



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
BASADO EN EL MODELO DE GESTIÓN DE CALIDAD TPM, CON ENFOQUE SISTEMÁTICO  
PARA EQUIPOS CRÍTICOS DENTRO DE UNA EDIFICACIÓN Y SUS INSTALACIONES**

**José Antonio Castillo Chávez**

Asesorado por la MSc. Inga. Carola Berioska García García

Guatemala, agosto de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
BASADO EN EL MODELO DE GESTIÓN DE CALIDAD TPM, CON ENFOQUE SISTEMÁTICO  
PARA EQUIPOS CRÍTICOS DENTRO DE UNA EDIFICACIÓN Y SUS INSTALACIONES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JOSÉ ANTONIO CASTILLO CHÁVEZ**

ASESORADO POR LA MSC. INGA. CAROLA BERIOSKA GARCÍA GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado de León
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
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:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
BASADO EN EL MODELO DE GESTIÓN DE CALIDAD TPM, CON ENFOQUE SISTEMÁTICO  
PARA EQUIPOS CRÍTICOS DENTRO DE UNA EDIFICACIÓN Y SUS INSTALACIONES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha julio 2016.

**José Antonio Castillo Chávez**



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

**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226**



AGS-MGIPP-020-2017

Guatemala, 24 de junio de 2017.

Director  
Francisco Gómez Rivera  
Escuela de **Ingeniería Industrial**  
Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **José Antonio Castillo Chávez** carné número **201020530**, quien optó la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Gestión Industrial**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

Carola Berioska García G.  
Ingeniera Industrial  
Colegiada 6045

"Id y Enseñad a Todos"

MSc. Inga. Carola Berioska García García  
Asesor (a)

Dra. Alba Maritza Guerrero Spínola  
Coordinadora de Área  
Gestión de Servicios

ALBA MARITZA GUERRERO SPINOLA  
INGENIERA INDUSTRIAL  
COLEGIADA No. 4611

MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Reinos  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo  
/la

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.118.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: DEL DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL MODELO DE GESTIÓN DE CALIDAD TPM, CON ENFOQUE SISTEMÁTICO PARA EQUIPOS CRÍTICOS DENTRO DE UNA EDIFICACIÓN Y SUS INSTALACIONES**, presentado por el estudiante universitario José Antonio Castillo Chávez, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2017.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.118.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: DEL DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL MODELO DE GESTIÓN DE CALIDAD TPM, CON ENFOQUE SISTEMÁTICO PARA EQUIPOS CRÍTICOS DENTRO DE UNA EDIFICACIÓN Y SUS INSTALACIONES**, presentado por el estudiante universitario José Antonio Castillo Chávez, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR a.i.  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2017.

/mgp

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por su gracia y bondad, por haber guiado mis pasos e iluminarme con sabiduría e inteligencia hasta alcanzar mis metas.
- Mis padres** José Castillo y Victoria Chávez. Por su confianza y apoyo incondicional en todas mis etapas de educación que me han brindado a base de esfuerzo y sacrificio.
- Mis hermanos** Betzabé, Julio, Rosa y Josué(+). Por su compañía, cariño y apoyo brindado en cualquier momento.
- Mi novia** Por su cariño, apoyo y palabras de aliento brindadas en la etapa actual de mi carrera y profesión.
- Mis abuelas** Jacinta y Rosa. Por todos aquellos consejos que me han aportado tanto en la vida personal como profesional.
- Mis tíos** Jorge, Julio, Rudy y Alex. Por todo el cariño, consejos y apoyos en los momentos importantes de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por la oportunidad de formación, todos los conocimientos académicos que he tenido como privilegio adquirir.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por todo el conocimiento aportado y que hoy en día me acompaña y ayuda para desarrollarme profesionalmente.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Cristian, Byron, Gabriel. Por todo el apoyo en cada una de las etapas y clases que hemos compartido los cuales han sido valiosos para mi desarrollo profesional.
<b>Asesora</b>	Inga. Carola García. Por su orientación y guía en mi trabajo de graduación, aportando su experiencia y conocimientos.
<b>Seguros G&amp;T y compañeros de trabajo</b>	Por su total apoyo y su apertura que me permite realizar el actual trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN .....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ANTECEDENTES .....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
2.1. Problema .....	3
2.2. Descripción del problema .....	3
2.3. Formulación del problema .....	5
2.3.1. Pregunta central .....	5
2.3.2. Preguntas auxiliares .....	5
2.4. Delimitación .....	5
2.5. Viabilidad.....	6
3. JUSTIFICACIÓN .....	7
4. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	9
5. MARCO TEÓRICO .....	11
5.1. Edificios e instalaciones .....	11

5.1.1.	Empresas.....	11
5.1.1.1.	Su actividad económica .....	12
5.1.1.2.	Su creación .....	12
5.1.1.3.	Su tamaño.....	12
5.1.2.	Sector terciario o empresa de servicio .....	13
5.1.3.	Subsector financiero.....	13
5.1.4.	Mercado de seguros.....	13
5.1.5.	Acerca de la empresa .....	14
5.2.	Sistemas de gestión de calidad.....	14
5.2.1.	Características de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC).....	14
5.2.2.	Planeación de la calidad .....	15
5.2.3.	Control de la calidad.....	16
5.2.4.	Mejora continua de la calidad.....	17
5.2.4.1.	Ciclo de Deming.....	17
5.2.4.1.1.	Planificar.....	18
5.2.4.1.2.	Hacer.....	18
5.2.4.1.3.	Verificar .....	19
5.2.4.1.4.	Actuar .....	19
5.2.5.	Gestión de calidad. Metodología TPM .....	19
5.2.5.1.	Historia del TPM.....	20
5.2.5.2.	Objetivos del TPM.....	21
5.2.5.2.1.	Objetivos estratégicos .....	21
5.2.5.2.2.	Objetivos operativos .....	21
5.2.5.2.3.	Objetivos organizativos.....	22
5.2.5.3.	Metas del TPM.....	22
5.2.5.4.	Ventajas y desventajas del TPM .....	22
5.2.5.5.	Beneficios del TPM .....	23
5.2.5.6.	Pilares del TPM.....	24

5.2.5.6.1.	Pilar 1: mejoras enfocadas (Kaizen)	24
5.2.5.6.2.	Pilar 2: mantenimiento autónomo (Jishu Hozen).....	24
5.2.5.6.3.	Pilar 3: mantenimiento planificado (Keikaku Hozen).....	25
5.2.5.6.4.	Pilar 4: capacitación.....	25
5.2.5.6.5.	Pilar 5: mantenimiento oportuno .....	25
5.2.5.6.6.	Pilar 6: mantenimiento de calidad (Hinshitsu Hozen) .....	26
5.2.5.6.7.	Pilar 7: mantenimiento en áreas administrativas.....	26
5.2.5.6.8.	Pilar 8: gestión de seguridad, salud y medio ambiente .....	26
5.2.5.6.9.	Las pérdidas del TPM.....	26
5.3.	Mantenimiento.....	27
5.3.1.	Importancia del mantenimiento.....	28
5.3.1.1.	Importancia desde el punto de vista de la gestión.....	29
5.3.1.2.	Importancia desde el punto de vista del trabajador .....	29
5.3.2.	Objetivos del mantenimiento .....	30
5.3.3.	Tipos de mantenimiento .....	30
5.3.3.1.	Mantenimiento correctivo .....	31
5.3.3.2.	Mantenimiento preventivo .....	31
5.3.3.3.	Mantenimiento predictivo.....	32
5.3.4.	Modelos de mantenimiento.....	32
5.3.4.1.	Modelo correctivo .....	33
5.3.4.2.	Modelo condicional.....	33
5.3.4.3.	Modelo sistemático.....	34

5.3.4.4.	Modelo de mantenimiento de alta disponibilidad .....	34
5.3.5.	Ventajas de contar con un plan de mantenimiento.....	35
5.4.	Equipos críticos.....	36
5.4.1.	Equipo de climatización: aire acondicionado.....	36
5.4.2.	Equipo de transporte: ascensor .....	36
5.4.3.	Equipo de generación eléctrica: planta de emergencia .....	37
6.	PROPUESTA DE ÍNDICE.....	39
7.	METODOLOGÍA .....	41
7.1.	Variables e indicadores.....	42
7.2.	Fases de la investigación.....	44
7.2.1.	Fase 1: identificación, descripción y función de los equipos críticos instalados.....	44
7.2.2.	Fase 2: descripción y análisis de factores críticos correspondientes al proceso de mantenimiento.....	45
7.2.3.	Fase 3: elaboración de propuesta de plan de calidad para el mantenimiento de los equipos instalados con criticidad alta .....	45
7.3.	Población y muestra.....	46
7.4.	Resultados esperados .....	47
8.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	49
9.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	51

10.	RECURSOS NECESARIOS Y FACTIBILIDAD DEL PROYECTO.....	53
	CONCLUSIONES .....	55
	RECOMENDACIONES.....	57
	BIBLIOGRAFÍA.....	59
	ANEXOS.....	63



## ÍNDICE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Cronograma de actividades .....	51
----	---------------------------------	----

### TABLAS

I.	Cuadro de variables e indicadores.....	43
II.	Cuadro de recursos necesarios.....	54



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
=	Igual
-	Menos
%	Porcentaje
+	Suma



## GLOSARIO

<b>Calidad</b>	Conjunto de propiedades inherentes a algo, que permite caracterizarla y valorarla con respecto a otras de su tipo.
<b>Confiabilidad</b>	Buena funcionalidad de la maquinaria y equipo dentro de una industria en definitiva el grado de confianza que proporcione una planta.
<b>Crítico</b>	Elemento que representa un riesgo potencialmente inaceptable.
<b>Defecto</b>	Suceso que ocurre en una máquina que no impide el funcionamiento.
<b>Diagnóstico</b>	Dar a conocer las causas de un evento ocurrido en el equipo o máquina o evaluar su situación y su desempeño.
<b>Disponibilidad</b>	Porcentaje de tiempo de buen funcionamiento de una maquina o equipo por ente de toda la industria es decir producción óptima.

<b>Enfoque</b>	Orientación de un tema, cuestión o problema desde supuestos desarrollados con anticipación a fin de resolverlo de modo acertado.
<b>Entrenamiento</b>	Preparar o adiestrar al personal del equipo de mantenimiento, para que sea capaz de actuar eficientemente en las actividades de mantenimiento.
<b>Falla</b>	Daño que impide el buen funcionamiento de la maquinaria o equipo.
<b>Gestión</b>	Llevar a cabo acciones que hacen posible la realización de una operación.
<b>GPTW</b>	<i>Great Place to Work</i> (Gran lugar para trabajar)
<b>ISO</b>	<i>International Organization for Standardization</i> (Organización Internacional de Normalización)
<b>KPI</b>	<i>Key performance indicator</i> (Indicador clave de rendimiento)
<b>Mantenimiento</b>	Conjunto de acciones para que las instalaciones y máquinas de una industria funcionen adecuadamente.
<b>Mejorar</b>	Pasar de un estado a otro que de mayor desempeño de la máquina o equipo.

<b>Modelo</b>	Representación de procesos o sistemas que pretende el análisis de un grupo de acciones que tienen interacción entre ellos, para mantener una relación flexible que les permita cumplir su función particular.
<b>PDCA</b>	<i>Plan, do, check, act</i> (planear, hacer, verificar, actuar)
<b>PIB</b>	Producto interno bruto
<b>Planificar</b>	Trazar un plan o proyecto de las actividades que se van a realizar en un periodo de tiempo.
<b>Prevención</b>	Preparación o disposición que se hace con anticipación ante un riesgo de falla o avería de una máquina o equipo.
<b>Producción</b>	Es un proceso mediante el cual se genera utilidades a la industria.
<b>PYMES</b>	Pequeñas y medianas empresas
<b>Reparación</b>	Solución de una falla o avería para que la maquinaria o equipo este en estado operativo.
<b>Seguridad</b>	Asegurar el equipo y personal para el buen funcionamiento de la planta, para prevenir condiciones que afecten a la persona o la industria.

<b>Sistemático</b>	Realiza un trabajo o una tarea ordenadamente, siguiendo un método o sistema.
<b>SGC</b>	Sistema de gestión de calidad
<b>TPM</b>	<i>Total productive maintenance</i> (Mantenimiento productivo total)

## **RESUMEN**

Con el desarrollo de la investigación se propondrá la implementación del sistema de gestión de calidad y con esto se generarán mejores hábitos y resultados en la realización de los mantenimientos de los equipos.

Desde el punto de vista práctico se desarrollará un plan de mantenimiento y supervisión que garantice la reducción de desperfectos y correcciones en los equipos, y con ello el suministro de materiales y mano de obra que a su vez repercute en la economía del área y la compañía.

En la parte documental se llevarán a cabo políticas de mantenimiento que dan a conocer normas y procedimientos de calidad que se deben seguir para lograr que los equipos involucrados en la investigación trabajen óptimos y en el tiempo que se requiera de su funcionamiento, sin averías, defectos o problemas de seguridad.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Proponer el desarrollo de un plan de mantenimiento basado en el modelo de gestión de calidad TPM, con enfoque sistemático para equipos críticos dentro de una edificación y sus instalaciones.

### **Específicos**

1. Identificar los equipos críticos, describir su funcionalidad y analizar las fortalezas y debilidades del mantenimiento, previo a la realización del trabajo de investigación de cada uno dentro de las instalaciones.
2. Determinar los indicadores de desempeño adecuados para el monitoreo eficiente tras el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo de los equipos críticos instalados.
3. Proponer un sistema de calidad TPM basado en un modelo de mantenimiento sistemático para los equipos instalados, estableciendo procesos y políticas internas y externas.



## INTRODUCCIÓN

El problema que se tiene en cuanto a mantenimientos preventivos es que muy pocas veces es parte prioritaria de las empresas, esto debido a la falta de compromiso o desconocimiento que se tiene sobre mantener los equipos en óptimas condiciones, según los roles que estos tengan dentro de la organización. En ese sentido, es importante contar con un plan de mantenimiento preventivo en aquellas empresas en que el giro de negocio sea la producción de un servicio, en el que seguramente se tienen equipos que ofrecen un bien intangible para los colaboradores de la misma organización, o bien, para aquellas personas que visiten las instalaciones según sus necesidades.

Es necesario contar con un mantenimiento continuo para el óptimo funcionamiento de los equipos, siendo estos indispensables para la comodidad y bienestar de quienes laboran en las instalaciones y que brindan el servicio al cliente externo. Los beneficios que se obtendrán serán garantizar una mayor vida útil, mayor disponibilidad y funcionamiento, minimizando el riesgo de falla, así como una reducción en los mantenimientos correctivos, lo cual aporta a la reducción de los costos y a que aumenten las utilidades aprovechando los recursos de la organización.

La investigación propuesta se realiza bajo una metodología de enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), con alcance descriptivo y diseño no experimental. El investigador reúne la información con base en encuestas de percepción de servicio, realizadas a colaboradores de la compañía vía correo

electrónico, además, cuenta con el apoyo de los reportes de las distintas fallas y paros en los equipos, que hayan afectado de forma directa e indirecta a la operación en los distintos procesos. Por otro lado, el trabajo de investigación se desarrollará en 4 capítulos:

- Capítulo 1: marco teórico, en que se recabará toda la información necesaria para el análisis que aporte al desarrollo del trabajo de investigación, tomando como referencia proyectos similares desarrollados con detalles teóricos y técnicos.
- Capítulo 2: desarrollo de la investigación, capítulo para realizar un análisis detallado de la situación actual, indagando con los clientes internos por medio de encuestas para conocer lo que el cliente piensa. Así mismo, es necesaria la descripción del proceso de mantenimientos preventivos, identificando por medio de un análisis FODA los errores en ese proceso.
- Capítulo 3: presentación y discusión de resultados, en que se recaba toda la información y se analiza por medio de gráficos y estadísticas en que se identifican las necesidades a cubrir en la investigación.
- Capítulo 4: propuesta de solución, en que se trata de la elaboración de la propuesta del plan de calidad para los mantenimientos de los equipos instalados. Se busca que los perfiles de proveedores se adecuen a las necesidades encontradas, estándares y documentación de supervisión y seguimiento.

El trabajo se ejecuta según un esquema de solución de 3 etapas, con las cuales se pretende responder y cumplir los objetivos planteados, comenzando por un diagnóstico de los equipos, mediante la identificación y descripción de aquellos que son críticos para la compañía, dando paso así al análisis de factores críticos que corresponden al proceso de mantenimiento y, con esto, desarrollar en una última etapa un plan de calidad que garantice el óptimo funcionamiento, control y monitoreo.



## 1. ANTECEDENTES

Guillermo Navas (2010), con su proyecto final de graduación, titulado *Desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento en un edificio de oficinas*, logra facilitar técnicamente el desarrollo de las funciones propias de una infraestructura cuyo objetivo principal es conseguir la total satisfacción del cliente según su percepción en su visita, maximizando la disponibilidad permanente de edificios, equipos e instalaciones con la máxima fiabilidad y a costos razonables. Para realizar un plan de mantenimiento preventivo no es obligatorio ser de un área específica en cuanto a profesión o carrera. Es una parte técnica en la que se tiene que trabajar en conjunto con personas especializadas en cada uno de los aspectos importantes. En Guatemala no es común que las edificaciones cuenten con un plan de mantenimiento preventivo y que se vean afectadas con el costo de mantenimiento correctivo, lo cual no favorece pues es muy alto y mayor de lo que se pudiera invertir en un plan de mantenimiento efectivo. Parte importante de un plan de mantenimiento es contar con proveedores responsables que cumplan con los ofrecimientos y la calidad necesaria en su ejecución. Antonio Juárez (2005) lo ratifica en su trabajo de graduación titulado *Implementación de un sistema de control en el mantenimiento preventivo, específicamente en el Edificio de Rectoría del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala*, determinando un plan, controles, evaluación y seguimiento, para garantizar la mayor vida de los materiales, equipos e instalaciones mismas, cumpliendo con la función para la que fue diseñada y desarrollada la edificación.

Para realizar el trabajo de investigación y mejora del proyecto, tal como lo menciona Octavio Figueroa (2015) en su trabajo final, titulado *Definición de plan de mantenimiento óptimo para equipos críticos de una planta de laminación*, se deben definir las instancias iniciales con un plan de análisis de falla y criticidad de los equipos. Definidos los equipos o componentes críticos, se puede proceder al estudio de costos asociados en cuanto al mantenimiento correctivo y preventivo. Es importante mencionar que existen modelos para el estudio de los costos, para concluir con la definición de la estrategia de mantenimiento y una frecuencia óptima de inspecciones, seguimiento y medición. Con el diseño del plan se busca concientizar a los colaboradores de mantenimiento y proveedores del mismo en escuchar los equipos e interpretar sus fallas, para lograr una interacción entre la empresa subcontratada e internos, tal como lo menciona Fabiola Bojorquez (2008) en su tesis de grado, en la que realizó el *Diseño de un plan de mantenimiento productivo total para el área de texturizado en una empresa productora de yeso*, con un enfoque directo a las máquinas y operadores, quienes en la aplicación serían los encargados de intervenir y reportarlo a los especializados responsables de los trabajos de mantenimiento y reparación.

En cuanto a la empresa, es importante recalcar que, al establecer un proceso, se busca también la satisfacción, superando las expectativas de los clientes en algo más allá del servicio que se le brinda y en hacerlos sentir bien en las instalaciones en donde realizan su gestión. Esto se logra mediante la ayuda de la metodología de mantenimiento productivo total (TPM), especialmente para diseñar un plan de mantenimiento para el mejor funcionamiento de los equipos instalados. Sin embargo, como lo menciona Kjell Zandin (2005) en su *Manual del ingeniero industrial*, esta metodología requiere de mucho trabajo, atención y apoyos constantes, desde la gerencia hasta el área que vela por los equipos.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. Problema**

No se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo de calidad, lo que provoca la deficiencia en la gestión de mantenimiento para los equipos críticos (climatización, transporte y generación eléctrica), dentro de las instalaciones de la edificación.

### **2.2. Descripción del problema**

Los equipos de climatización, transporte y generación eléctrica, en conjunto, son llamados equipos críticos durante la investigación, debido a su importancia y funcionamiento dentro de las instalaciones de dicha edificación, en donde las actividades están basadas en el servicio al cliente, específicamente dentro del mercado de seguros, siendo esta una empresa fundada en 1947, pero situada en el inmueble a partir del año 1959.

El inmueble cuenta en sus instalaciones con estos equipos para hacer más confortable y de fácil acceso la estadía de los colaboradores y visitantes. Además, existe el objetivo de disminuir el riesgo de paro de producción, velando por que los colaboradores se encuentren en un lugar cómodo para el desempeño de sus labores, sin embargo, el problema principal por el cual se realiza este trabajo de investigación y desarrollo es porque estos equipos presentan fallas constantes en su funcionamiento, lo cual dificulta el cumplimiento de las actividades y genera malestar dentro de los mismos

clientes, internos y externos, pues no se les presta un servicio de calidad, ni se cumple con la salud y seguridad en el trabajo. Todo esto se debe al deficiente mantenimiento que se les da a los equipos, dado que no existe un plan que garantice la calidad en los procesos, ni control y seguimiento que aporte al funcionamiento continuo, minimización del riesgo de falla y reducción de costos por paros repentinos que conllevan a mantenimientos correctivos que impactan directamente en el presupuesto del departamento y restan utilidades a la compañía.

Por el hecho de ser equipo crítico es necesario que se cuente con un mantenimiento óptimo que minimice el riesgo de falla, para evitar con esto paros de producción, disminución o incumplimiento de metas, inconformidad de los colaboradores o hasta pérdidas financieras. Para el cumplimiento puntual de la investigación y gestión del proyecto se delimitan: ubicación del proyecto, sujetos de investigación y tiempo.

La investigación se realizará en un inmueble ubicado en la ciudad de Guatemala, empresa dedicada al servicio al cliente, con distintas áreas de proceso y soporte. Los sujetos de investigación son todas aquellas personas denominadas clientes internos en la compañía y los proveedores encargados de cada uno de los mantenimientos que se deben llevar a cabo. La investigación y gestión de mantenimiento para los equipos en mención se realizará durante los meses de junio del 2016 a diciembre de 2017.

## **2.3. Formulación del problema**

### **2.3.1. Pregunta central**

¿Qué modelo de gestión de calidad permite desarrollar un plan de mantenimiento de equipos críticos dentro de las instalaciones de una edificación?

### **2.3.2. Preguntas auxiliares**

- ¿Qué mantenimiento se le da a los equipos críticos para su funcionalidad, y cuál es el plan de mantenimiento de cada uno de ellos dentro de las instalaciones?
- ¿Cuáles son los factores críticos del mantenimiento preventivo encontrados en los equipos de una edificación y sus instalaciones?
- ¿Qué sistema de TPM puede adoptarse para un modelo de mantenimiento sistemático de equipos críticos?

## **2.4. Delimitación**

El trabajo de investigación se llevará a cabo en una compañía de servicios en el mercado de seguros, la edificación central se ubica en la ciudad capital de Guatemala, específicamente en la zona 4. Para la investigación del proyecto se estima un tiempo de seis meses, iniciando a partir de junio de 2017 y culminando en octubre del mismo año, siendo el objeto de estudio los equipos instalados en la compañía, denominados críticos por su funcionalidad.

## **2.5. Viabilidad**

Los responsables del departamento de mantenimiento, quienes son los encargados de velar por que los equipos funcionen de manera óptima, desean trabajar en el problema, encontrando la solución que genere un impacto positivo y trascendental desde la perspectiva del cliente, y que sea con base en las evaluaciones que otorguen resultados positivos en los indicadores de desempeño establecidos. Dada esta situación, se cuenta con el apoyo de la administración para realizar inspecciones constantes, así la interacción con el problema será de mayor utilidad y la información recabada respaldará la objetividad del trabajo de investigación, teniendo además toda la disposición de implementar una solución que permita mejorar el proceso de mantenimiento de los equipos. Por esta razón la realización de este trabajo de investigación en la compañía es viable.

En caso de que la investigación e implementación del proyecto no se lleve a cabo se tendrá como consecuencia negativa continuar con el incremento de los costos relacionados con el mantenimiento correctivo, los cuales repercuten en el presupuesto, tanto para el departamento como para la compañía, así mismo en el indicador de percepción de servicio que impone el cliente, sea interno o externo, como muestra de su insatisfacción, que a su vez repercute en el desempeño de los colaboradores, lo cual afecta grandemente los intereses de la compañía en la productividad y el servicio, que a nivel nacional han sido bien reconocidos. Caso contrario, los resultados que se esperan al completar la investigación y el desarrollo de la parte práctica de la misma son el aumento de satisfacción de servicio al cliente, el ahorro en el presupuesto del departamento y de la compañía, y la disminución de fallas y paros repentinos en los equipos que ocasionan retrasos de producción, ventas caídas o clientes internos y externos insatisfechos por la atención inadecuada.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

El trabajo se realizará bajo la línea de investigación de calidad y su relación con las asignaturas correspondientes como principios y fundamentos de calidad, tecnologías de calidad e implementación de sistemas de gestión de calidad de la Maestría en Gestión Industrial, con la implementación de un plan bajo la metodología TPM que aportará a la compañía y generará confiabilidad y uniformidad en el proceso de mantenimientos, con un enfoque sistemático para mejorar el desempeño en los indicadores establecidos.

La necesidad de resolver el problema con el desarrollo del plan de calidad hace que las empresas en Guatemala estén en constante competencia. En los últimos años se ha transformado el enfoque y no es precisamente precios o calidad con lo que estas se tratan de diferenciar, sino por el servicio, buscando la excelencia, lo cual conlleva que todos los clientes, mientras estén dentro de las instalaciones, sientan la comodidad que se ofrece. Es por esto que todos aquellos servicios que se prestan dentro de las instalaciones deben ser óptimos y de calidad, evitando cualquier falla de los equipos.

La importancia de contar con un sistema de calidad para el mantenimiento de los equipos en una compañía de servicios y atención al cliente radica en que es necesario minimizar el riesgo de paro que genere algún retraso en su proceso de producción, o bien, cause algún tipo de inconvenientes e insatisfacción, tanto con clientes externos, los cuales hacen sus gestiones, como de aquellos denominados clientes internos, que son en su

esencia quienes realizan todas las tareas y quienes juegan el papel de producción y atención al cliente externo, lo cual los hace igual de importantes.

La motivación que se tiene al abordar esta problemática es que la solución que se plantea abarcará los conocimientos teóricos de la Maestría de Gestión Industrial, por la experiencia técnica laboral obtenida, además, para la empresa esto generará mejores resultados económicos y de servicio para el departamento de mantenimiento. Los beneficios al contar con un plan de mantenimiento con un enfoque sistemático y con base en un sistema de calidad se verán reflejados en el ahorro del área, y repercutirán en las utilidades de la compañía, disminuyendo todos aquellos gastos innecesarios por la cantidad significativa de mantenimientos correctivos y quejas por parte de los colaboradores. Durante la estadía que el investigador ha tenido dentro de la compañía, se ha observado la carencia de un sistema de calidad para el mantenimiento de los equipos críticos. El mayor interés es que, aparte de garantizar un buen funcionamiento de estos, se busca beneficiar a la compañía con el aumento en la satisfacción del cliente interno y externo, que es tan importante dado que se busca que la compañía se mantenga en el ámbito reconocida como GPTW (*Great Place to Work*).

El beneficiario principal de esta investigación es el cliente, tanto interno como externo, quien debe sentir confianza y contar con un lugar óptimo para realizar cada una de sus actividades. El colaborador será más eficiente si el ambiente es agradable, y generará mayores ingresos pues su tiempo será utilizado de manera eficiente. Así mismo se tendrán menores costos en mantenimientos correctivos, reparaciones de equipos y mano de obra de personal interno, lo cual generará mayores utilidades, beneficiando así a la compañía misma por la reducción de gastos.

#### **4. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

La principal necesidad de desarrollar un plan de calidad para el mantenimiento preventivo de los equipos dentro de una edificación y sus instalaciones, además de que los colaboradores tendrán un mejor lugar para desarrollar sus actividades dentro de la compañía, lo cual producirá un clima laboral agradable que garantice se den buenos resultados en cada uno de los procesos que componen el sistema de la organización; la principal necesidad, pues, es minimizar el riesgo de falla y una reducción en los mantenimientos correctivos, lo cual aporta a la reducción de los costos y aumento en las utilidades, aprovechando de una mejor manera los recursos de la organización para garantizar una mayor vida útil, mayor disponibilidad y funcionamiento.

Es necesario minimizar el riesgo de paro que genere algún retraso por molestias ocasionadas a los colaboradores en su proceso de producción, o bien, que cause algún tipo de inconvenientes e insatisfacción tanto con clientes externos, los cuales realizan sus gestiones, como de aquellos denominados clientes internos, que son en esencia quienes realizan todas las tareas y quienes juegan el papel de producción y atención al cliente externo, lo cual los hace igual de importantes.

La solución que se desea plantear no solamente aplica en la empresa en que se realiza el trabajo de investigación sino también en todas aquellas empresas que en sus instalaciones cuenten con equipos similares en su función, eliminando las llamadas seis grandes pérdidas: a) fallas en los equipos, b) tiempos muertos, c) mantenimientos correctivos menores, d) funcionamiento

no en su máxima capacidad, e) pérdidas en los procesos, y f) pérdidas de tiempo por fallas en los equipos. Esto con el objetivo de optimizar recursos y minimizar riesgos que signifiquen, entre otras cosas, clientes insatisfechos (internos y/o externos), ventas caídas y hasta pérdidas económicas.

El proyecto está enfocado en un modelo sistemático para el tipo de mantenimiento preventivo bajo un plan de calidad TPM que garantice el óptimo funcionamiento de los equipos, estableciendo las bases y lineamientos que los proveedores deben seguir para que su funcionalidad y eficiencia se note en cada uno de los servicios brindados. Así también se ocupa del seguimiento que se le debe dar por parte de los responsables para que esto se lleve a cabo.

El trabajo se ejecuta según un esquema de solución de 3 etapas, con las cuales se pretende responder y cumplir los objetivos planteados, comenzando por un diagnóstico de los equipos, mediante la identificación y descripción de aquellos que son críticos para la compañía, dando paso luego al análisis de factores críticos que corresponden al proceso de mantenimiento, generando así indicadores de desempeño adecuados para el monitoreo eficiente. Con esto, por último, es atinado proponer el desarrollo en una última etapa de un plan de mantenimiento basado en el modelo de gestión de calidad TPM, con enfoque sistemático para equipos críticos dentro de una edificación y sus instalaciones, que garantice el óptimo funcionamiento, control y monitoreo.

## **5. MARCO TEÓRICO**

El marco teórico se fundamenta en cuatro capítulos que describen las partes importantes de la investigación. En la primera parte se hace una breve descripción de las edificaciones e instalaciones, para llegar a describir la empresa en donde se realiza el trabajo de investigación. En el segundo capítulo se habla de cómo se acopla un sistema de gestión de calidad con cada una de sus características siguiendo la filosofía de mejora continua para cumplir con un ciclo que garantice un óptimo funcionamiento del plan de mantenimiento basado en el sistema TPM, para luego continuar con la esencia del proyecto, que es el mantenimiento, y cómo este ha ido evolucionando desde la historia, importancia, objetivos, tipos, modelos y ventajas al realizarlo, para finalizar con una breve descripción de los equipos críticos instalados que son el objeto de investigación.

### **5.1. Edificios e instalaciones**

Son sitios dentro de la ciudad que sirven como lugar empresarial de servicio y/o de producción. Pueden ser públicos o privados, cada uno con funciones específicas y construidos con un fin, sin embargo, deben diseñarse confortables y armoniosos con el usuario final.

#### **5.1.1. Empresas**

Es un grupo de personas, bienes tangibles e intangibles, que comparten objetivos con la finalidad de obtener beneficios, interactuando en el mercado

para satisfacer las necesidades y deseos del usuario final o cliente. Para cumplir con su razón de ser las empresas deben valerse de una misión, objetivos y estrategias determinados por los altos mandos. Según la actividad a la que se dediquen, las empresas se pueden clasificar así:

#### **5.1.1.1. Su actividad económica**

Según la actividad a la que se dediquen, estas se dividen en:

- Sector primario (agricultura)
- Sector secundario (industria)
- Sector terciario (servicios)

#### **5.1.1.2. Su creación**

Según la constitución de la empresa, estas se dividen en:

- Empresas individuales
- Sociedades anónimas
- Cooperativas

#### **5.1.1.3. Su tamaño**

- Grandes empresas
- PYMES (pequeñas y medianas empresas)

### **5.1.2. Sector terciario o empresa de servicio**

Es el sector económico que abarca todas las actividades relacionadas con servicios que no producen bienes. Es la parte de la economía que más aporta al producto interno bruto (PIB) y que además ocupa la mayor parte laboral de la población. Este sector tiene subsectores tales como comercio, comunicaciones, administración pública, de finanzas, entre otros. Un servicio es toda aquella actividad esencialmente intangible que tiene por función otorgar una actividad que las personas necesitan para su satisfacción.

### **5.1.3. Subsector financiero**

Este sector, denominado financiero, relacionado con la actividad comercial, presta servicios de interacción con las personas a través de la generación de valor por medio monetario. Las actividades que se incluyen en este sector son: bancos e instituciones financieras, y dentro de estas se incluye el mercado de seguros, asesoría financiera y arrendamiento.

### **5.1.4. Mercado de seguros**

Es un mercado que busca el contrato en que una persona, llamada asegurador, se compromete por medio del cobro de una prima y, para el caso de que se produzca un evento de riesgo, se cubra e indemnice al contratante mediante los pactos antes establecidos y daños producidos, o también para la satisfacción de un capital, renta, entre otros.

### **5.1.5. Acerca de la empresa**

Compañía de servicios y atención al cliente, dentro del sector financiero en el mercado de seguros. Fue fundada en 1947 y ha estado en constante cambio y avance en su ámbito. Fue instalada en su ubicación adquiriendo el inmueble a partir del año 1959. Es importante mencionar que, en el año 2015, fue certificada como una empresa *Great Place to Work* a nivel Centroamericano y del Caribe, y en 2016 alcanza el segundo lugar en esta misma certificación a nivel nacional. Así mismo, es una empresa certificada ISO 9001:2008 desde el 2010 y, a partir del 2016, ISO 9001:2015<sup>1</sup>.

## **5.2. Sistemas de gestión de calidad**

Es una cadena de acciones realizadas sistemáticamente sobre elementos particulares, con la finalidad de alcanzar la calidad en todos los servicios y productos. Según Joseph Juran, con el sistema de gestión de calidad se busca planear, ejecutar, coordinar y controlar toda actividad que tiene como objetivo entregar al cliente un producto (servicio) con la calidad requerida por él. Uno de sus aspectos principales es el establecimiento de políticas claras de calidad que perfilen los lineamientos indispensables a seguir.

### **5.2.1. Características de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC)**

El SGC es la implementación de una estructura organizacional en conjunto con los procedimientos y el aseguramiento de todos los recursos que

---

<sup>1</sup> *Acerca de la empresa.* [www.segurosbyt.com.gt](http://www.segurosbyt.com.gt). Consulta: 2017.

se necesitan para la implementación de métodos que cubran todas aquellas actividades que se necesitan en el ciclo de vida de un producto o servicio efectivo. Según Juran (1998), un sistema de gestión de calidad se compone de tres procesos básicos: planeación de la calidad, control de la calidad y mejora continua de la calidad.

Los procesos son todas aquellas actividades que tienen entradas y salidas, en su interior se transforman elementos para generar productos o servicios. Toda empresa u organización cuenta con procesos, aunque no precisamente los tengan identificados y mapeados. Estos emplean recursos, procedimientos, planificaciones y personas responsables que velan por el cumplimiento de toda actividad planteada en el proceso mismo.

Los procedimientos, por su parte, son la forma o el medio de realizar un proceso. Son pasos debidamente detallados que, al realizarlos, transforman las entradas del proceso en productos o servicios. Estos, según el alcance y nivel institucional de la empresa u organización, están o no documentados, con la finalidad de que toda persona pueda leerlos y comprenderlos fácilmente y que no necesite mucho más tiempo del necesario en inducción.

### **5.2.2. Planeación de la calidad**

Son procesos que se establecen con la finalidad de buscar y desarrollar estrategias, de tal modo que se anticipe con la seguridad que con los productos y servicios se logren satisfacer todas las necesidades, y cumplir con lo que el cliente requiere en tiempo y forma, cumpliendo y sobrepasando las expectativas del cliente. Todo plan de calidad necesita identificar, clasificar y puntuar cada una de las características que son necesarias en el proceso. Al realizar una

planeación de calidad se debe responder las preguntas de una organización, tales como:

- ¿A dónde se quiere llegar?
- ¿Qué se va hacer para lograrlo?
- ¿Cómo se va a realizar?
- ¿Qué se va a necesitar? (recursos necesarios como lo son: recurso humano, infraestructura y equipo, recursos monetarios, entre otros).

### **5.2.3. Control de la calidad**

Para el control de calidad se necesita la participación activa en todo proceso de los miembros que, además, caracterizan o participan en el SGC, de tal modo que los nuevos productos y servicios conserven las especificaciones de calidad establecidos. Así mismo se deben desarrollar métodos y procedimientos para los ensayos en que se determinen las características de calidad de materias primas, materiales y productos terminados.

Es un seguimiento detallado de todos los procesos existentes de una organización, con el objetivo de mejorarlos para satisfacción del cliente, y con esto aumentar la rentabilidad de la misma. Las ventajas de establecer los procesos de control dentro de una organización son:

- Orden e interrelación de los procesos de la institución
- Seguimiento detallado de todas las actividades
- Detección a tiempo de problemas para su pronta corrección

#### **5.2.4. Mejora continua de la calidad**

La mejora continua, según Deming, es una filosofía que intenta optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio. Es utilizada de forma habitual en empresas manufactureras, esto con el deseo de disminuir los costos de producción con la misma o mejor calidad, pero también es aplicable y tiene mucho sentido para una empresa de servicio, lo cual hace que esta aventaje a sus competidores, debido a que se tienen las siguientes características:

- **Proceso documentado:** lo cual permite que todas las personas que sean parte del proceso lo conozcan y apliquen de la misma forma cada vez que sea realizado.
- **Medición constante:** con esto se logra determinar estándares que permitan verificar, según la periodicidad establecida, si el resultado esperado de algún proceso se está alcanzando o no. A esto se le conoce como indicadores o KPI's.
- **Involucramiento de los colaboradores:** es importante que todas o algunas personas seleccionadas estén involucradas, y es parte fundamental, ya que estos son los que tienen participación directa con la producción o servicio.

Existen diversas metodologías que se asocian a la mejora continua, sin embargo, existe una piedra angular llamada Ciclo de Deming, que resume la forma de resolver cualquier problema del proceso.

##### **5.2.4.1. Ciclo de Deming**

También conocido como ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) por sus siglas en inglés, se refiere a una estrategia de pasos necesarios que deben

llevarse de manera sistemática para lograr la mejora continua, que puede incluir disminución de fallos, aumento de la eficacia y eficiencia, solución de problemas, entre otros, según Deming.

El PDCA lo componen cuatro etapas cíclicas, lo cual quiere decir que una vez se llegue a la última de las etapas se vuelve a la primera para así repetir el ciclo nuevamente. Todas las actividades son evaluadas continuamente con la finalidad de buscar nuevas mejoras al sistema. Las cuatro etapas son:

#### **5.2.4.1.1. Planificar**

En esta etapa se asegura que el proyecto que se ha seleccionado dentro de la organización es importante, por lo que se establecen objetivos. Para lo anterior se busca y recopila información dentro de la organización, esta información puede ser: indicadores de competitividad del negocio, los cuales deberían representarse de forma gráfica para su interpretación por parte de todos los trabajadores, con lo que se busca escuchar las opiniones de estos; la información también incluye alternativas tecnológicas, entre otros aspectos.

#### **5.2.4.1.2. Hacer**

En esta etapa el equipo técnico que previamente se selecciona pretende identificar la causa raíz del problema y con esto proponer posibles soluciones que mitiguen los problemas. Para esto son recomendables distintas formas de recopilar la información teórica, entre ellas la más utilizada y que promueve la participación del equipo es la lluvia de ideas, lo que generará una lista de ideas que debe ordenarse por categorías para representar un diagrama de causa-efecto, el cual fue desarrollado por Ishikawa.

#### **5.2.4.1.3. Verificar**

Existen distintas formas o técnicas a través de las cuales se puede ir verificando el proceso o control, entre las más utilizadas están los histogramas, gráficos de control o tendencias, pues en estas formas visuales se pretende demostrar toda mejora implementada de las evidencias de la fase anterior.

#### **5.2.4.1.4. Actuar**

En esta fase se busca la incorporación hacia el siguiente ciclo de mejora en la planeación, los ajustes necesarios que se identificaron, se establecieron y realizaron y ahora están evidenciados gracias a la fase de verificación. Esta fase consiste en incorporar al siguiente ciclo de planeación todos aquellos arreglos necesarios que se hayan comprobado en la fase de verificación, tal como plantea el objetivo primordial de la mejora continua según el ciclo de Deming: la resolución de cada uno de los problemas uno tras otro sin detenerse.

#### **5.2.5. Gestión de calidad. Metodología TPM**

Thomas Powel (1995) menciona que el TPM es un método para mejorar e incrementar la productividad. Consiste en la aplicación práctica de datos sobre disponibilidad, cumplimiento del programa y calidad del producto y/o servicio. Con base en estas mediciones se busca la eficiencia de los equipos y que estos alcancen su óptimo funcionamiento. El TPM no es una simple estrategia de mantenimiento, sino un enfoque más integral de los mejoramientos de productividad y eficiencia.

Está enfocado en la maximización de la eficacia y disponibilidad de los equipos, a través de un plan de mantenimiento productivo, tan amplio que dure la vida útil de los mismos. Es importante el involucramiento de todas las áreas relacionadas con el proceso, lo cual debe venir desde la alta gerencia hasta los operarios o técnicos que promuevan el mantenimiento con base en la motivación a través de la interacción de personas agrupadas en ya establecidos grupos menores de trabajo.

#### **5.2.5.1. Historia del TPM**

Durante distintos años se han tenido diversas etapas hasta llegar al Mantenimiento Productivo Total, pasando por tres importantes, comenzando con el mantenimiento correctivo. Este se basa exclusivamente en la reparación de los equipos, en que se omitían la búsqueda de fallas o averías y, cuando habían reparaciones, no se les daba el seguimiento necesario para verificar que no sucediera de nuevo el problema. Luego se trabajó en el mantenimiento preventivo, en que se buscan posibles fallas y se corrigen antes que generen algún paro no deseado en el equipo. Con las distintas metodologías de trabajo se fue buscando mayor rentabilidad económica con base en la productividad que a su vez requería del funcionamiento óptimo de los equipos, por lo que se transformó la perspectiva y el enfoque fue dirigido a detectar y prevenir todos aquellos fallos que podrían tenerse.

Menciona Seiichi Nakajima (1989) el mantenimiento productivo, que aparece hasta los años sesenta, lo cual constituye la tercera fase de desarrollo antes de llegar al TPM. Esta fase incluye los principios del mantenimiento preventivo, pero se le agrega un plan de mantenimiento durante la vida útil de los equipos, lo cual incluye índices con el objetivo de que esto sea de fiar. Se llega al TPM y comienza con su implementación en Japón en los años sesenta,

incluye conceptos nuevos en los que se destaca el mantenimiento autónomo, que es realizado por los mismos operarios. Al aplicar el sistema TPM en una compañía se nota en la reducción significativa de los costos, la mejora de respuesta, la satisfacción al cliente y la fiabilidad de los equipos, así como en su disponibilidad.

#### **5.2.5.2. Objetivos del TPM**

Fabiola Bojorquez (2008) señala como los objetivos sobresalientes del TPM:

- Reducción de averías o fallas en los equipos
- Utilización eficiente de los equipos
- Satisfacción del cliente final
- Control y seguimiento
- Entrenamiento constante

##### **5.2.5.2.1. Objetivos estratégicos**

El sistema TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas y la reducción de costos operativos.

##### **5.2.5.2.2. Objetivos operativos**

El sistema TPM tiene como propósito en las tareas habituales que los equipos instalados operen sin averías y no presenten fallas, mejorando la fiabilidad de los equipos y que estos operen en su capacidad óptima.

### **5.2.5.2.3. Objetivos organizativos**

Con el sistema TPM se busca fortalecer el trabajo en equipo, incrementando la moral de los trabajadores, donde todos puedan aportar y ser parte esencial de las soluciones, creando un mejor ambiente laboral.

### **5.2.5.3. Metas del TPM**

El TPM, según lo indica Bojorquez, tiene seis grandes metas a cumplir con el apoyo de los empleados de la compañía:

- Crear una misión para aumentar la eficiencia y disponibilidad de los equipos.
- Utilizar un enfoque en productividad y mantenimiento autónomo.
- Involucramiento de todos los departamentos de la organización.
- Implantación óptima del mantenimiento, supervisado y administrado por un departamento de mantenimiento.
- Programación de gestión de mantenimiento y búsqueda de problemas antes de poner en marcha un equipo nuevo.

### **5.2.5.4. Ventajas y desventajas del TPM**

Al someter un equipo a la filosofía TPM se eleva el desempeño óptimo de este, corrigiendo cualquier avería o falla en este. Será adaptado y modificado según sugerencias del operario o supervisor en conjunto con el departamento de mantenimiento, abarcando desde el equipo hasta el área en la que se encuentra el mismo.

Ventajas:

- Integración de equipos que buscan trabajos de mantenimiento con resultados de alto alcance y enriquecidos por medio del grupo.
- Idea de calidad total y mejora continua.

Desventajas:

- Oposición al cambio de cultura.
- Inversión en capacitación y cambios físicos necesarios por la implementación.
- Tiempo largo de implementación.

#### **5.2.5.5. Beneficios del TPM**

Los beneficios al implementar el TPM pueden ser de diversos tipos:

Organizacionales:

- Mejora del ambiente de trabajo
- Control de operaciones
- Sentido de pertenencia
- Cultura de responsabilidad, disciplina y respeto
- Capacitación constante
- Participación, colaboración y creatividad

Seguridad:

- Condiciones ambientales favorables
- Prevención de eventos negativos a la salud
- Capacidad de identificación de problemas
- Prevención de riesgos

Productividad:

- Eliminación de pérdidas que afecten la productividad
- Fiabilidad y disponibilidad de equipos
- Reducción de costos de mantenimientos correctivos y preventivos
- Calidad de ambiente a los colaboradores
- Menor costo por cambios

#### **5.2.5.6. Pilares del TPM**

Los pilares por los que está sostenido el TPM y que sirven como apoyo para la construcción de un sistema de producción de manera ordenada, sistemática y que, además, se deben combinar durante el proceso de implantación de forma lógica, son los que a continuación se describen:

##### **5.2.5.6.1. Pilar 1: mejoras enfocadas (Kaizen)**

Las mejoras enfocadas se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, empleando la metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de todos los despilfarros.

##### **5.2.5.6.2. Pilar 2: mantenimiento autónomo (Jishu Hozen)**

Este está compuesto por un grupo de actividades que deben ser realizadas día a día por los encargados de las máquinas. Incluye inspección, lubricación (si fuera necesario), limpieza e intervenciones menores, así como el

cambio de piezas, con la finalidad de mantener el equipo en óptimas condiciones para su funcionamiento. Para lo anterior los colaboradores deben ser capacitados para aumentar los conocimientos necesarios al operar los equipos.

#### **5.2.5.6.3. Pilar 3: mantenimiento planificado (Keikaku Hozen)**

Es uno de los mantenimientos más importantes para buscar los beneficios. Su propósito es avanzar de manera correcta a la meta establecida de cero fallas.

#### **5.2.5.6.4. Pilar 4: capacitación**

Se consideran todas las actividades a realizar para el desarrollo de habilidades para alcanzar altos niveles de desempeño de los colaboradores en la organización.

#### **5.2.5.6.5. Pilar 5: mantenimiento oportuno**

Este pilar tiene en consideración la mejora tecnológica, actualizando oportunamente los equipos y su funcionamiento para que este sea libre de fallos. Para su desarrollo participan los departamentos de investigación, desarrollo y diseño, tecnología, mantenimiento, entre otros.

#### **5.2.5.6.6. Pilar 6: mantenimiento de calidad (Hinshitsu Hozen)**

Este pilar tiene como finalidad establecer las condiciones buscando cero defectos. Busca verificar y medir las condiciones en que se generen defectos de calidad.

#### **5.2.5.6.7. Pilar 7: mantenimiento en áreas administrativas**

Se busca la reducción de las pérdidas que se producen en trabajos manuales. Ayuda a evitar pérdida de información, empleando técnicas como: 5's, acciones de mantenimiento autónomo, educación, formación y estandarización de trabajos.

#### **5.2.5.6.8. Pilar 8: gestión de seguridad, salud y medio ambiente**

Con este pilar se busca la creación de un sistema de gestión de seguridad. Contribuye a la prevención de riesgos que pudieran afectar la integridad de personas y efectos adversos al medio ambiente.

#### **5.2.5.6.9. Las pérdidas del TPM**

Las pérdidas que a continuación se detallan deben ser consideradas antes de la implementación, midiendo la eficiencia y mejoras, además de detallarlas y cuantificarlas, por lo que TPM las identifica como grandes pérdidas.

- Pérdidas por fallas: pueden ser obvias o fáciles de corregir y fallas complicadas. Se denomina pérdida debido a que se interviene gran cantidad de tiempo.
- Pérdidas por paros menores: son causados por interrupciones o tiempos de espera.
- Pérdidas de velocidad: se dan por la reducción de la velocidad de operación debido a la satisfacción. Ocurren defectos por calidad y paros menores frecuentes.
- Pérdidas por defectos de calidad y retrabajo: bienes fuera de especificaciones, defectuosos, producidos durante la operación, los cuales deben ser retrabajados o eliminados.
- Pérdidas por rendimiento: son causados por todos los equipos o materiales sin utilizar.
- Pérdidas de defectos ocultos: pueden reducirse y eliminarse, si se aumenta la confiabilidad de los equipos.

### **5.3. Mantenimiento**

William Olarte (2010) menciona que el mantenimiento es el conjunto de todas aquellas actividades que se realizan para asegurar la continuidad en las funciones por las cuales fueron creados o diseñados todos aquellos activos de una empresa. Consiste en realizar en forma periódica distintas tareas que buscan en sí la conservación, de la mejor manera posible, de las condiciones de cualquier equipo. Es una actividad humana que garantiza un servicio de calidad, para que continúen o regresen a proporcionar el servicio con calidad esperada, según indica Carlos Zapata (2009) en su trabajo de investigación.

Según Edithmar Tilleró (2009), el mantenimiento ha ido evolucionando grandemente al pasar el tiempo, esto ha hecho que se generen nuevos procesos y técnicas que han marcado las empresas, por lo que las teorías de mantenimiento día a día adquieren una posición más relevante en el plano internacional. Para algunos resulta un esfuerzo que no debe eludirse, pues se convierten en herramientas indispensables de la disciplina tecnológica.

### **5.3.1. Importancia del mantenimiento**

Siendo la compañía en la cual se realiza el trabajo de investigación una edificación, está habitada por más de setecientos colaboradores que prestan servicio de forma directa e indirecta hacia los clientes. Parte importante es contar con puestos de trabajo e instalaciones que deben estar en óptimas condiciones para evitar lo más posible que los colaboradores tengan inconformidades o malestares al desempeñar sus labores, o bien, los mismos visitantes al encontrarse con un ambiente tenso. Al contrario, es importante que disfruten de condiciones confortables y adecuadas para las tareas que se desarrollan, es por esto que los equipos deben trabajar siempre en condiciones óptimas y sobre un plan de gestión de mantenimiento, el cual debe ser de calidad y bajo estándares que permitan minimizar interrupciones y/o fallas que dificulten o incomoden la realización de las tareas.

La importancia del mantenimiento radica en que, al adelantarse a mantener o preservar en óptimas condiciones los equipos, se evita que sus piezas internas, vitales para el funcionamiento, se desgasten, o bien, se permite que su vida útil y funcionalidad se prolonguen sin necesidad de ser sustituidos por su avería o defecto. Tilleró lo ve desde dos puntos de vista distintos:

#### **5.3.1.1. Importancia desde el punto de vista de la gestión**

En el aspecto de gestión, siendo cualquiera de los mantenimientos que se apliquen, se toman como gastos de este servicio únicamente aquellos que producen un costo debido al servicio y conservación de instalaciones y edificios, además de las reparaciones varias para los equipos y mobiliario. Pero además de estos hay otros costos que no se toman en cuenta a la hora de adquirir equipos, como el de actualización o reemplazo, y que a su vez debería integrar el presupuesto de la compañía dependiendo de la caducidad o tiempo de vida de los equipos. Por tal razón el servicio de mantenimiento en un edificio de oficinas no consiste solamente en mantener las instalaciones físicas en buen estado, sino también de los equipos instalados, porque de no realizar una buena gestión de mantenimientos podría causarse al aumento de costos por la necesidad de equipos nuevos.

#### **5.3.1.2. Importancia desde el punto de vista del trabajador**

El usuario final de las instalaciones, en cada una de las áreas que componga la compañía, debe percibir el servicio de mantenimiento que se les da a los equipos, ofreciéndoles un buen servicio al respecto de las instalaciones en términos de seguridad, comodidad y procurando no entorpecer sus tareas con un entorno desagradable. Es importante mencionar que todo aquel mantenimiento que se les dé a los equipos debe ser en horarios fuera de oficina para que no se interfiera con las actividades de cada colaborador.

### **5.3.2. Objetivos del mantenimiento**

Según William Olarte (2010), el objetivo principal del mantenimiento es planear, programar y controlar todas las actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de los equipos utilizados en cada una de las áreas. Con esto garantiza el funcionamiento regular de los equipos instalados y servicios destinados, se evita el envejecimiento prematuro de los equipos conservándolos por más tiempo, y se reducen los gastos por mantenimientos correctivos, o bien, por suministro de piezas que se pueden mantener o prolongar su vida útil. Con el desarrollo de un plan de mantenimiento basado en metodologías de calidad, se pretende implementar y mejorar en forma continua la estrategia de servicios, para asegurar así la satisfacción de los clientes mediante buenas prácticas que además son económicas y seguras para la compañía en general.

### **5.3.3. Tipos de mantenimiento**

A continuación, se mencionan los distintos tipos de mantenimientos más reconocidos y habitualmente utilizados en el medio local. Estos se distinguen unos de otros por el tipo de control que se lleva sobre el estado de los equipos y/o maquinaria, los medios que se utilizan para el control y la forma en que se actúa ante cualquier situación que suceda. Cabe mencionar que cualquiera que sea el tipo de mantenimiento a utilizar, para que sea óptimo, se debe primero clasificar y descubrir las ventajas que verdaderamente aporta a la compañía según los equipos instalados.

### **5.3.3.1. Mantenimiento correctivo**

Según Guillermo Navas (2010), es uno de los tipos más utilizados y consiste en reparar las instalaciones que estén averiadas y en rectificar los deterioros de los equipos mismos. Puede actuarse de manera aleatoria, en general cuando ocurre una avería inesperada por causa de una fatiga u otro fenómeno, o bien, puede estar programado, lo cual se debe ver reflejado en el mantenimiento preventivo. Este tipo de mantenimiento se puede efectuar en donde está el equipo instalado, o bien, trasladándolo a un centro asistencial especializado en el tipo de equipo que es. Esta debería ser la última opción, pues esto indica la falta de previsión para la realización de mantenimiento preventivo, con el que se podría ahorrar y alargar la vida útil de los equipos.

### **5.3.3.2. Mantenimiento preventivo**

Este tipo de mantenimiento busca la eliminación o bien la reducción de averías, fallas y paros repentinos de los equipos en las instalaciones. Esto se puede lograr eliminando la causa por la cual existe una avería o anticipándose al defecto, avería o falla. La idea principal del mantenimiento preventivo es adelantarse en el tiempo a este tipo de situaciones, y es la que siempre se debe buscar. Uno de los indicadores que se pueden adoptar es la eficacia en la disminución desde la implementación, según Santiago García (2009). Como lo indica Navas, una buena manera de hacer que este tipo de mantenimiento funcione es velando por el estado de los equipos instalados. Esto se realiza a través de inspecciones, verificaciones, revisiones y pequeñas observaciones. A corto plazo aumenta el número de operaciones de mantenimiento por el seguimiento constante, sin embargo, estas pueden ser transformadas en inspecciones programadas, lo que más adelante beneficiará a la empresa, pues el número de mantenimientos se reducirá y los costos por cambios,

modificaciones u otros también. Hasta hoy en día este tipo de mantenimiento no es bien visto por algunos responsables de guiar las instituciones, pues se tiene el pensamiento erróneo de que quita demasiado tiempo y aumenta el trabajo de las personas, pero es interesante cómo al aplicarlo no solamente aumenta la comodidad sino también la calidad del servicio que se presta para los colaboradores, además de que ocurre la reducción de gastos innecesarios por dejar sin mantenimiento los equipos.

### **5.3.3.3. Mantenimiento predictivo**

Lo interesante de este tipo de mantenimiento es que está basado en su totalidad en descubrir una falla antes de que ocurra, con la intención de corregir sin que el servicio se detenga ni afecte el uso de las instalaciones o en su defecto de los equipos instalados. Se basa en llevar controles que deben ser de forma periódica o continua, en función de los tipos de equipos instalados. Es importante mencionar que para este tipo de mantenimiento es necesario y vital contar con instrumentos que ayuden a diagnosticar, así como con aparatos de pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de piezas mediante cámaras termo gráficas, entre otros. Este tipo de mantenimiento ayuda a disminuir los costos por correcciones en un 15 % y en un 75 % el número de trabajos no programados (correctivos), sin embargo, sí se debe invertir en los equipos necesarios para los diagnósticos.

### **5.3.4. Modelos de mantenimiento**

Los modelos de mantenimiento que a continuación se describen, con el apoyo de Santiago García (2009), incluyen varios de los tipos de mantenimiento mencionados anteriormente. Estos incluyen dos actividades básicas: inspección

visual y lubricación, debido a que está demostrado que la realización de estas dos tareas en cualquier equipo es rentable, esto incluso en el modelo más sencillo que se verá como modelo correctivo, en el que, como en la práctica, se abandona el equipo al destino y no se vuelve a él hasta que resulta con alguna falla, sin embargo, es conveniente observarlo al menos una vez al mes y lubricarlo con base en sus características. Estas inspecciones no tienen asociado un costo, pero permitirán detectar averías de manera sencilla y sin duda se podrán resolver antes de que se detecte un problema serio y a un menor costo.

#### **5.3.4.1. Modelo correctivo**

Es el modelo más básico y sencillo, pero a diferencia del mantenimiento correctivo incluye las inspecciones visuales, la lubricación mencionada anteriormente y la reparación de averías. Este modelo está diseñado para su aplicabilidad en equipos con bajo nivel de criticidad, es decir que al momento de fallar no ocasionen problemas de ningún tipo en las instalaciones.

#### **5.3.4.2. Modelo condicional**

Va de la mano con el modelo correctivo, incluyendo las mismas actividades, pero adicionalmente se realiza una serie de pruebas o ensayos que servirán para tomar decisiones posteriormente. De manera programada se intervendrá sin afectar el funcionamiento y disponibilidad para el usuario, si al realizar las distintas pruebas o ensayos no se encuentra ningún inconveniente, este se tomará como bueno y no se intervendrá sobre el equipo. El modelo condicional es bien utilizado para aquellos equipos de bajo uso o bien equipos que, a pesar de ser importantes en el área o en donde estén instalados, tienen una baja probabilidad de falla.

#### **5.3.4.3. Modelo sistemático**

El modelo sistemático incluye tareas que se realizarán sin importar cuál es la condición del equipo. Al igual que en los anteriores modelos, las principales actividades son algunas mediciones y pruebas para decidir si se realizan otras tareas de mayor importancia para, por último, ejecutar y trabajar sobre las averías que surjan. Este modelo se puede introducir para aquellos equipos de disponibilidad media y con importancia significativa en los distintos procesos, pero sobre todo en aquellos que, al fallar, puedan causar retrasos o inconformidades. Es importante mencionar que un equipo sujeto a un modelo de mantenimiento sistemático no tiene por qué tener todas sus tareas con una periodicidad fija. Simplemente, un equipo con este modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas, que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de los elementos que lo conforman. No se debe esperar a que este tenga un síntoma de fallo, como se espera en los anteriores dos modelos, para realizar las tareas.

#### **5.3.4.4. Modelo de mantenimiento de alta disponibilidad**

Este es el modelo de naturaleza más exigente y exhaustiva de todos. Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento y, además, trabajan a niveles exigentes de disponibilidad por encima del 90 %. El motivo es porque, al fallar o averiarse, la pérdida de producción genera un alto costo. Lo importante de mencionar en este caso es que, por la alta exigencia, no se cuenta con el tiempo necesario para un mantenimiento, es decir no se puede estar parando el equipo por cualquier tipo de mantenimiento. Para este caso es necesario emplear el tipo de

mantenimiento predictivo, aplicado en marcha y programando paros que suponen una revisión general y meticulosa con frecuencias muy altas, anuales o mayores. En estos paros se sustituyen, en general, todas aquellas piezas sometidas a desgaste y que tienen alta probabilidad de fallo, esto observado y diagnosticado con las distintas pruebas y gracias a los equipos empleados.

### **5.3.5. Ventajas de contar con un plan de mantenimiento**

Mencionado por Gabriel Sierra (2004), las principales ventajas de contar con un tipo de mantenimiento por similitud preventivo y predictivo son:

- Reducción de tiempos por paros y/o fallas
- Optimización de la gestión del personal de mantenimiento
- Seguimiento constante
- Toma de decisiones sobre las paradas inesperadas de los equipos
- Tiempo justo para la decisión de compra de nuevas piezas o equipos
- Conocer historial de correcciones realizadas
- Facilidad de análisis de por averías

A pesar de todas las ventajas que se describieron anteriormente, estos dos tipos de mantenimiento en edificios de oficinas rara vez se llevan a cabo, principalmente porque los directivos suponen un alto costo, más la complejidad técnica de acceso a donde se instalan los equipos en las edificaciones. Sin embargo, estos tipos de mantenimientos son adecuados en edificaciones que dentro de sus oficinas poseen equipos de climatización, transporte y generación eléctrica, entre otros equipos de este tipo.

## **5.4. Equipos críticos**

Octavio Figueroa (2015) indica que son aquellos equipos que existen en cualquier compañía, de los cuales no se puede prescindir, dado que son elementales para el funcionamiento y atención de esta y, en caso estos presenten algún tipo de falla, el proceso productivo y los colaboradores o clientes se verían enormemente afectados.

### **5.4.1. Equipo de climatización: aire acondicionado**

Es un sistema de refrigeración que se utiliza para refrescar los ambientes. Aunque al mencionarlo se hace referencia al aire en sí, es más bien el equipo que se instala en cualquier área con la finalidad de proveer aire fresco que se renueva constantemente. El aire acondicionado funciona a partir de la circulación del aire de un espacio cerrado. Menciona Rafael (2015) que hay dos tipos principales de sistemas de aire acondicionado: los centralizados y los autónomos, siendo estos últimos los más comunes, sin embargo, para áreas de mayores dimensiones, como edificaciones, el ideal es el centralizado.

### **5.4.2. Equipo de transporte: ascensor**

Un ascensor, llamado también elevador, es un sistema de transporte vertical diseñado para movilizar a personas, objetos o ambas, de un nivel a otro en una edificación. Está constituido por partes mecánicas, eléctricas y electrónicas que funcionan en conjunto para su funcionamiento según lo menciona Rafael Fernández (2012).

### **5.4.3. Equipo de generación eléctrica: planta de emergencia**

Las plantas de emergencia son equipos que se encargan de generar energía eléctrica por períodos de tiempo, cuando el suministro de electricidad falla debido a algún corte, irregularidad en el servicio o descarga por tormenta eléctrica (Diego Silva 2010). Comúnmente las plantas de emergencia son requeridas por grandes empresas, siendo estas compañías las que no pueden poner en riesgo sus operaciones y equipos, los cuales necesariamente en todo momento requieren contar con electricidad, en caso contrario, no se tendría un respaldo de energía que pudiera reemplazar la energía comercial y significaría pérdidas de equipos, paros de producción, inconformidad y molestia en usuarios y clientes y hasta pérdidas monetarias. El funcionamiento de las plantas de generación eléctrica se da por medio de motores de combustión que cuentan con un sistema que genera campos electromagnéticos en su interior. Estos equipos tienen usos y aplicaciones industriales, corporativas, comerciales y residenciales, entre otros.



## 6. PROPUESTA DE ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Edificios e instalaciones

1.1.1. Empresas

1.1.2. Sector terciario o empresa de servicio

1.1.3. Subsector financiero

1.1.4. Mercado de seguros

1.1.5. Acerca de la empresa

1.2. Sistema de gestión de calidad

1.2.1. Características de un sistema de gestión de calidad

1.2.2. Planeación de la calidad

1.2.3. Control de la calidad

1.2.4. Mejora continua de la calidad

1.2.5. Gestión de calidad. Metodología TPM

1.2.5.1. Historia del TPM

1.2.5.2. Objetivos del TPM

1.2.5.2.1. Objetivos estratégicos

1.2.5.2.2. Objetivos operativos

1.2.5.2.3. Objetivos organizativos

### 1.3. Mantenimiento

#### 1.3.1. Importancia del mantenimiento

1.3.1.1. Importancia desde el punto de vista de la gestión

1.3.1.2. Importancia desde el punto de vista del trabajador

#### 1.3.2. Objetivos del mantenimiento

#### 1.3.3. Tipos de mantenimiento

1.3.3.1. Mantenimiento correctivo

1.3.3.2. Mantenimiento preventivo

1.3.3.3. Mantenimiento predictivo

#### 1.3.4. Modelos de mantenimiento

1.3.4.1. Modelo correctivo

1.3.4.2. Modelo condicional

1.3.4.3. Modelo sistemático

1.3.4.4. Modelo de mantenimiento de alta disponibilidad

#### 1.3.5. Ventajas de contar con un plan de mantenimiento

### 1.4. Equipos críticos

1.4.1. Equipo de climatización: aire acondicionado

1.4.2. Equipo de transporte: ascensor

1.4.3. Equipo de generación eléctrica: planta de emergencia

## 2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

## 3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

## 4. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

## CONCLUSIONES

## RECOMENDACIONES

## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

## ANEXOS

## **7. METODOLOGÍA**

La investigación propuesta se realiza bajo un diseño no experimental, con un tipo de estudio y alcance descriptivo, con un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), dado que se trabajará bajo variables numéricas o estadísticas y de observación en los equipos instalados, donde el investigador reúne la información con base en encuestas de percepción de servicio realizadas a colaboradores de la compañía, además de los reportes de las distintas fallas y paros en los equipos que hayan afectado de forma directa e indirectamente a la operación en los distintos procesos.

Se busca tener toda la documentación necesaria para garantizar un mejor desempeño y calidad en los servicios de mantenimiento que se les realizará en adelante a los equipos instalados, dejando dentro de los procedimientos del área, además del diseño de un plan de mantenimiento preventivo de los equipos instalados en la edificación, políticas que reúnan las necesidades básicas que se deben tener en cuenta dentro de la organización para que estos equipos funcionen en óptimas condiciones y bajo la capacidad instalada. Se apoyará en los manuales de los equipos y en prioridad con aquellos de criticidad alta, que puedan afectar el funcionamiento y operación de los colaboradores. Así mismo será de utilidad el historial de los reportes de mantenimiento correctivo realizado a los equipos, para resolver las fallas de mayor incidencia dentro de la compañía. Este historial debe visualizarse y comprenderse mejor en el análisis de la fase 2.

La principal herramienta a utilizar es la observación y el manejo adecuado de la información histórica que existe de los equipos instalados, pues de ahí se desprenden todos los análisis y técnicas necesarias para la realización del proyecto. Es muy importante conocer y analizar la perspectiva del cliente, quien a su vez brindará información por medio de encuestas y sondeos que se realizarán para acumular valiosa información de los problemas que más afecten al momento de una falla, un paro imprevisto o un equipo sin el funcionamiento óptimo.

### **7.1. Variables e indicadores**

Se tiene la obligación de crear nuevos indicadores de desempeño si esto fuera necesario, que aporten y respalden el desarrollo del plan de mantenimiento de calidad con un nuevo enfoque sistemático y con base en el modelo TPM, que aportará al funcionamiento óptimo y ayudará a llevar un mejor control, pero que, además, apoye al cumplimiento de objetivos para alcanzar las metas tanto del departamento como de la compañía, al finalizar el trabajo de investigación y el desarrollo del proyecto. Se trabajará con las variables e indicadores que se describen a continuación:

- Eficiencia: capacidad de cumplimiento de objetivos utilizando el mínimo de recursos posibles.
- Satisfacción del cliente: cantidad de clientes internos satisfechos vs encuestados.
- Costos: asociado al mantenimiento de los equipos.
- Ahorro de presupuesto: capacidad de estar por debajo del presupuesto mensual establecido.

Tabla I. **Cuadro de variables e indicadores**

	Objetivo	Variable	Tipo metodológico y estadístico	Indicador	Instrumento	Plan de tabulaciones
Específicos	Identificar los equipos críticos, describir su funcionalidad y analizar las fortalezas y debilidades del mantenimiento previo a la realización del trabajo de investigación de cada uno dentro de las instalaciones.	Revisión de indicadores, presupuesto establecido, costos por mantenimiento	Cualitativa nominal	Ejecución de plan de mantenimiento	Datos históricos, observación, revisión de manuales de equipo, indicadores de desempeño, entrevistas	<i>Checklist</i> y reportes de entrega de trabajo
	Determinar los indicadores de desempeño adecuados para el monitoreo eficiente tras el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo de los equipos críticos instalados.	Cantidad de mantenimientos correctivos, paros no programados, fallas en los equipos	Cuantitativo nominal	Órdenes atendidas/ Órdenes creadas	Herramienta BPM, observación	Órdenes de BPM, reporte de cumplimiento de plan de mantenimiento
	Proponer un sistema de calidad TPM basado en un modelo de mantenimiento sistemático para los equipos instalados, estableciendo procesos, políticas internas y externas.	Necesidades a cubrir, costos, ahorro en presupuesto, políticas, programación	Cuantitativo nominal	KPI: ahorro de presupuesto (departamento y compañía) y servicio al cliente	Observación y encuestas de servicio, indicadores de desempeño, gráficos	Tablas dinámicas y gráficos de control

Fuente: elaboración propia.

## **7.2. Fases de la investigación**

Mencionada la metodología de investigación y el diseño del plan, se desarrollarán fases que vayan a responder tanto las preguntas iniciales como el cumplimiento de los objetivos planteados, los cuales se buscan alcanzar de forma continua. Las fases están divididas en: diagnóstico y análisis del proceso de mantenimiento que se realiza a los equipos, propuesta y desarrollo de un plan de calidad, pasando por la documentación necesaria para que se ejecute de esta manera y finalmente un análisis sobre la propuesta de investigación. Para el cumplimiento de los objetivos planteados se realizará cada fase de la investigación y desarrollará la solución al problema, así mismo es necesario contar con distintas herramientas y técnicas para el análisis de la información que se ha de ir recolectando con el objetivo de reforzar los conocimientos, para que al final el proyecto tenga grandes resultados. La metodología para solucionar el problema que se plantea se pretende llevar a cabo distribuida en tres fases, las cuales permitirán cumplir con los objetivos planteados para esta investigación y el desarrollo del proyecto.

### **7.2.1. Fase 1: identificación, descripción y función de los equipos críticos instalados**

Previo a la elaboración de la propuesta con ayuda teórica y técnica, planteada por autores especializados en el tema, es necesario realizar un análisis detallado de la situación de los equipos, para conocer acerca de ellos, su identificación y funcionamiento. Esto se logrará con la revisión documental de los equipos registrados, no obstante, es necesario, con anterioridad a esta fase, recabar toda la información necesaria para la elaboración del análisis y bibliografía existente, que ayude al desarrollo del trabajo de investigación,

identificando aquellos documentos que aporten al cumplimiento y brindando con esto una solución adecuada a las necesidades, tanto técnicas como monetarias, por lo cual se elabora dicho proyecto.

### **7.2.2. Fase 2: descripción y análisis de factores críticos correspondientes al proceso de mantenimiento**

Con el aporte de los proveedores de servicio se logrará identificar la forma en que se realiza el mantenimiento antes de las mejoras propuestas mediante un *checklist* y la observación directa, para realizar un análisis FODA detallado, con la finalidad de encontrar los errores en el proceso que se lleva de mantenimiento para los equipos, y así soportar la propuesta y desarrollo del nuevo plan de calidad de los mantenimientos, reforzados con la metodología TPM.

### **7.2.3. Fase 3: elaboración de propuesta de plan de calidad para el mantenimiento de los equipos instalados con criticidad alta**

En esta fase se pretende desarrollar perfiles de los distintos proveedores que se adecuen a las necesidades encontradas, los estándares y documentación de supervisión y seguimiento, y el control y monitoreo de los equipos, para que estos sean respaldos para futuras atenciones o requerimientos necesarios. Así mismo, se pretende poner en marcha la implementación de políticas de mantenimiento que aporten a la compañía para la renovación y/o actualización de sus equipos, y que estos no fallen por su estado caduco o el retraso del suministro de repuestos, dado que en el mercado se encuentre discontinuado alguno.

### 7.3. Población y muestra

Son los clientes internos de la compañía, quienes serán los que apoyen en completar las encuestas. Se busca con esto verificar la importancia que tiene para ellos los distintos servicios que se prestan, validando su perspectiva para la optimización e importancia de un plan de mantenimiento como el que se propone, para que se reduzcan las fallas al utilizar los distintos equipos en estudio.

El investigador será el encargado de elegir de forma aleatoria a cada uno de los responsables que tengan las características para completar la encuesta tomando como referencia el 25 % de la población total, dando como resultado 250 empleados. Todos los individuos seleccionados tendrán las mismas oportunidades, la cantidad elegida asegura que la muestra extraída será representativa. Para el cálculo de la muestra se utilizará la siguiente fórmula, tomando un 25 % de la población que representa el tamaño de la misma y un error estándar de 5 %, esperando tener una confiabilidad de al menos el 95 %, por lo que:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)(e^2) + (\sigma^2Z^2)}$$

Donde:

n= Representa el tamaño de muestra

N= Representa el tamaño de la población

$\sigma$ = Representa la desviación estándar de la población, utilizando para este caso el valor de 0,50.

Z= Representa el nivel de confianza en la distribución normal, siendo un nivel propuesto de 95 % y a dos colas 1,96

e= Representa el error en la muestra, para el cual, para estar en un rango intermedio, se ha elegido 0,05. Al sustituir los datos descritos anteriormente, se obtiene el siguiente tamaño de muestra, que se tomará para la entrevista que aporta al desarrollo de la investigación:

$$n = \frac{(250)(0,5^2)(1,96)^2}{(250 - 1)(0,05^2) + (0,5^2 \times 1,96^2)} = 152 \text{ colaboradores}$$

#### **7.4. Resultados esperados**

Con el desarrollo de la investigación se propondrá la implementación del sistema de gestión de calidad y con esto se generarán mejores hábitos y resultados en la realización de los mantenimientos de los equipos. Desde el punto de vista práctico se desarrollará un plan de mantenimiento y supervisión que garantice la reducción de desperfectos y correcciones en los equipos, y con ello el suministro de materiales y mano de obra que a su vez repercute en la economía del área y la compañía.

En la parte documental se llevarán a cabo políticas de mantenimiento que dan a conocer normas y procedimientos de calidad que se deben seguir para lograr que los equipos involucrados en la investigación trabajen óptimos y en el tiempo que se requiera de su funcionamiento, sin averías, defectos o problemas de seguridad. Al ser completada la investigación y el desarrollo de la parte práctica y documental de la cual se compone, se espera el aumento de satisfacción de servicio al cliente, ahorro en el presupuesto del departamento y de la compañía, los cuales son indicadores de rendimiento establecidos, así como la disminución de fallas y paros repentinos en los equipos que ocasionen retrasos de producción, ventas caídas o clientes internos y externos insatisfechos por atención inadecuada.



## 8. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Las técnicas de recopilación y análisis de datos serán de tipo documental, con todos aquellos manuales, guías, informes que se han realizado, así como encuestas según el modelo presentado en el anexo I, las cuales serán enviadas vía correo electrónico al número de colaboradores según la muestra obtenida, para después ser transferidas a una hoja electrónica en donde se concentrarán y se les dará tratamiento, dando así paso al análisis de la información obtenida.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados es necesario auxiliarse de varias herramientas como el *checklist* para revisión de los equipos y la observación con la que se verificará la forma en que se realiza el mantenimiento a los equipos críticos, según se muestra en el anexo II. Luego de tener estos datos se les dará un tratamiento para su interpretación y para generar conclusiones en las que se muestre el cumplimiento de los mismos.

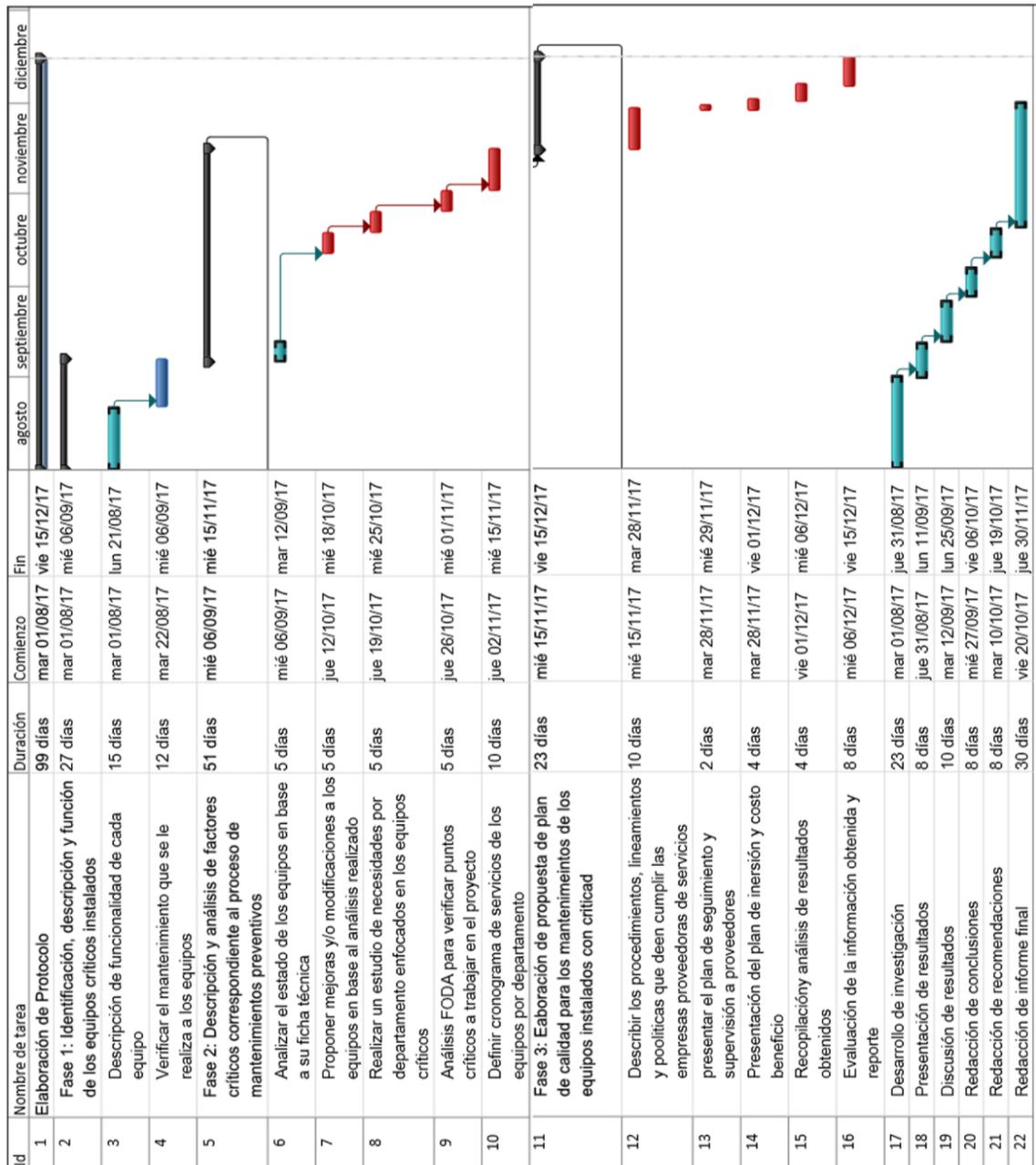
Se tienen indicadores que permiten identificar la deficiencia en el proceso de mantenimiento de equipos de la empresa. Es necesario tabularlos y presentarlos en gráficos, determinando con esto el punto de partida para la etapa de investigación y aplicación de los nuevos procesos. Se obtendrá una media aritmética representativa, que sirva como comparación entre dos distintos puntos, los cuales serán mostrados a través de un diagrama de barras en el que se pueda presentar el resultado para cada uno de los períodos a analizar, logrando así identificar la variabilidad de los procesos y tendencias, lo cual puede representarse en un diagrama de líneas, que a su vez se

implementa como gráfico de control que permite a los encargados monitorear constantemente las fallas de los equipos y buscar una solución con mayor exactitud.

Los recursos necesarios para la recopilación y análisis de la información son: humanos encargados de transmitir la información a utilizar, investigador y personas afines al proceso. Los distintos análisis estadísticos durante la investigación, tablas dinámicas y gráficos serán realizados por medio del *software* Microsoft Excel.

## 9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Figura 1. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.



## **10. RECURSOS NECESARIOS Y FACTIBILIDAD DEL PROYECTO**

Para el cumplimiento de la investigación y los objetivos planteados, con la intención de abarcar las necesidades que la compañía tiene en cuanto al mantenimiento de los equipos críticos, es necesario contar con los recursos siguientes:

- Humano: comienza desde el investigador, como también incluye al profesional a cargo de asesorar y velar por que el proyecto en investigación se desarrolle de la mejor manera, abarcando todos los requerimientos técnicos y documentales que a su bien tiene conocer. De igual manera todos aquellos colaboradores que dentro de la compañía, mediante entrevistas y encuestas, aporten a la búsqueda y solución del problema, además de los técnicos subcontratados para el mantenimiento de los equipos que con sus conocimientos serán parte del estudio para verificar y mejorar los procedimientos. Serán importantes también el acceso a la información, la descripción de procesos, el historial de mantenimientos, los conocimientos tanto de los técnicos como del investigador, para identificar dentro de la compañía el punto de partida para la solución al problema planteado. En este caso el investigador tiene ventaja, pues al laborar día a día y ser parte de la organización y del departamento encargado, tiene el acceso a todo lo anterior en todo momento, manteniendo la fidelidad y confidencialidad por la información que se maneja.

- Materiales y equipo: se utilizarán todos los medios que contribuyan al cumplimiento de las tareas del departamento, Intranet, programas de encuestas online, hojas de papel, tablillas de notas, equipo de cómputo, entre otros, para el desarrollo de todo un plan de calidad.
- Tiempo y espacio: se debe contar con el tiempo suficiente para investigar, entrevistar y realizar encuestas que colaboren con el tema, así mismo, para la revisión del proceso de mantenimiento que se les realice a los equipos mientras los técnicos ejecuten sus labores, espacio para guardar información en carpetas físicas o en dispositivos electrónicos.
- Financieros: el investigador es el encargado de absorber los costos únicamente de asesoría y, si en el proceso se tuvieran que realizar cambios significativos en los equipos, la empresa los absorberá. Así mismo, equipos y materiales corren por cuenta de la compañía. Los gastos a realizar quedan distribuidos de la siguiente forma:

Tabla II. **Cuadro de recursos necesarios**

<u>Descripción</u>	<u>Responsable</u>	<u>Monto</u>
Asesoría de Tesis	Investigador	Q2 500,00
Horas de investigación	Investigador	Q25 000,00
Papelería y útiles	Investigador	Q2 200,00
Consumo de energía	Investigador	Q1 500,00
Combustibles y Depreciación de vehículo	Investigador	Q7 500,00
<b><u>Total inversión investigador</u></b>		<b><u>Q38 700,00</u></b>
Propuesta de Implementación (Dato aproximado: stock de repuestos, contratos con proveedores, entre otros)	Empresa	Q45 000,00
<b><u>Total inversión</u></b>		<b><u>Q84 200,00</u></b>

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. Es importante lograr que los altos mandos de las empresas vean la importancia de la implementación del mantenimiento productivo total (TPM); pasando primeramente por los colaboradores encargados a que ellos mismos conozcan cada uno de los equipos, se familiaricen e interpreten cualquier anomalía que este tenga en determinado momento.
2. Con la implementación del plan de mantenimiento a estos equipos críticos, se busca la minimización de riesgo de falla y una reducción en los mantenimientos correctivos, lo cual aporta a la reducción de los costos y aumento en las utilidades, esto tanto del departamento como en su volumen de la compañía.
3. La documentación de los procesos es parte fundamental para la elaboración y puesta en marcha del plan de mantenimiento, en ellos se establecen todos los lineamientos a seguir por parte de los encargados de mantenimiento, siendo estos internos o externos, según sea el caso y los resultados de cada uno de ellos.
4. Se debe dar seguimiento muy de cerca y constante a los indicadores de desempeño según se hayan establecido, para verificar que este nuevo plan cumpla sus objetivos.



## RECOMENDACIONES

1. Los encargados del departamento de mantenimiento deben mantener informados a los altos mandos de los procesos que se realizan, que beneficios conlleva la ejecución de un plan de mantenimiento basado en la calidad.
2. Es importante la identificación de cada uno de los equipos instalados, con esto se logra tener un mejor seguimiento a cada uno de los mantenimientos ejecutados según un programa de mantenimiento que debe realizarse en la parte documental del proyecto.
3. Mostrar a toda persona que sea parte de la organización, los indicadores de desempeño alcanzados por el departamento, con esto se logra que la percepción cambie por parte del colaborador, pues entienden que los equipos se mantienen óptimos en su funcionamiento lo cual dará mayor satisfacción.
4. Es recomendable mantener el proceso de mejora continua dentro del departamento, reduciendo día a día la cantidad de fallas, mejorando la calidad del servicio, la satisfacción del cliente, disminuyendo mantenimientos correctivos y con esto aumentando utilidades.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BOJORQUEZ, F. (2008). Diseño de un plan de mantenimiento productivo total para el área de texturizado en una empresa productora de yeso. Tesis de grado, Instituto tecnológico de Sonora, México.
2. CHASE, R.; AQUILANO, N.; JACOBOS, R. (2001). Administración de producción y operaciones, manufactura y servicios. Octava edición. Colombia, McGraw-Hill.
3. *Curso de vibraciones: tipos de mantenimiento* (2013). Recuperado el 12 de noviembre de 2016, de [http://www.sinais.es/Recursos/Curso-vibraciones/intro/tipos\\_mantenimiento.html](http://www.sinais.es/Recursos/Curso-vibraciones/intro/tipos_mantenimiento.html)
4. DEL TORO, J. (2010). *Clima organizacional, satisfacción laboral y su relación con el desempeño laboral en trabajadores de una PYME de servicios de ingeniería*. Universidad del Magdalena, Clío América.
5. FIGUEROA, O. (2015). *Definición de plan de mantenimiento óptimo para equipos críticos de una planta de laminación*. Universidad de Chile, Santiago de Chile.
6. GARCÍA, S. (2009). *Ingeniería de mantenimiento: manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial*. Renovetec.

7. GAYTÁN, J. (2012). *Elevadores y escaleras eléctricas*. Universidad Metropolitana de Monterrey, México.
8. GÓMEZ, J. (2013). *Mantenimiento industrial como proceso productivo*.
9. GONZÁLEZ, J. (2004). *Mejora en la confiabilidad operacional de las plantas de generación de energía eléctrica: desarrollo de una metodología de gestión de mantenimiento basado en riesgo*. Tesis de Maestría, Instituto de Postgrado y Formación Continua, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad Pontificia Comillas, Madrid – España.
10. GOTOH, F. (1996). *TPM para departamentos de ingeniería. Diseño de equipos y productos que facilitan el mantenimiento*. Primera edición. Estados Unidos, Productivity Press.
11. GRZYNA, F.; CHUA, R.; DEFEP, J. (2007). *Método Juran, análisis y planeación de la calidad*. México, McGraw-Hill.
12. IMAI, M. (1989). *La clave de la ventaja competitiva japonesa*. Primera edición. México, Continental, S.A.
13. JUÁREZ, A. (2005). *Implementación de sistema de control en el mantenimiento preventivo*. Caso Edificio de Rectoría, Campus Central, USAC – Guatemala.
14. JURAN, J. (1998). *Quality Handbook*. New York, McGraw-Hill.

15. NAKAJIMA, S. (1989). *Introducción al TPM: mantenimiento productivo*. Primera edición. Estados Unidos, Productivity Press.
16. NAVAS, G. (2010). *Desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento en un edificio de oficinas*. Proyecto de fin de carrera, Universidad Carlos III, Madrid, España.
17. OLARTE, W. (2010). *Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción*. Vol. XVI, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
18. PÉREZ, J. (1994). *Gestión de la calidad empresarial: calidad en los servicios y atención al cliente*. Calidad total, Esic, Madrid.
19. POWEL, T. (1995). *Total quality management as competitive advantage: a review and empirical study*. Strategic Management Journal.
20. Rafael. (2015) *Aire acondicionado general vs sistema autónomo*. Recuperado el 12 de noviembre de 2016 de <https://twenergy.com/a/aire-acondicionado-general-vs-sistema-autonomo-1741>
21. SENA. (1986). *Manual de mantenimiento de Fedemetal*. Bogotá, D.C.
22. SIERRA, G. (2004). *Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM, S.A.* Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga – Colombia.

23. SILVA, D. (2010). *Diseño de un plan de mantenimiento predictivo para generadores eléctricos en la industria hotelera que utilizan fuel oil diésel como combustible*. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
24. SUÁREZ, D. (2008). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC)*. Confima & Consultores, C.A., Puerto La Cruz.
25. TARÍ, G. (2000). *Calidad total: fuente de ventaja competitiva*. Murcia, Universidad de Alicante.
26. TILLERO, E. (2009). *Elaboración de un plan de mantenimiento basado en la filosofía actual que más se adapte al taladro de servicios*. Tesis de grado, Universidad Oriente, Barcelona, España.
27. TORO, F. (2008). *Desempeño y productividad*. Revista Interamericana de Psicología Ocupacional, v. 27, p.13.
28. VÉLEZ, O.; GALEANO, M. (2002). *Investigación cualitativa: el estado del arte*. Colombia, Universidad Nacional de Colombia.
29. ZAPATA, C. (2009). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos de la planta Hyl II en la siderúrgica del Orinoco, Puerto Ordaz*.
30. ZANDIN, K. (2005) *Manual del ingeniero industrial*. Tomo II, segunda edición. Editorial McGraw-Hill, Latinoamericana Editores, S. A. de C. V. México.

## ANEXOS

### Anexo 1. Encuesta de uso de elevadores

Esta es una breve encuesta para verificar la importancia que tienen en nuestros usuarios los elevadores de las instalaciones. Tu dirección de correo electrónico (jacastillo@\*\*\*.com.gt) se registrará cuando envíes este formulario.

1. ¿Utilizas el elevador? \*

- De 1 a 3 veces al día
- De 4 a 6 veces al día
- Más de 6 veces al día
- Ninguna vez

2. ¿Para qué utilizas el elevador? \*

- Solo para subir
- Solo para bajar
- Para subir y bajar

3. ¿Utilizas las escaleras? \*

- De 1 a 3 veces al día
- De 4 a 6 veces al día
- Más de 6 veces al día
- Ninguna vez

4. Subir escaleras lo consideras... \*

- Beneficio para tu salud
- Ayuda al medio ambiente (ahorro de energía)
- Pérdida de tiempo
- Otro: \_\_\_\_\_

5. Si el elevador se encuentra fuera de servicio, piensas... \*

- Los usuarios usan mal los equipos
- No se le da mantenimiento
- Existió alguna falla casual
- Oportunidad para hacer ejercicio

6. Si el elevador se encuentra fuera de servicio, te pones... \*

- De mal humor (tienes prisa, no te gusta hacer ejercicio, etc.)
- De buen humor (vas en tiempo, vas a hacer ejercicio, etc.)
- Te es indiferente y tu día sigue igual
- Otro: \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 2. Encuesta de servicio de aire acondicionado

Esta es una breve encuesta para verificar la importancia que tiene en nuestros usuarios el aire acondicionado. Tu dirección de correo electrónico (jacastillo@\*\*\*.com.gt) se registrará cuando envíes este formulario.

1. ¿Utilizas el servicio de aire acondicionado? \*
  - Sí
  - No
  
2. ¿Cuántas horas al día utilizas este servicio? \*
  - De 1 a 4 horas
  - De 5 a 8 horas
  
3. ¿Cuál es el ambiente ideal para realizar tu trabajo?
  - De 18 a 21°C
  - De 21 a 24°C
  - Más de 24°C
  - Otro: \_\_\_\_\_
  
4. Si el aire acondicionado no es activado y se encuentra fuera de servicio, piensas... \*
  - Los usuarios usan mal los equipos
  - No se le da mantenimiento
  - Existió alguna falla casual
  - Te es indiferente y tu día sigue igual
  - Otro: \_\_\_\_\_
  
5. Si el aire acondicionado no es activado y se encuentra fuera de servicio, te pones... \*
  - De mal humor y no quieres trabajar
  - De buen humor y trabajas mejor
  - Simplemente sin ganas de trabajar
  - Te es indiferente y tu día sigue igual
  - Otro: \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

