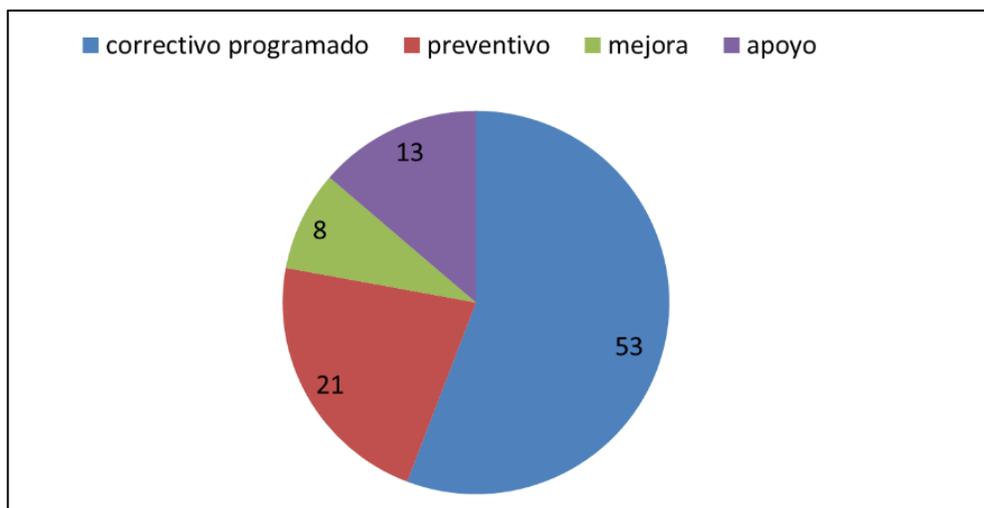
Fuente: Empresa de alimentos (2019). *Documentación 2019.*

3.2.1. Resultados de indicadores desarrollados para controlar y medir en el departamento de mantenimiento

Los indicadores obtenidos a partir de establecer los cambios reflejaron el estado actual del departamento. Lo cual se realizó usando como base los capítulos 9 y 10 de la norma ISO 9001:2015, en los cuales se evalúa el desempeño y se determina las oportunidades de mejora.

Las gráficas de la figura 22, muestra que más de la mitad de las actividades están enfocadas a corregir fallas en la línea 8, esto provocado por una mala gestión en la realización de los mantenimientos a los equipos. En consecuencia, se tiene interrupciones de producción por fallas, las cuales se pudieron evitar por medio de un mantenimiento preventivo preciso y claro, en cuanto a su procedimiento e información.

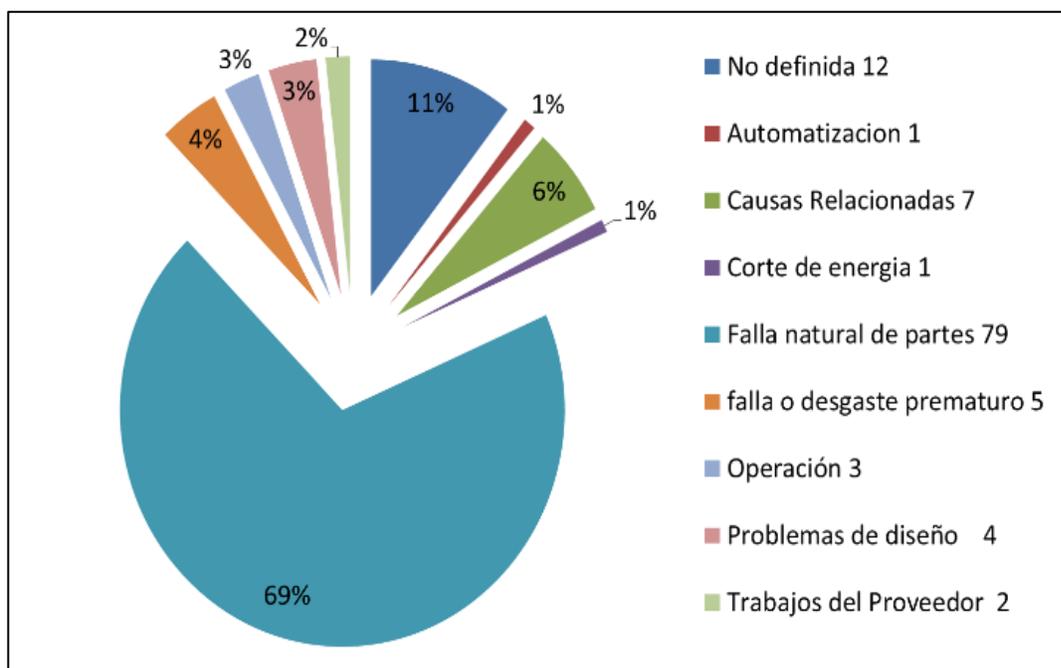
Figura 22. **Clasificación y cantidades de tipos de actividades realizadas en la línea 8**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Se identificó que el 69 % de las fallas es por desgaste prematuro de partes, como lo muestra la figura 23, esto a causa de no cambiar las partes necesarias a tiempo o ser estas de mala calidad, provocando un fallo o paro de producción en la línea 8.

Figura 23. **Causas de las fallas en línea 8**

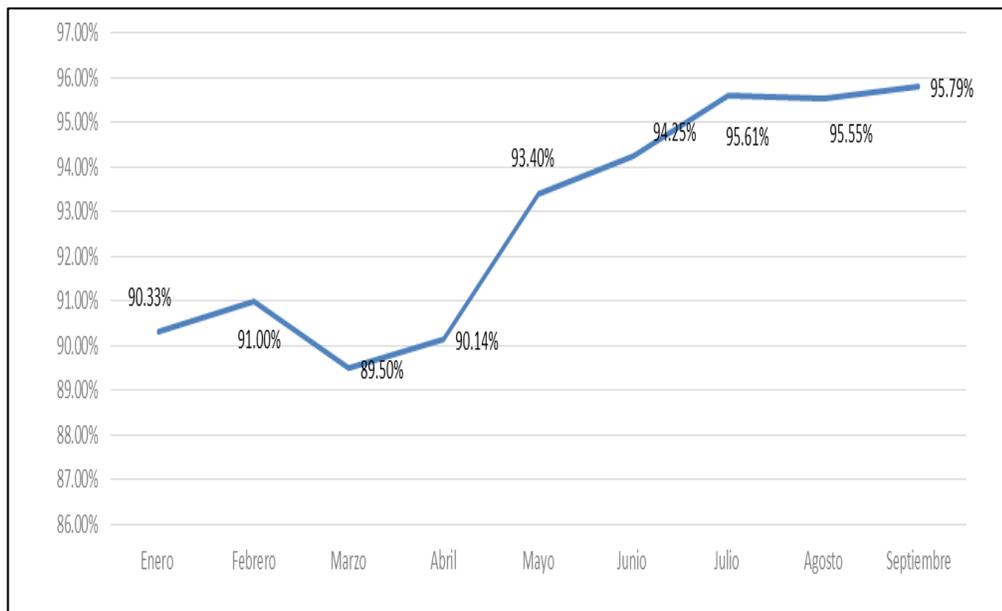


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El poseer una gestión de la información del estado de la maquinaria permitió asegurar que los mantenimientos sean más eficientes y eficaces esto al tener la información clara y precisa, e identificando las oportunidades de mejora en el departamento, esto debido a que se redujeron las frecuencias de cambio a un tiempo más corto del cambio de partes, permitiendo anticiparse a la fatiga de los componentes de la maquinaria.

Como se muestra en la gráfica de la figura 24. El indicador de disponibilidad de línea refleja que un aumento ascendente en la disponibilidad debido a correcta realización del mantenimiento a los equipos de la línea 8, al usar como base la norma ISO 9001:2015, se logró aumentar la disponibilidad de la línea 8, la cual estaba en un 90.33 % a un 95.79 % de tiempo, para producir, reduciendo los tiempos muertos que afectan a la línea, este indicador se independizó por línea, para ser más precisos en la entrega de información.

Figura 24. Porcentaje de disponibilidad de la línea de producción 8



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Como resultado del ingreso de fallas reportadas al sistema, se establecieron los equipos que mayor problema presentaron durante el periodo de enero a septiembre de 2019, mediante los indicadores Tmpr (Tiempo Medio Por Reparación) y TMEF (Tiempo Medio Entre Fallas). Los cuales se presentan en la tabla IV Y V de la siguiente página.

Tabla IV. **Equipos con mayor tiempo medio por reparación de la línea 8**

No.	Descripción (Equipo/Inmueble)	TMPR	Clasificación 1	Clasificación 2
1	.9 HORNO IET COMBUSTION LCC 10-44-0001-20-3 502-TC-22474	0 d 02 h 30 m	LINEA 8	PROCESO
2	.1 TABLERO ELECTRICO PROCESO	0 d 02 h 30 m	LINEA 8	PROCESO
3	11 FREIDOR LTTCP-036	0 d 02 h 25 m	LINEA 8	PROCESO
4	16 ENFRIADOR {LTTCP-004}	0 d 02 h 20 m	LINEA 8	PROCESO
5	19 OIT SAZONADO LTTCP-043	0 d 02 h 17 m	LINEA 8	PROCESO
6	13 INTERCAMBIADOR DE CALOR QUALITY PRJI 00140038 LTTCP-033	0 d 02 h 05 m	LINEA 8	PROCESO
7	20 TAMBOR SAZONADOR LTTCP-029	0 d 01 h 43 m	LINEA 8	PROCESO
8	.8 LAMINADORA CASA HERRERA LTTCP-054	0 d 01 h 39 m	LINEA 8	PROCESO
9	21 DOSIFICADOR DE FORMULA LTTCP-030	0 d 01 h 36 m	LINEA 8	PROCESO
10	.4 APLICADOR DE ENZIMAS LT-88	0 d 01 h 31 m	LINEA 8	PROCESO

Fuente: Empresa de alimentos (2019). *Documentación 2019.*

Tabla V. **Equipos con mayor tiempo medio entre fallas de la línea 8**

No.	Descripción (Equipo/Inmueble)	TMEF	Clasificación 1	Clasificación 2
1	.9 HORNO IET COMBUSTION LCC 10-44-0001-20-3 502-TC-22474	26 d 10 h 06 m	LINEA 8	PROCESO
2	11 FREIDOR LTTCP-036	27 d 03 h 15 m	LINEA 8	PROCESO
3	21 DOSIFICADOR DE FORMULA LTTCP-030	31 d 09 h 00 m	LINEA 8	PROCESO
4	.3 LAVADORA DE MAIZ LTTCP-038	37 d 04 h 27 m	LINEA 8	PROCESO
5	.8 LAMINADORA CASA HERRERA LTTCP-054	45 d 15 h 16 m	LINEA 8	PROCESO
6	.8 BOMBA DE MASA WRIGHT FLOW TECHNOLOGIES R2200X 255075/B/15 {LTC-18}	71 d 17 h 09 m	LINEA 8	PROCESO
7	13 INTERCAMBIADOR DE CALOR QUALITY PRJI 00140038 LTTCP-033	77 d 05 h 32 m	LINEA 8	PROCESO
8	.7 MASA HOG LTTCP-027	77 d 05 h 32 m	LINEA 8	PROCESO
9	16 ENFRIADOR {LTTCP-004}	91 d 06 h 33 m	LINEA 8	PROCESO
10	22 SPRAY DYNAMIC LTTCP-061	111 d 13 h 20 m	LINEA 8	PROCESO

Fuente: Empresa de alimentos (2019). *Documentación 2019.*

3.3. Recursos necesarios para diseñar un sistema de gestión de mantenimiento

El programa de gestión de mantenimiento computarizado es un recurso necesario y fundamental, por lo cual, se eliminaron actividades innecesarias en los planes de mantenimiento. Se crearon planes basados en los manuales técnicos de cada equipo, los cuales se solicitaron a los fabricantes, y para los equipos sin manual se procedió a realizar un desglose de partes, para precisar qué tipo de actividades son las necesarias para su correcto funcionamiento, en la tabla III, se muestran los criterios definidos para realizar las actividades en un equipo a intervenir durante un mantenimiento, lo cual quedó registrado como PL-MT-01 V1, para el control de cambios.

Cada actividad tiene establecidas la parte del equipo, actividad a realizar a esa parte, la periodicidad con la que se debe llevar a cabo la actividad, la duración para realizar la actividad y la prioridad y especialidad técnica requerida, esto permitió, realizar los mantenimientos con orden y eficacia.

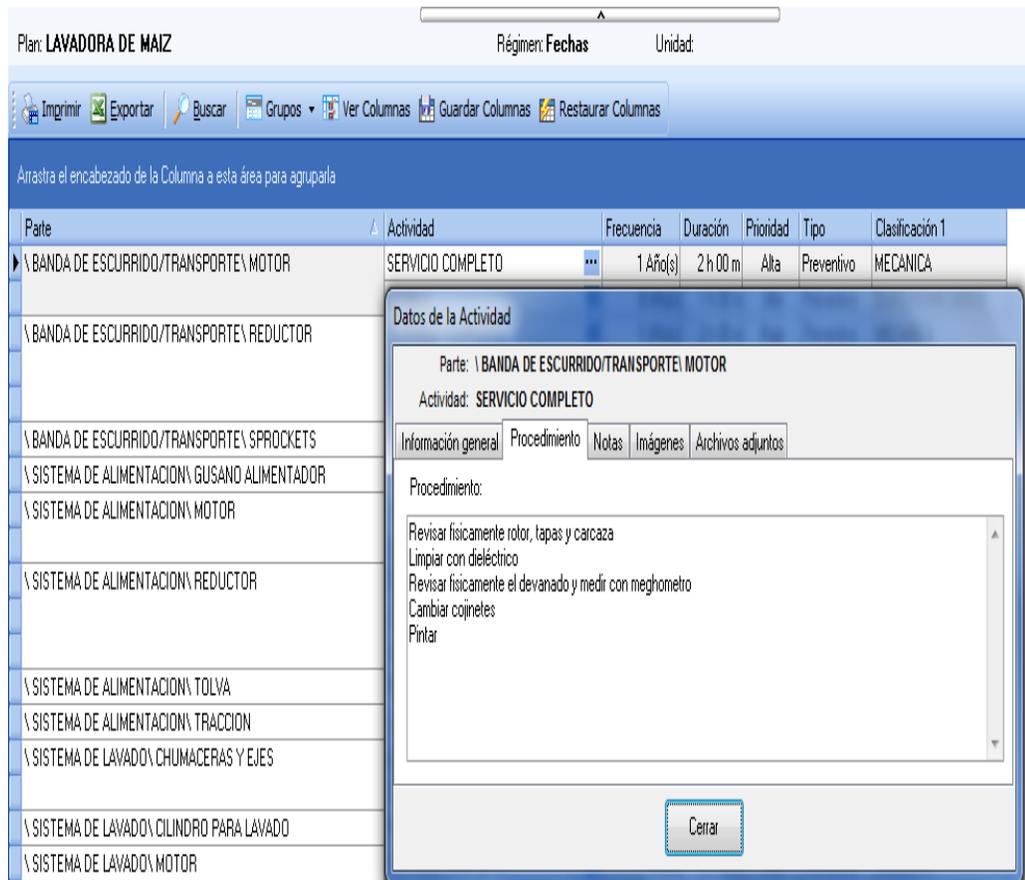
Todo lo anterior quedó registrado e ingresado en el sistema de gestión computarizado, con lo cual se logró emitir y entregar órdenes de trabajo sin necesidad de realimentar constantemente al personal para indicarles cómo realizar la actividad. El ingreso de la información de la tabla III, al programa de gestión MP9, el cual es de acceso total para todo el personal del departamento. Se realizó teniendo como base el capítulo 6 de la norma ISO 9001:2015, en el cual la planificación es base para la gestión, esto permitió un flujo de información más eficiente, estableciendo una base de registros de información documental como lo indica la norma en su epígrafe 7.5. Lo cual se puede comprobar en la figura 25.

Tabla VI. **Plan de mantenimiento del equipo lavador PL- MT-01 V1**

Parte	Actividad	Frecuencia	Duración	Prioridad	Clasificación
Banda de escurrido/transporte banda escurridora	Cambio	1 año(s)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Banda de escurrido/transporte chumaceras/eje	Cambio	1 año(s)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Banda de escurrido/transporte chumaceras/eje	Lubricar	1 mes(es)	0 h 10 m	Media	lubricación
Banda de escurrido/transporte motor	Cambio	3 año(s)	4 h 00 m	Alta	Electromecánica
Banda de escurrido/transporte motor	Servicio completo	1 año(s)	8 h 00 m	Alta	Electromecánica
Banda de escurrido/transporte reductor	Cambio	6 año(s)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Banda de escurrido/transporte reductor	Lubricar	1 mes(es)	0 h 10 m	Media	lubricación
Banda de escurrido/transporte reductor	Servicio completo	1 año(s)	8 h 00 m	Alta	Mecánica
Banda de escurrido/transporte sprockets	Cambio	2 año(s)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de alimentación gusano alimentador	Cambio	1 año(s)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de alimentación motor	Cambio	5 año(s)	4 h 00 m	Alta	Electromecánica
Sistema de alimentación motor	Servicio completo	1 año(s)	8 h 00 m	Alta	Electromecánica
Sistema de alimentación reductor	Cambio	6 año(s)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de alimentación reductor	Lubricar	1 mes(es)	0 h 10 m	Media	lubricación
Sistema de alimentación reductor	Servicio completo	1 año(s)	8 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de alimentación tolva	Ajuste	4 año(s)	2 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de alimentación tracción	Cambio	1 año(s)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de lavado chumaceras y ejes	Cambio	8 mes(es)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de lavado chumaceras y ejes	Lubricar	1 mes(es)	0 h 10 m	Media	lubricación
Sistema de lavado cilindro para lavado	Ajuste	4 año(s)	2 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de lavado motor	Cambio	5 año(s)	4 h 00 m	Alta	Electromecánica
Sistema de lavado motor	Servicio completo	1 año(s)	8 h 00 m	Alta	Electromecánica
Sistema de lavado reductor	Cambio	6 año(s)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de lavado reductor	Lubricar	1 mes(es)	0 h 10 m	Media	lubricación
Sistema de lavado reductor	Servicio completo	1 año(s)	8 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de lavado rodos	Cambio	6 mes(es)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de lavado tracción	Cambio	6 mes(es)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de lavado tracción	Lubricar	1 mes(es)	0 h 10 m	Media	lubricación
Sistema de lavado tubería de lavado	Cambio	5 año(s)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de presión de agua bomba de alta presión	Cambio	4 año(s)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de presión de agua bomba de alta presión	Servicio completo	1 año(s)	8 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de presión de agua control de flujo	Limpieza	1 mes(es)	1 h 00 m	Alta	Instrumentación
Sistema de presión de agua electroválvulas	Cambio	1 año(s)	4 h 00 m	Alta	Electromecánica
Sistema de presión de agua motor	Cambio	4 año(s)	4 h 00 m	Alta	Electromecánica
Sistema de presión de agua motor	Servicio completo	2 año(s)	8 h 00 m	Alta	Electromecánica
Sistema de presión de agua regulador	Cambio	1 año(s)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de presión de agua tuberías	Cambio	3 año(s)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de tamo chumaceras/eje	Cambio	1 año(s)	4 h 00 m	Baja	Mecánica
Sistema de tamo chumaceras/eje	Lubricar	1 mes(es)	0 h 10 m	Baja	lubricación
Sistema de tamo cilindro de tamo	Ajuste	2 año(s)	2 h 00 m	Baja	Mecánica
Sistema de tamo motor	Cambio	8 año(s)	4 h 00 m	Alta	Electromecánica
Sistema de tamo motor	Servicio completo	1 año(s)	8 h 00 m	Alta	Electromecánica
Sistema de tamo reductor	Cambio	6 año(s)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de tamo reductor	Lubricar	1 mes(es)	0 h 10 m	Alta	lubricación
Sistema de tamo reductor	Servicio completo	1 año(s)	8 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de tamo tracción	Cambio	1 año(s)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Sistema de tamo tracción	Cambio	1 mes(es)	4 h 00 m	Alta	Mecánica
Tablero eléctrico	Servicio completo	1 mes(es)	8 h 00 m	Alta	Electricidad

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 25. Nuevo plan de mantenimiento ingresado a MP9



Fuente: Empresa de alimentos (2019). *Documentación 2019*.

Se procedió a definir las actividades con el mayor detalle posible, para evitar confusiones y poseer información clara y concisa para ejecutar la actividad, así como la asignación de recursos materiales específicos e identificados, agilizando y garantizando la disponibilidad de los recursos, en tiempo y especificaciones correctas. Como lo muestran las figuras 26 y 27.

Figura 27. Recursos asignados a plan de mantenimiento en MP9

Parte	Actividad	Recurso	Cantidad	Unidad	Tipo
\ BANDA DE ESCURRIDO/TRANSPORTE\ REDUCTOR	SERVICIO COMPLETO	<input type="checkbox"/> RETENEDOR 28527 NATIONAL, 10973 CR, 28x52x7 CR11370	1	pza	Repuestos y consumibles
		<input type="checkbox"/> RETENEDOR 472655 1.437x2.312x0.375	1	pza	Repuestos y consumibles
\ BANDA DE ESCURRIDO/TRANSPORTE\ SPROCKETS	CAMBIO	<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			
\ SISTEMA DE ALIMENTACION\ GUSANO ALIMENTADOR	CAMBIAR/REPARA	<input type="checkbox"/> CHUMACERA DE BANCO SEAL MASTER P-106 DE 1 3/8	2	pza	Repuestos y consumibles
		<input type="checkbox"/> COJINETE PARA CHUMACERA AL 205-100 NTN, SKF	2	und	Repuestos y consumibles
\ SISTEMA DE ALIMENTACION\ MOTOR	CAMBIO	<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/> COJINETE SELLADO 6203 ZZ TIMKEM	2	pza	Repuestos y consumibles
\ SISTEMA DE ALIMENTACION\ REDUCTOR	CAMBIO	<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			
\ SISTEMA DE ALIMENTACION\ TOLVA	REPARAR	<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			
\ SISTEMA DE LAVADO\ CHUMACERAS Y EJES	AJUSTAR/CAMBIA	<input type="checkbox"/> CHUMACERA OJO DE PESCADO FYT805M P/COJINETE 205-100-2F	4	pza	Repuestos y consumibles
		<input type="checkbox"/> COJINETE PARA CHUMACERA YAR 205-100	4	und	Repuestos y consumibles
		<input type="checkbox"/> COJINETE RLS7 - 2 RS 1 (EQUIVALENTE A 1640 DCTN	2	pza	Repuestos y consumibles

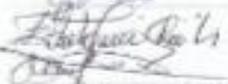
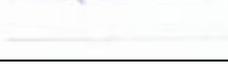
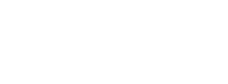
Fuente: Empresa de alimentos (2019). Documentación 2019.

Otros de los recursos necesarios son las reuniones de información y equipo de trabajo. Una de las condiciones de trabajo de tipo psicológico que más influye en los trabajadores de forma positiva es aquella que permite que haya compañerismo y trabajo en equipo en la empresa donde preste sus servicios,

porque el trabajo en equipo puede dar muy buenos resultados; ya que normalmente estimula el entusiasmo para que salgan bien las tareas encomendadas.

Por tal motivo procedió a hacer reuniones informativas para mostrar al personal los procedimientos y cambios, a realizar, también se abordaron temas para definir los aspectos técnicos que debe poseer el sistema de gestión. Como se puede apreciar en la figura 28. Para llegar al 100 % del personal se realizaron 4 reuniones, una por cada turno de trabajo, presentando la metodología de trabajo y aclarando dudas del personal. Esto permitió tener una mejor comprensión del método de trabajo y los beneficios de este.

Figura 28. **Listado de asistencia a reuniones de información del equipo de trabajo**

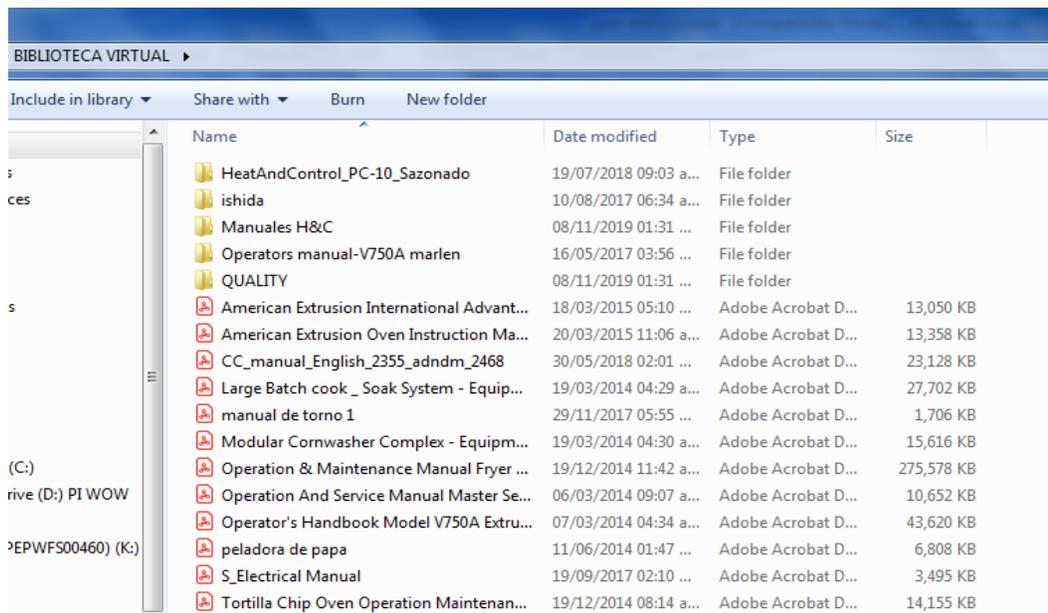
Nombre y apellido	Firma
Oscar Corajeda	
Jiménez Gosa	
José Alvarado	
Nery Cortés	
Luis García	
Hugo Torro	
Felipe Aguilar	
Mario Chiles	
Danny Sazo	
Myrnel Pay-I	

Fuente: Empresa de alimentos (2019). *Documentación 2019.*

La divulgación y acceso a los indicadores es un recurso, para que el proceso de mejora continua no se detenga, es por ello que, ante los escasos medio de comunicación se procedió a realizar, a utilizar las pantallas de anuncios en la empresa de alimentos, los tableros físicos utilizados dentro de departamento y como fondo de pantalla en las estaciones donde se utiliza el MP9.

Los manuales de mantenimiento y el monitoreo físico fueron los recursos más importantes, debido a que permitieron conocer las necesidades de cada equipo, logrando que el mantenimiento, se gestionan de forma estándar, sea auditables y se enfoque en la mejora continua. Como resultado se creó una biblioteca virtual, para garantizar que la información esté disponible en todo momento, como se aprecia en la figura 29.

Figura 29. **Biblioteca virtual**



Fuente: elaboración propia.

3.4. Resultados estructuración de la información con base en la norma ISO 9000:2015

A nivel administrativo, tener una imagen de la gestión de los equipos de producción ubicados en una línea de producción facilita una mejora continua, esto se ve reflejado al crear un flujo de información eficaz y eficiente, debido a la confiabilidad de los datos obtenidos.

En el análisis estadístico se pudieron observar comportamientos muy interesantes y similares en cuanto al flujo y manejo de información, esto debido a la mala gestión establecida, la cual estaba basada en experiencia y creencia, provocando una desorientación o confusión en el personal. Lo corrigió al establecer una estructura bien definida y personalizada para cada equipo, mediante de los manuales técnicos adecuados, solicitados a los proveedores los cuales fueron previamente identificados y criterios técnicos establecidos.

Es importante destacar que, la estructura definida para cada equipo permitió identificar, las características de los insumos a usar en cada tarea de mantenimiento preventivo, y en consecuencia poder asignar un costo real a este apartado, así mismo se pudo determinar tiempo y el recurso humano para cada actividad a realizar. Logrando hacer más eficiente el trabajo del taller.

La norma ISO 9001:2015 establece que, la adopción de un sistema de gestión de la calidad es una decisión estratégica para una organización que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible. Permitiendo la mejora continua y calidad.

Se establece que, los proyectos de mejora e implementación de maquinaria nueva, o de productos nuevos deben involucrar al departamento de mantenimiento, para evaluar la afectación e intervención de los equipos de la línea 8.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Mediante el siguiente análisis de los resultados obtenidos en la investigación del modelo propuesto de gestión de la información de la maquinaria industrial en una línea de producción basado en la norma ISO 9001:2015 en una empresa de alimentos.

4.1. Variables para desarrollar los indicadores con los cuales se controlará y medirá en el departamento de mantenimiento

Para las empresas, los procesos de producción son importantes para satisfacer las necesidades de los clientes, estableciendo que la disponibilidad de los procesos sea fundamental para el cumplimiento, tanto en tiempo como en calidad para entregar el producto final. Con la implementación de mejoras en los planes de mantenimiento, evaluación y asociación de insumos, así como estructura en el programa de gestión, la disponibilidad de los equipos aumentó 5.44 % durante los nueve meses posteriores a la implementación de los cambios.

Presentándose inconformidades y oposición de parte de los técnicos y colaboradores del departamento, indicando que el ingreso de información al sistema no formaba parte de sus actividades cotidianas, y criticar el observar y medir la realización de las tareas de mantenimiento. Durante los primeros meses se observó la poca calidad de la información ingresada al sistema, la cual fue aumentando, al hacerla formar parte de la rutina de trabajo. Lo cual derivó en indicadores reales y sustentables.

En base a la publicación de Pintelon (2010) se planteó un sistema de indicadores de mantenimiento ante la necesidad de que exista un vínculo entre el mantenimiento y las demás funciones organizacionales, resaltan la importancia del uso de las técnicas cuantitativas para la gestión, proponen la organización por niveles para ejecutar las funciones de mantenimiento y vislumbran la utilización de sistemas expertos y mencionan el TPM (Mantenimiento Productivo Total) y RCM (Mantenimiento Basado en la Confiabilidad). Confirmando la necesidad de establecer los indicadores adecuados para cada gestión.

Se desarrollaron indicadores que identifican la fiabilidad de los equipos, mediante el TMEF, y la eficacia de la reparación mediante el TMPR. Esto deriva en poder determinar cuánto, los 3 equipos con mayor TMEF y TMPR afectan a la producción de la línea 8, permitiendo establecer los costos de mantenimiento y evaluar el mantenimiento realizado, la frecuencia con la que se realiza, mejoras a los procedimientos y calidad de los insumos utilizados, y concluir incluso la solicitud del cambio del equipo, derivado del costo que representa tanto para producción y mantenimiento.

Los colaboradores y técnicos indicaban que, informaban constantemente de la recurrencia de fallas en equipos y estos no eran atendidos por los responsables, perspectiva la cual cambia al ver que los indicadores mostraban esos equipos y en los cuales se mostraba incluso las causas que originan las fallas. Siendo el 69 % causada por fatiga o desgaste de partes, indicando la falta de mantenimiento, lo cual se corrigió acortando las frecuencias de mantenimiento.

Medir la disponibilidad de los equipos, identificación de actividades, así como los indicadores anteriormente mencionados, permiten detectar y enfocar problemas y oportunidades de mejora, siendo fundamental el ingreso de la

información al sistema de gestión MP9, para la generación, control y gestión de información y control de la maquinaria.

El Sistema computarizado para la administración de mantenimiento, CMMS por sus siglas en inglés (*Computerized maintenance management system*) controla y organiza un departamento de mantenimiento, diseñando programas de mantenimiento preventivo, ayuda a disminuir el tiempo muerto, monitorea el inventario de refacciones y lleva el control de sus proveedores, de las reparaciones a los equipos y de su costo histórico. (Bustamante, 2014, p. 45)

4.2. Recursos necesarios para diseñar un sistema de gestión de mantenimiento basado en la Norma ISO 9001:20015

La gestión permite la administración de los recursos para el alcance de los objetivos trazados, esto no significa que exista un tipo de gestión que garantice resultados exitosos, sin embargo, podemos apoyarnos con alguna metodología o norma como es la aplicación realizada en esta investigación, basándose en la norma ISO 9001:2015. Con lo cual se podrá gestionar en base a las necesidades y dificultades presentes, identificando y midiendo, por medio de los indicadores establecidos.

Se establecieron como recursos, los manuales de mantenimiento, insumos, sistemas de capacitación y comunicación, y el sistema de gestión computarizado MP9. García (2015), en su investigación Modelo de gestión de mantenimiento para incrementar la calidad en el servicio en el departamento de alta tensión de STC metro de la ciudad de México. Establece la metodología para las actividades de mantenimiento, como primer paso es tener un conocimiento teórico de los conceptos de mantenimiento y las herramientas de ingeniería, seguidamente

identificando los elementos claves para evaluar los equipos y procedimientos estandarizados para dar el mantenimiento correctivo e implementar el preventivo.

Dentro de los recursos necesarios para el diseño de la gestión se consideró la utilización de un programa computarizado de gestión de mantenimiento el cual, a pesar de estar habilitado, los técnicos y colaboradores desconocían la importancia y utilidad, herramienta que aprendieron a utilizar y formar parte de sus actividades cotidianas.

Se procedió a evaluar y corregir los planes de mantenimiento de la línea 8, mediante la revisión documental de los manuales de mantenimiento de cada equipo de la línea, obteniendo actividades más precisas y acordes a cada parte de los equipos, así como procedimientos estandarizados y efectivos para realizar cada actividad de mantenimiento.

Como recurso esencial se estableció la estandarización de los insumos requeridos para cada actividad de mantenimiento, la cuales eran muy variables, dentro de las cuales están, la calidad y el tipo de material. Con lo cual se logró establecer parámetros de durabilidad y aplicabilidad para cada equipo y necesidad durante las actividades de mantenimiento. Paralelamente obtener un mejor control de costos al ser adquiridos a los mismos proveedores, permitiendo incluso realizar contratos con proveedores.

Los recursos de la comunicación y capacitación permitirán la mejora continua, esto mediante el traslado eficaz hacia los colaboradores, conociendo el rendimiento e importancia de la gestión de los equipos. Como se constató durante las reuniones de informativas para presentar los indicadores y cambios para la gestión de la línea 8, durante las cuales se percibió el cambio, de considerarlo

inútil y sin importancia a, estar en disposición para contribuir con las mejoras del proceso y conocer la importancia de sus roles dentro de la empresa.

4.3. Estructura del sistema de información para la correcta gestión de la información de la maquinaria

Para la correcta gestión es esencial definir la estructura de se desea implementar, para ello fue fundamental conocer el entorno de la empresa, el cual se identificó la falta de información de los equipos, los cuales deben contar con un manual de mantenimiento, descubriendo que el 39 % de los equipos no contaba con el manual, y la mitad de los manuales existentes contenían información de uso general y no de mantenimiento. Con lo cual se procedió a la búsqueda de los manuales correspondientes y experiencia de los técnicos del departamento para obtener la información requerida para el correcto mantenimiento de la maquinaria. Logrando estructurar la gestión en base a las necesidades de los equipos.

Para establecer una metodología para determinar la criticidad de los equipos, se deben de tomar los criterios para la selección de las estrategias de mantenimiento aplicables a cada equipo y cómo validar una metodología establecida con la aplicación a un sistema o equipo, lo que aporta es un modelo de gestión de equipos según varios criterios estratégicos. (Olarte, 2010, p. 15)

Lo cual resultó complicado al tener equipos discontinuados por parte de los fabricantes y la pérdida de información, paralelamente, con la negativa inicial de colaboración por parte de los técnicos. Estableciendo posteriormente procedimientos que cuentan con un insumo adecuado, mano de obra especializada y sobre todo claridad en el desarrollo de cada actividad. Así mismo

establecer el registro y control de fallas mediante el programa de gestión MP9, como parte del proceso de actividades realizadas, evitando de esta manera la pérdida de información.

Con la concentración de la información, se generaron los indicadores que permitieron establecer las oportunidades de mejora y deficiencias en la gestión. Algo que antes del desarrollo de investigación no se obtenía y eran generados con poca o nada de información.

Además de implementar y dar acceso a la información mediante el establecimiento de una biblioteca digital, en todas las computadoras del departamento en las cuales se encuentran los manuales de cada equipo instalado en la línea y los indicadores generados. Esto facilitó las consultas técnicas y el conocimiento del rendimiento del departamento. Estableciendo la estructura que permite el alcance de los objetivos y la mejora continua.

CONCLUSIONES

1. La implementación de indicadores adecuados para medir el sistema de gestión, permitió identificar las oportunidades de mejora e implementar un sistema adecuado para obtener resultados de beneficio para la empresa, dentro de los cuales cabe destacar la reducción de costos y el aumento de la utilidad de los equipos. Así mismo permitió establecer la importancia de las herramientas digitales, que permiten concentrar toda la información y posterior generación de indicadores o informes.
2. El análisis de la documentación, entorno y gestión utilizada, mostró la falta de información adecuada, para el correcto mantenimiento de los equipos, reflejado en paros de producción y descontrol del departamento, aunado a procedimientos mal aplicados. La investigación permitió establecer los recursos humanos y materiales necesarios, para aumentar la disponibilidad de los equipos y la efectividad del mantenimiento.
3. Estructurando un sistema de gestión basado en la estandarización de la información, mediante definir: tiempo, costo, materiales y el recurso humano. Para determinar, proporcionar, controlar y prever las necesidades del departamento, mediante planificación, apoyo, operación, evaluación de desempeño y oportunidades de mejora, permitirá la operación de sus procesos y lograr la conformidad de los productos y servicios.

4. La gestión de la información de la maquinaria industrial en una línea de producción, es de vital importancia, porque permite mantener los equipos en óptimas condiciones y no afectar el proceso, esto se logró al tener como base la norma ISO 9001:2015, con la cual se lograron establecer los lineamientos para elaborar un modelo de gestión de la información confiable y útil para la toma de decisiones.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar los indicadores, para definir las oportunidades de mejora dentro del departamento, y demostrar la importancia del flujo de información para la toma de decisiones. Creación de equipos multidisciplinarios, para la corrección de hallazgos e implementación de soluciones.
2. Implementar el modelo propuesto, como sistema de gestión para definir los recursos del resto de equipos instalados en planta, Esto garantizará cumplir con los requerimientos legales y organizacionales, establecidos en las auditorías internas y externas.
3. Utilizar la estructura de gestión definida, permitirá obtener información de equipos nuevos y actualización de los existentes, mediante datos del fabricante, datos del equipo, fotografías, manual de repuestos, mantenimiento y operación, programas de capacitación técnica y operativa.
4. Implementar el sistema desarrollado en toda la planta, el cual garantiza la calidad de la gestión, debido al uso de la norma ISO 9001:2015 como base, permitiendo cumplir con los estándares establecidos por las políticas de la empresa.

REFERENCIAS

1. Arteaga, F. y Ruiz Pernet, J. (2014). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (Gmao) como herramienta web para gestionar solicitudes de mantenimiento y la toma de decisiones Córdoba* (Tesis de licenciatura). Universidad De Córdoba, Colombia.
2. Banguera, A. (2015). *Diseñar una propuesta para la implementación de un modelo de sistema integrado de gestión en calidad, medio ambiente y salud ocupacional para la empresa industria cartonera, basada en la aplicación e integración de las Normas ISO 9001, ISO 14001 Y OHSAS 18001, que permitan aumentar la competitividad en la fabricación de cajas de cartón corrugado* (Tesis de maestría). Universidad De Guayaquil, Ecuador.
3. Bedoya, C. (Septiembre, 2014). ISO 55000 Gestión de activos, Una mirada hacia el futuro desde el área de mantenimiento. XXXI Congreso Técnico FICEM. Conferencia llevada a cabo en Santo Domingo, República Dominicana.
4. Castaño S. (2014) *Redes de distribución de energía*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
5. Chiavenato, I. (2014) *Iniciación a la administración de ventas*. México: McGraw-Hill.

6. Dounce, E. (2015). *La Administración en el Mantenimiento*. México: Editorial Continental S.A.
7. Empresa de alimentos (2019). *Documentación 2019*. Guatemala: Autor.
8. Enriquez, W. (2016). *Manual para la implementación de un modelo de gestión para los equipos principales de generación de energía eléctrica* (Tesis de maestría). Universidad de Uzuay, Ecuador.
9. Evans, J. y Lindsay, M. (2005). *Administración y control de la calidad*. Sexta Edición. México: Thomson Editores.
10. García Esparza, C. (2015). *Modelo de gestión de mantenimiento para incrementar la calidad en el servicio en el departamento de alta tensión* (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, México. Recuperado de <https://docplayer.es/51084249-Instituto-politecnico-nacional-unidad-profesional-interdisciplinaria-de-ingenieria-y-ciencias-sociales-y-administrativas.html>.
11. García, S. (2012). *Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial*. Madrid, España: Renovetec. Recuperado de <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>.
12. Gaytan, A. (2000). *Administración del mantenimiento* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/750/1/1020148008.PDF>.
13. Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México: Mc Graw Hill.

14. Hernández, S. (2001). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
15. Jimenez, A. (septiembre, 2014). Una mirada hacia el futuro desde el área de mantenimiento. *XXXI Congreso Técnico FICEM*. Congreso llevado a cabo en República Dominicana.
16. Jiménez, N. (14 de febrero, 2011). Confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, entendiendo sus diferencias [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://maintenancela.blogspot.com/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html>.
17. Leal, L. (2009). *Índices e indicadores de mantenimiento*. Montevideo, Uruguay: URUMAN.
18. Narváez, A. (2015). *Implementación de un plan de mantenimiento para los laboratorios de proceso y transformación de materiales del área de Ingeniería de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca* (Tesis de licenciatura). Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.
19. Olarte, C., Botero, A. y Benhur, A. (2010). *Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos industriales*. Pereira, Colombia. Universidad Tecnológica De Pereira.
20. Ortiz, J. (2014). *Sistema de control de gestión para la gerencia de mantenimiento de la empresa Aeroservicio S.A.* (Tesis de maestría). Universidad de Chile, Chile. Recuperado de

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117566/Ort%C3%ADz%20Ort%C3%ADz%20Jos%C3%A9.pdf?sequence=1>.

21. Palenzuela, A. (2015). *Las poliolefinas en la industria actual: del petróleo a los plásticos* (Tesis de licenciatura). Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de <http://oa.upm.es/40113/>.
22. Ramírez, S. (2014). *Análisis de datos de fallan empresa* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
23. Rey, S. F. (2001). *Manual de mantenimiento integral en la empresa*. Madrid, España: Editorial Príncipe de Vergara.
24. Richardson, L. y Lokensgard, E. (2003). *Industria de plástico: plástico industrial*. Madrid, España: Paraninfo. Recuperado de [https://www.biblio.uade.edu.ar/client/es_ES/biblioteca/search/detail/nonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD_ILS\\$002f0\\$002fSD_ILS:261217/ada?qu=PRUEBAS&ic=true&ps=300](https://www.biblio.uade.edu.ar/client/es_ES/biblioteca/search/detail/nonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:261217/ada?qu=PRUEBAS&ic=true&ps=300).
25. Rivera, E. (2011). *Sistema de gestión del mantenimiento industrial* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Perú.
26. Rodríguez, J. (2008). *Gestión del mantenimiento, introducción a la teoría del mantenimiento*. España: Autor. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/7497765/Gestion-del-mantenimiento>.
27. Salazar, A. (2010). *Teoría de sistemas aplicada a la ingeniería industrial*. México: Prentice Hall.

28. Salguero, M. (2007). *Proceso de gestión de calidad en mantenimiento preventivo* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos, Guatemala, Guatemala.
29. Superintendencia de Banco de Guatemala (2018). Memoria de labores 2017. Guatemala: Autor.
30. Suzuki, T. (1994). *Tpm in process industries*. Estados Unidos: Productivity Press.
31. Verenan (abril, 2016). Modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica. *Ciencias básicas y tecnología*, 28(1), 99-105. Recuperado de <http://www.scielo.org.ve/pdf/saber/v28n1/art10.pdf>.

APÉNDICES

Apéndice 1. Hoja de observación

Hoja de Observación						
						
llene la siguiente hoja con datos de cada actividad observada durante el mantenimiento a un equipo, por ejemplo: cambio de cojinetes.						
TECNICO: _____		FECHA: _____		EQUIPO: _____		
No	ACTIVIDAD	Anotaciones	RIESGO DE ACCIDENTE SI/NO	TIENE ORDEN DE TRABAJO SI/NO	PREVENTIVO/ CORRECTIVO	ESTA CAPACITADO SI/NO
	MECANICA					
	ELECTRICA					
	INSTRUMENTACION					
	NEUMATICA					
	OTROS					

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Encuesta realizada al personal del departamento de mantenimiento, empresa de alimentos

llene el siguiente formulario colocando sus datos y respondiendo cada pregunta marcando el cuadro a la derecha de su respuesta con una X

1 Datos

Nombre: _____ **Puesto** _____
Edad: _____ **Jefe Inmediato** _____
Especialidad: _____ **Antigüedad Laboral:** _____
Area _____
Turno _____



2 ¿Utiliza el software de gestion MP?

Sí No

3 ¿Cuál es la actividad que mas realiza durante la jornada laboral?

Mantenimientos Preventivos Mantenimiento Correctivo Mejoras/Apoyo
 Mantenimientos Predictivos Proyectos
 Otros _____

4 Marque con una X que tipo falla ve con mas frecuencia

	Empacadora	pesadora	f redidor	horno	lav adora de maiz	transportador	Sistema de aceite de fritura
mecanica	<input type="checkbox"/>						
electronica	<input type="checkbox"/>						
neumatica	<input type="checkbox"/>						
hidraulica	<input type="checkbox"/>						
automatizacion	<input type="checkbox"/>						
operación	<input type="checkbox"/>						
otros _____	<input type="checkbox"/>						

5 ¿Cuál cree usted que es la razon por la cual no se hacen mantenimientos preventivos ? (marque solo 1)

Falta de Repuestos Mala PLaneacion Incomprenion de los trabajos
 Desorganizacion Falta de capacitacion disponibilidad de los equipos
 Falta de personal Otros: _____

6 ¿Cómo le informan las estadísticas del rendimiento de departamento? Puede seleccionar varios

persona a persona Reuniones ninguna
 escrito telefono Otros: _____
 correo electronico todas las aneriores _____

7 ¿Cuáles son los 3 principales factores que debería tener un mantenimiento preventivo?

Calidad criticidad disponibilidad de equipo
 repuestos mano de obra tiempo

8 ¿conoce la importancia del uso del software de gestion?

SI No

Si la respuesta fue Si, favor continúe con la siguiente pregunta.

9 ¿Marque SI o NO de acuerdo a su criterio y conocimiento del tema ?

	SI	NO
¿sabe usar el software de gestion?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿considera util es software de gestion?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿usa frecuentemente el software de gestion?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿conoce la diferencia entre mantenimiento correctivo y preventivo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

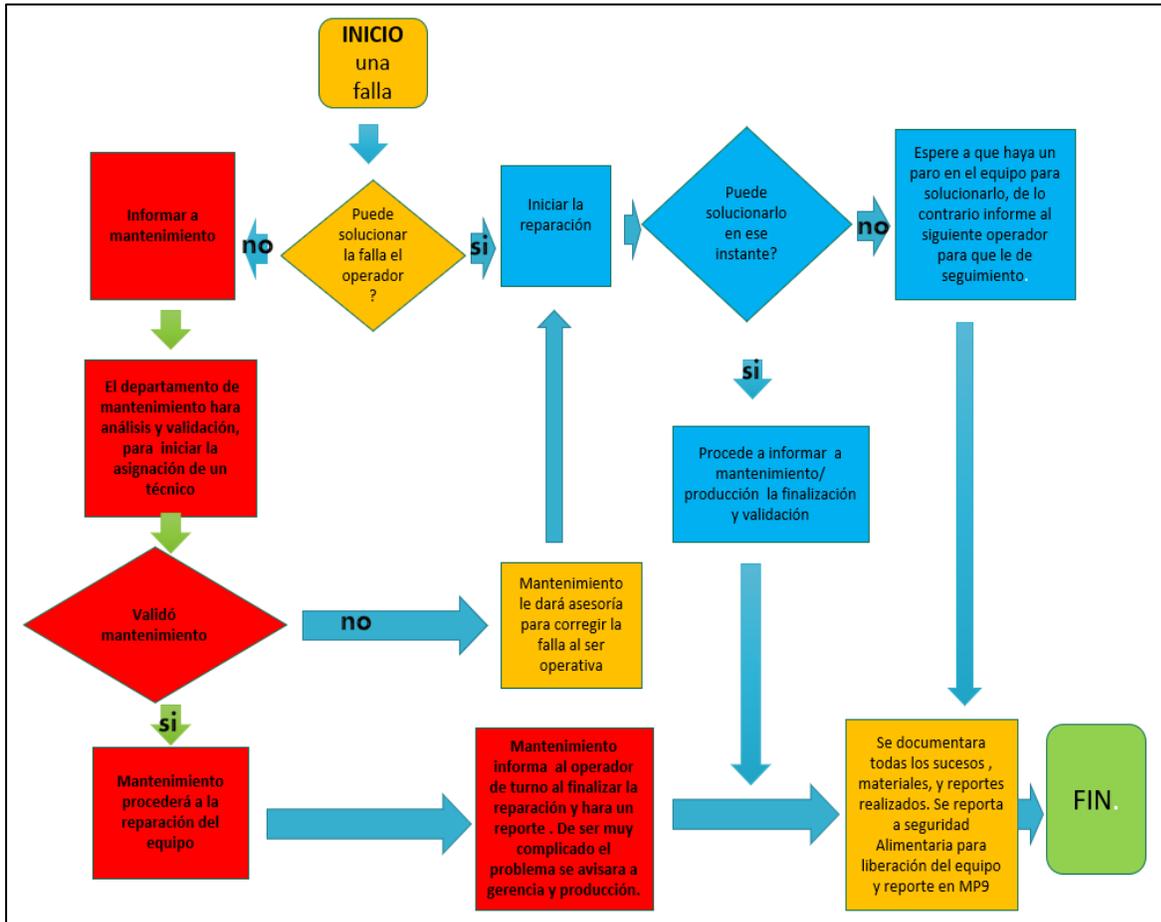
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Hoja de registro de equipos

REGISTRO DE EQUIPOS		MANUAL PAPEL O DIGITAL: SI NO	No. REGISTRO	No. INVENTARIO
TIPO DE EQUIPO				
MARCA		MODELO		FECHA DE ARRANQUE
SERIE		FECHA DE COMPRA		
DESCRIPCION DEL EQUIPO:				
CONTACTOS DE PROVEEDOR O FABRICANTE				
NOMBRE	CARGO	EMPRESA	TELEFONO	CORREO ELECTRONICO
FOTOGRAFIAS				
<div align="right">  </div>				

Fuente: elaboración propia.

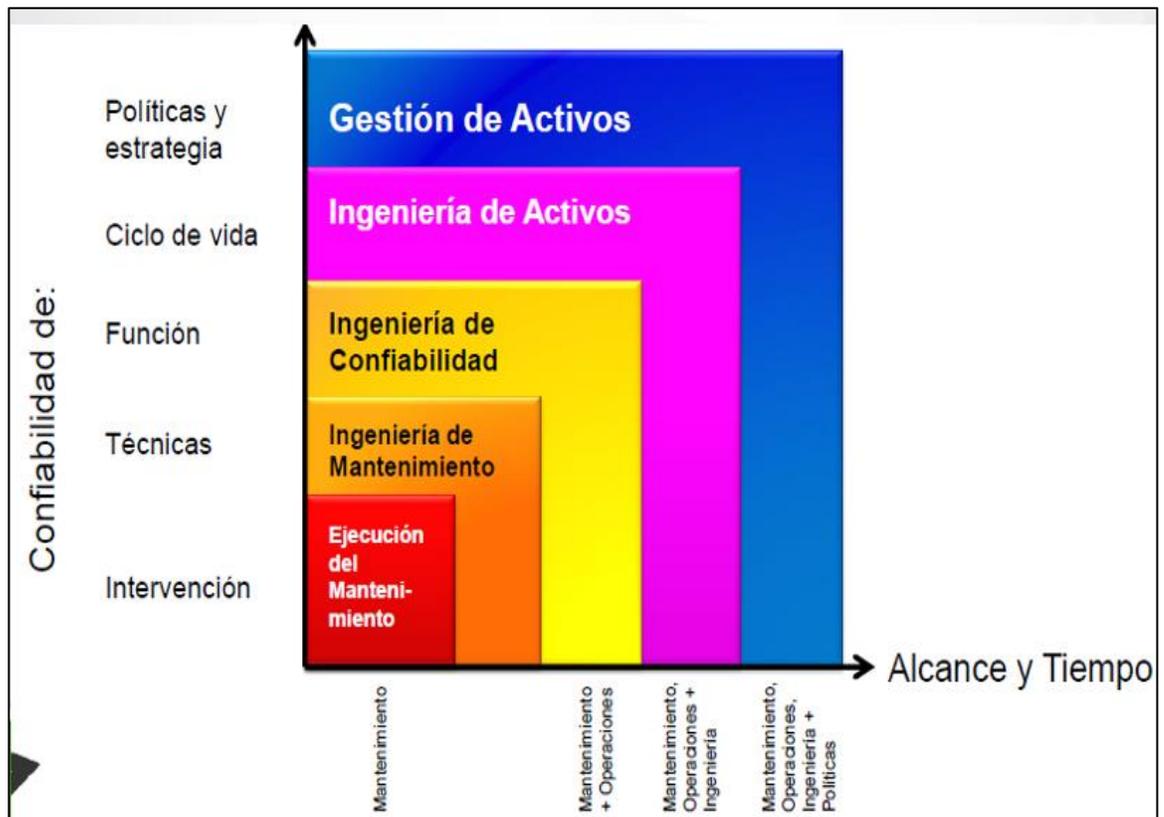
Apéndice 4. Diagrama de flujo para seguimiento de fallas



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

ANEXO

Anexo 1. Evolución de la Gestión de Activos



Fuente: Jimenez (2014). *Una mirada hacia el futuro desde el área de mantenimiento.*

