



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO
TEMAPACHE**

TITULACIÓN

TESIS PROFESIONAL

*“DISEÑO DE UN PLAN MESTRO DE MANTENIMIENTO
PARA REDUCIR FALLAS EN LAS UNIDADES DE TRANSPORTE DE
LA EMPRESA MIZU, HIELO Y AGUA DE LA CIUDAD DE TUXPAN,
VER.”*

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
Ingeniero(a) Industrial

PRESENTA

César Daniel Ordaz Vicencio

DIRECTORA DE TESIS

MII. Ely Monserrath Pérez García

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor y estar en los momentos más difíciles por darme los recursos necesarios para seguir con mis estudios, me ha dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño y mi coraje para conseguir mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

Primero y, antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Quiero agradecer a mis padres por el apoyo que me han dado durante toda mi carrera y mi vida, ellos son el ejemplo e impulso que día con día me hacen salir adelante y ser mejor persona.

A mi asesor interno M.I.I Ely Monserrath Pérez García por su supervisión y orientación para lograr con este objetivo.

A los docentes del instituto tecnológico de Álamo Temapache, que durante este trayecto de estudios me brindaron su apoyo y amistad, gracias a todas las personas involucradas en esto.

Al personal y a la empresa Mizu Hielo y Agua por permitirme realizar mis residencias en las instalaciones.

RESUMEN

MIZU hielo y agua es una empresa dedicada a la comercialización de productos servicios relacionados con el agua purificada. Brindamos a nuestros clientes productos de gran calidad, alineados a los estándares y requerimientos del mercado. MIZU tiene amplia experiencia atendiendo las necesidades de los Tuxpeños y nos enorgullecemos de ser una empresa 100% mexicana y responsable con el medio ambiente.

El presente proyecto tiene como propósito el diseño un plan maestro de mantenimiento para reducir fallas en las unidades de transporte de la empresa. El objetivo es proponer un plan maestro de mantenimiento que permita mitigar los paros no programados en las unidades que conforman esta empresa. tener un plan de acción en caso de presentarse una contingencia en las unidades con mayor índice de criticidad, aumentar la vida útil de las unidades, reducir los costos de mantenimiento para evitar que el proceso de distribución del producto no se retrase. Crear un registro de fallos para mantener una mejora continua en este proyecto y visualizar así mediante indicadores de mantenimiento la reducción de los inconvenientes ya mencionados.

En tal sentido, las alternativas seleccionadas buscan aumentar la productividad, a través de métodos de trabajos definidos y documentados en los procesos internos del área de mantenimiento, así como también se busca la disminución de los tiempos empleados de los ciclos de trabajo de mantenimiento correctivo. Para lograr lo mencionado anteriormente, el presente trabajo hace uso de una serie de herramientas empleadas en el área de ingeniería industrial. Dichas herramientas nos permitirán hacer la evaluación, diagnóstico y brindar la solución que mejor se acomodé a las necesidades de la empresa en estudio.

ABSTRACT

MIZU ice and water is a company dedicated to the commercialization of products and services related to purified water. We provide our customers with high-quality products, aligned with market standards and requirements. MIZU has extensive experience serving the needs of Tuxpeños and we pride ourselves on being a 100% Mexican and environmentally responsible company.

The purpose of this project is to design a maintenance master plan to reduce failures in the company's transport units. The objective is to propose a maintenance master plan that allows mitigating unscheduled stoppages in the units that make up this company. have an action plan in the event of a contingency in the units with the highest criticality index, increase the useful life of the units, reduce maintenance costs to prevent the product distribution process from being delayed. Create a record of failures to maintain continuous improvement in this project and thus visualize the reduction of the aforementioned inconveniences through maintenance indicators.

In this sense, the selected alternatives seek to increase productivity, through work methods defined and documented in the internal processes of the maintenance area, as well as the reduction of the times used in the corrective maintenance work cycles. To achieve the aforementioned, this paper makes use of a series of tools used in the area of industrial engineering. These tools will allow us to make the evaluation, diagnosis and provide the solution that best suits the needs of the company under study.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	2
1.1.1 Ubicación de la empresa.....	2
1.1.2 Giro.....	2
1.1.3 Misión.....	3
1.1.4 Visión.....	3
1.1.5 Valores.....	3
1.1.6 Estructura organizacional.....	4
1.1.7 Descripción del organigrama.....	5
1.2 Problemática.....	6
1.3 Justificación.....	7
1.4 Hipótesis.....	8
1.4.1 Hipótesis Nula.....	8
1.4.2 Hipótesis Alternativa.....	8
1.5 Objetivos.....	8
1.5.1 Objetivo General:.....	8
1.5.2 Objetivos Específicos.....	8
2. MARCO TEORICO.....	10
2.1 Plan maestro de mantenimiento.....	10
2.1.1 Historia del mantenimiento.....	11
2.1.2 Evolución de la curva de la bañera en el mantenimiento.....	18
2.1.3 Importancia del mantenimiento.....	19
2.1.4 Definiciones de mantenimiento.....	20
2.1.5 Objetivo del plan maestro de mantenimiento.....	21
2.1.6 Objetivos específicos del plan maestro de mantenimiento.....	22
2.1.7 Ventajas del plan maestro de mantenimiento.....	22
2.1.8 Perdidas que se presentan por la falta del Plan Maestro de Mantenimiento.....	23
2.1.9 Requerimientos para un plan maestro de mantenimiento.....	23
2.1.10 Pasos para elaborar un plan maestro de mantenimiento.....	28
2.1.11 Parámetros de control para un plan maestro de mantenimiento.....	32
2.2 Tipos de mantenimientos.....	34

2.2.1	Mantenimiento correctivo.....	36
2.2.2	Mantenimiento preventivo.....	40
2.2.3	Mantenimiento predictivo.....	46
2.3	Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	51
2.3.1	Objetivos del Mantenimiento Productivo Total	55
2.3.2	Perdidas del Mantenimiento Productivo Total	56
2.3.3	El modelo TPM se enfoca en el mejoramiento de los tres ejes transversales básicos de la calidad total:	57
2.3.4	Fases para implementar exitosamente el TPM.....	57
2.3.5	Beneficios del Mantenimiento Productivo Total	58
2.3.6	Pilares del Mantenimiento productivo Total.....	59
2.4	Confiabilidad.....	63
2.5	Disponibilidad.....	63
2.5.1	Disponibilidad Inherente	64
2.5.2	Disponibilidad Operacional	64
2.6	Mantenimiento centrado en la confiabilidad.....	65
2.7	Herramientas industriales.....	66
2.7.1	Las 5s.....	66
2.7.2	Técnica “X”.....	69
2.7.3	Grafico de correspondencia funcional	71
2.7.4	Escala de Likert.....	73
2.7.5	Diagrama de Ishikawa.....	74
2.7.6	Método de control de inventarios ABC.....	75
2.8	Indicadores Clave de Desempeño.....	78
2.8.1	Trabajo en equipo	79
2.8.2	Innovación.....	79
2.8.3	Eficiencia	80
2.8.4	Eficacia	80
2.8.5	Productividad	81
2.8.6	Calidad	81
2.8.7	Calidad total.....	82
3.	ESTADO DEL ARTE	83
4.	METODOLOGIA.....	86
4.1	Metodología de la investigación.....	86
4.2	Fase I. Recolección de la información.....	86

4.3 Fase II. Problemas para solucionar.....	94
4.3.1 Diagrama de Ishikawa.....	94
4.4 Fase III. Evaluación y plan de mejora de control.....	97
4.4.1 Presupuesto para el área de mantenimiento.....	97
4.4.2 Control de refacciones del área de mantenimiento	97
4.5 Gestión del mantenimiento.....	102
4.5.1 Técnica “X”.....	102
4.5.2 Jerarquizar los trabajos.....	106
4.5.3 Implementación de las 5s	108
4.6 Fase IV. Implementación del programa de mantenimiento.....	112
4.6.1 Plan maestro de mantenimiento	112
CAPITULO IV. RESULTADOS	119
CONCLUSIONES.....	122
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	123
ANEXOS.....	126

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Plano de ubicación.....	2
Figura 2. Organigrama general de la empresa.....	4
Figura 3. Modelo Organizacional de Henry Ford Reformado.	14
Figura 4. Evolución del concepto de mantenimiento.	18
Figura 5. Evolución de la curva de la bañera	19
Figura 6. Tipos de mantenimientos	35
Figura 7. Evolución de la detección de falla	47
Figura 8. Pilares Del Mantenimiento Productivo Total.....	59
Figura 9. Diagrama de tiempo de operación y fuera de servicio.	64
Tabla 1. Gráfico de correspondencia funcional.....	71
Tabla 2. Encuesta en escala de Likert.....	86
Figura 10. Diagrama de Ishikawa.....	95
Tabla 3. Inventario de refacciones	99
Tabla 4. Clasificación ABC	101
Tabla 5. Técnica “X”	102
Tabla 6. Jerarquización de trabajos.....	106

Tabla 7.	Mantenimientos comunes.....	107
Figura 11.	Área de taller	109
Figura 12.	Área de taller	110
Figura 13.	Área de taller	111
Tabla 8.	Plan maestro de mantenimiento	115
Tabla 9.	Cuadro comparativo de resultados del plan maestro de mantenimiento	121

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1.	Resultados de la pregunta 1	87
Grafico 2.	Resultados de la pregunta 2	88
Grafico 3.	Resultados de la pregunta 3	88
Grafico 4.	Resultados de la pregunta 4	89
Grafico 5.	Resultados de la pregunta 5	89
Grafico 6.	Resultados de la pregunta 6	90
Grafico 7.	Resultados de la pregunta 7	90
Grafico 8.	Resultados de la pregunta 8	91
Grafico 9.	Resultados de la pregunta 9	91
Grafico 10.	Resultados de la pregunta 10	92
Grafico 11.	Resultados de la pregunta 11	92
Grafico 12.	Resultados de la pregunta 12	93
Grafico 13.	Resultados de la pregunta 13	93
Grafico 14.	Resultados de la pregunta 14	94

1. INTRODUCCIÓN

La empresa MIZU hielo y agua aplica nuevos conceptos y estrategias apoyadas en el nuevo soporte tecnológico que alcanzan eficiencia y eficacia en su accionar de cara a la nueva realidad mundial que promueve el acercamiento cada vez más estrecho con nuevos paradigmas, replanteando cada vez más sus conceptos tradicionales por una estrategia centrada en anticipar, conocer y prevenir la reducción de costos de comercialización e incremento de productividad.

La problemática principal que presenta actualmente la empresa, es que no cuenta con una estrategia desarrollada a mitigar las principales fallas en las unidades con mayor nivel de criticidad, actualmente solo cuenta con un programa básico de mantenimiento preventivo, pero aún son necesarias las intervenciones correctivas, por lo tanto, es necesario realizar un plan maestro de mantenimiento, para lograr reducir las fallas más frecuentes y disminuir los tiempos nulos de las unidades a través de herramientas de mantenimiento que se aplican a la industria.

La utilización de un inadecuado programa básico de mantenimiento ha orillado a que la empresa tenga grandes aumentos de los costos de fallas frecuentes. Éste extemporáneo programa, provoca una necesidad de crear un plan maestro de mantenimiento donde podemos detectar las unidades con mayor grado de criticidad, aplicando métodos de ingeniería para reducir mantenimientos correctivos, tiempos nulos y gastos mayores no contemplados por la empresa.

Este trabajo tiene el propósito de diseñar un plan maestro de mantenimiento que tendrá como resultado reducir mantenimientos correctivos y gastos mayores no contemplados por la empresa a través de la supervisión constante por parte del personal asignado, El trabajo pretende también, mejorar la imagen de la empresa tanto para los involucrados internos, como para los diferentes socios que se puedan presentar en un futuro, demostrando que se cuenta con un programa eficiente para reducir mantenimientos correctivos.

1.1 Antecedentes

La empresa Mizu es una empresa 100 % tuxpeña fundada en el año 1968 por el Ingeniero Javier Enrique González Molar quien decidió iniciar con esta empresa debido a que estamos una región muy calurosa y por lo tanto se convierte en un producto muy demandado principalmente en la temporada de verano.

Como en esta y todas las regiones el líquido vital (agua), es de suma importancia, sumándole las temperaturas extremas que se presentan se convierte aun de mayor importancia y demanda.

Esta empresa empezó a competir en el mercado siendo de las primeras en esta ciudad en realizar la fabricación de hielo con agua purificada para consumo humano, además de vender en esta ciudad también lo distribuye diferentes partes de la región.

1.1.1 Ubicación de la empresa

La empresa se encuentra ubicada en Calle Luna de Miel Lote 7, Colonia Villa Rosita, Tuxpan, Veracruz. C.P. 92860.

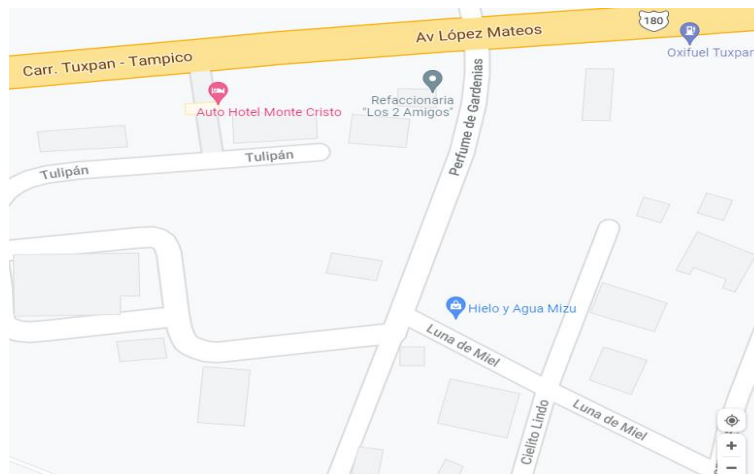


Figura 1. Plano de ubicación.

Fuente. Google Maps 2022.

1.1.2 Giro

La empresa Mizu es dedica a la purificación de agua y fabricación de hielo para consumo humano.

1.1.3 Misión

Ser la mejor opción en hielo y agua purificada para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, industria pesquera, tiendas de autoservicio, amas de casa y público en general. Contando con mano de obra calificada y tecnología moderna para un crecimiento sostenido dando bienestar a los socios y colaboradores.

1.1.4 Visión

Ser la empresa estable, reconocida a nivel local por la calidad de sus productos y excelencia en el servicio a un precio justo, que genere bienestar a socios y colaboradores, cuidando el entorno ecológico.

1.1.5 Valores

- Puntualidad: respetar el tiempo propio y de los demás.
- Disciplina: Lleva al cumplimiento puntual de las leyes y pone el orden en la sociedad, condición indispensable en todo progreso.
- Responsabilidad: Cumplir con lo prometido.
- Comunicación: Una buena comunicación puede hacer la diferencia entre una vida feliz o una vida llena de problemas. Nos ayuda a intercambiar de forma efectiva pensamientos, ideas y sentimientos con las personas que nos rodean, en un ambiente de cordialidad y buscando el enriquecimiento personal de ambas partes.
- Honestidad: Es aquella cualidad humana por la que la persona se determina elegir actuar siempre con base a la verdad y en la auténtica justicia.
- Justicia: Dar a cada uno lo que le corresponde, incluida ella misma
- Trabajo en equipo: Es el trabajo hecho por varios individuos donde cada uno hace una parte, pero todo con un objetivo común.
- Calidad: conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas.
- Lealtad: Es el cumplimiento de aquello que exigen las leyes de la fidelidad y el honor.
- Honradez: Rectitud de ánimo y la integridad en obrar. Quien es honrado se muestra como un apersona recta y justa, que se guía ‘por aquello considerado como correcto y adecuado a nivel social.

1.1.6 Estructura organizacional

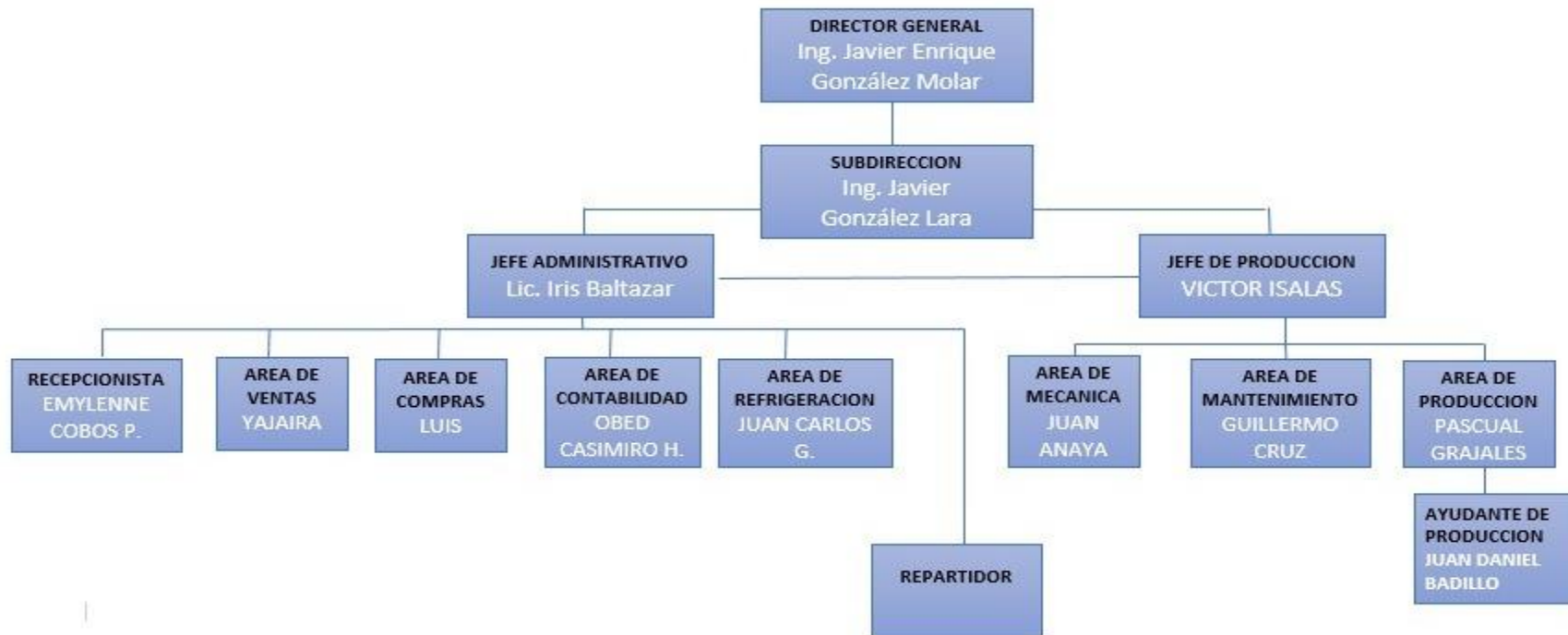


Figura 2. Organigrama general de la empresa.
Fuente. Elaboración propia.

1.1.7 Descripción del organigrama

- Director General: Es persona investida de máxima autoridad en la gestión y dirección administrativa en la empresa.
- Subdirección: Dependiente de la Dirección General, la Subdirección, ejecuta, implementa y coordina todas las acciones que deriven de las funciones de administración superior. También desarrolla las tareas de dirección y supervisión de las Altas Reparticiones a su cargo.
- Jefe administrativo: Planea, supervisa, coordina, controla y optimiza el desarrollo de todos los proyectos, programas y actividades relacionados con la administración de recursos humanos, financieros, contables, legales, los servicios administrativos, la tesorería, la seguridad integral (física e industrial), con el fin de garantizar el cumplimiento de las metas propuestas para la empresa.
- Recepcionista: Encargada de la administración y del apoyo en la oficina. Una de sus responsabilidades principales es la de recibir las visitas entrantes y las llamadas telefónicas.
- Ventas: Departamento encargado de la recepción y expedición de facturas de ventas, conteo de efectivo diario y facturación.
- Compras: se encarga de adquirir las materias primas, productos semi-acabados y servicios necesarios para el funcionamiento de la empresa.
- Contabilidad: Registra todas las operaciones económicas que se lleven a cabo en la empresa, esto incluye el registro de gastos e ingresos, además de cerciorarse de que las mismas transacciones tienen legalidad y se registran siguiendo un marco legal estándar. Se encarga analizar los registros contables y auditorías, verifica que todas las transacciones se registren según el marco legal junto con la legalidad de libros contables, elaboración de balances de ingresos y gastos, incluso nóminas y declaración de impuestos.
- Refrigeración: El encargado de esa área es el responsable de administrar, reparar y distribuir todos los conservadores de hielo con los que cuenta la empresa.
- Repartidor: Encargado de distribuir el producto hasta el destino (cliente).
- Jefe de producción: Encargado de supervisar y dirigir todo el proceso de producción, asegurándose de realizar una correcta gestión de los recursos disponibles para la

fabricación del producto. También, debe asegurarse de la calidad de cada producto realizado.

- Mantenimiento: El departamento de mantenimiento se encarga de brindar todos los servicios que requiere una empresa en cuanto a mantenimiento preventivo y correctivo.
- Mecánico: Reparar y realizar el mantenimiento periódico de vehículos automotores es la función del departamento.
- Operario: encargado de la elaboración del hielo en la empresa, llevando a cabo medidas de seguridad e higiene.

1.2 Problemática

La empresa MIZU hielo y agua es un negocio familiar que se encuentra ubicado en el municipio de Tuxpan Ver. En la actualidad la empresa cuenta con un gran número de unidades de transporte dedicadas a repartir sus productos, las cuales necesitan estar en constante reparación, esto debido a que la mayoría de estas tienen 20 años o más desde que fueron fabricadas.

Cuando alguna unidad llega a presentar una avería suele presentarse un grave problema para la empresa, debido a que los tiempos de reparación van desde 2 horas a 6 horas o hasta días completos, en muchas ocasiones la empresa hace uso de mecánicos externos provocando un impacto económico hacia la misma mencionando también que los costos por reparación que se originan algunas fallas al momento de la ejecución, lo que ocasiona que sea más tardado el mantenimiento, el precio puede ser muy elevado a la hora de comprar los repuestos y por paro de repartición de producción suelen ser de impacto negativo para la empresa.

Debido principalmente a que las unidades con las que cuentan han causado problemas en la distribución del producto, pues algunos han tenido que pararse y dejar de distribuir, lo que ocasiona que se realicen mantenimientos correctivos y esto a su vez pérdidas económicas por gastos no contemplados.

MIZU es una empresa reconocida también por la implantación del “JUST IN TIME”, si se toma en consideración que los paros no programados por las unidades suelen ser de hasta días, esto significa una gran brecha de retraso para la entrega final del producto terminado al cliente que ya ha realizado su pedido con anticipación; Obteniendo como resultado de este

problema una mala crítica hacia la empresa por parte de un cliente, en pocas palabras, la reputación de la empresa corre riesgo. Aunque el mantenimiento forme parte de la empresa, resulta parte importante de su presupuesto ya que con él se consigue la eficiencia de las unidades y por ende de todo el proceso productivo.

1.3 Justificación

El mantenimiento se ha visto en la necesidad de crecer junto con la tecnología moderna ya que se ha convertido en una herramienta con la que se puede incrementar la productividad de cualquier empresa, tomando en cuenta esto la empresa MIZU ha decidido tomar en cuenta esta propuesta e implementar un plan maestro de mantenimiento.

En Tuxpan ver la comercialización de hielo y agua purificada ha alcanzado un punto récord en el último año es por eso que hoy en día es cada vez más competitivo y las empresas no solo se pueden limitar a brindar un determinado producto o servicio, sino que deben implementar una serie de procedimientos e innovar procesos para generar cierto grado de satisfacción y cumplir con las expectativas de los clientes cada vez más exigentes; por lo cual deben estar bajo un continuo proceso de mejora y ver cuáles son las oportunidades que tienen para implementar dichas mejoras.

El plan maestro de mantenimiento abarca el sistema de producción en el área de mantenimiento, tomando como prioridad a las unidades con mayor grado de criticidad dentro de las áreas mencionadas, Se espera obtener registros y un incremento en la disponibilidad de las unidades. La razón principal por la cual hacer este proyecto, es la de hacer más eficiente y confiable el sistema de distribución de la empresa, debido a que carece de una planificación enfocada a la reducción y a la pronta reacción de paros inesperados conocidos común mente como mantenimientos correctivos.

La propuesta de diseño de un plan maestro de mantenimiento abarca el sistema del área de mantenimiento, tomando como prioridad a las unidades con mayor grado de criticidad dentro del área mencionada, Se espera obtener registros y un incremento en la disponibilidad de las unidades. La razón principal por la cual hacer este proyecto, es la de hacer más eficiente y confiable el sistema de disponibilidad de las unidades de la empresa, debido a que carece de un sistema de control de mantenimientos. Al observar detalladamente la manera de trabajo

en el área de mantenimiento, nos damos cuenta que se trabaja con mucha deficiencia en los métodos de trabajo, Basándonos en las diferentes ramas de la ingeniería industrial, como es el análisis de, planeación y control de mantenimientos, podemos establecer un programa integral de mantenimiento para el área y así mejorar su desempeño.

El rol que cumple el sistema de distribución dentro de una organización es clave. Pues la mayor parte de la inversión de una empresa se encuentra involucrada con esta área. Una parte del área de logística, la cual involucra las operaciones de distribución en el sistema, dichas operaciones son realizadas por un grupo humano que invierte su tiempo y energía en lograr atender, asimismo en mantener al día la información de la distribución. Sin embargo, en muchos casos estos esfuerzos del equipo humano son insuficientes, pues las múltiples actividades del área, específicamente la distribución de atender los pedidos y la falta de precisión en la información de los mantenimientos de las unidades, generan un mayor desgaste, mayor cantidad de horas extras y disgusto en la realización de los trabajos por parte de los empleados. Además, que impide el cumplimiento de los objetivos del área afectando a su vez el desempeño de la organización en general.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis Nula: ¿La implementación del plan maestro de mantenimiento, permitirá reducir las fallas mecánicas en las unidades de transporte?

1.4.2 Hipótesis Alternativa: ¿La implementación del plan maestro de mantenimiento, no permitirá reducir las fallas mecánicas en las unidades de transporte?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General:

Diseñar un plan maestro de mantenimiento para reducir fallas en las unidades de transporte de la empresa MIZU Hielo y Agua.

1.5.2 Objetivos Específicos:

- Diagnosticar la situación actual de las unidades de transporte mediante instrumentos de recolección de datos.
- Identificar las fallas potenciales en las unidades de transporte mediante un diagrama de Ishikawa.
- Diseñar un plan maestro de mantenimiento para reducir fallas en las unidades de transporte.
- Desarrollar indicadores que permita identificar la mejora continua del mantenimiento.

2. MARCO TEORICO

2.1 Plan maestro de mantenimiento

Se le denomina plan maestro de mantenimiento a la principal herramienta administrativa en base a los Servicios de Mantenimiento en general, su adecuada planeación permite que las áreas tanto operativas como administrativas obtengan la optimización de tiempo en actividades y periodos de estas identificando el nivel de falla. Permite realizar un análisis a fondo de la programación, presupuesto, ejecución y control del mantenimiento requerido. Las actividades que se engloban en el plan de mantenimiento van de acuerdo a la consecución de las metas y objetivos de la empresa, a la evaluación de los resultados obtenidos y el grado en que se están realmente satisfaciendo las necesidades a través de los procesos operativos de mantenimiento. El objetivo es planear y controlar los recursos de mantenimiento. (Rover si v- turco 2018)

La administración de mantenimiento industrial es una herramienta de suma importancia para todos aquellos que están relacionados con el mantenimiento industrial, ya que estos deben crear la planeación, programación y control del mantenimiento. La finalidad es adquirir los conocimientos de la administración del mantenimiento para reducir costos impactados en el costo del ciclo de vida de los equipos, planear y programar el mantenimiento para prevenir paros por fallas, llevando un control a través de indicadores. (Baldini – Furlaneto 2019)

Conforme con la anterior definición se deducen distintas actividades:

- Prevenir y/o corregir averías
- Cuantificar y/o evaluar el estado de las instalaciones.
- Aspecto económico (costes).

Según (González 2009) Las misiones de mantenimiento son:

- La vigilancia permanente y/ó periódica.
- Las acciones preventivas y correctivas (reparaciones).
- El reemplazamiento de la maquinaria.

Los objetivos implícitos son:

- Aumentar la disponibilidad de los equipos hasta el nivel preciso.
- Reducir los costes al mínimo compatible con el nivel de disponibilidad necesario.
- Mejorar la fiabilidad de las máquinas e instalaciones.
- Asistencia al departamento de ingeniería en los nuevos proyectos para facilitar la mantenibilidad de las nuevas instalaciones.

A lo largo de su ciclo de vida cada sistema pasa por diferentes fases desde su introducción, su verificación, hasta la última de ellas, que es la de construcción y puesta en marcha, donde alcanza el régimen normal de funcionamiento.

En general, todo lo que existe, se deteriora, rompe o falla con el correr del tiempo, si bien esto puede ser a corto o largo plazo. El solo paso del tiempo provoca que algunos bienes disminuyan sus prestaciones, cualidades o características. (Roversi v- turco 2018)

Según (Boulcy Francis 2018) Menciona que el objetivo del mantenimiento es reducir la incidencia negativa de los fallos, ya sea disminuyendo su número o atenuando sus consecuencias. Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

2.1.1 Historia del mantenimiento

La historia del mantenimiento, como parte estructural de las empresas data del momento mismo de la aparición de las máquinas para la producción de bienes y servicios, la aparición de los primeros sistemas organizacionales de mantenimiento para sostener las máquinas se resalta desde principios del siglo XX. (Navarro Elola Luis 2018)

La Gestión de una empresa se refiere a su administración, los cuales se sintetizan en planear, organizar, ejecutar y controlar. En mantenimiento es necesario reconocer dos aspectos básicos: gestión y operación. La primera se refiere al manejo de los recursos, a su planeación y a su control, mientras que la segunda es la realización física del servicio de mantenimiento.

La palabra mantenimiento se emplea para designar las técnicas utilizadas para asegurar el correcto y continuo uso de equipos, maquinaria, instalaciones y servicios. Para los hombres

primitivos, el hecho de afilar herramientas y armas, coser y remendar las pieles de las tiendas y vestidos, cuidar la estanqueidad de sus paraguas, etc. Durante la revolución industrial el mantenimiento era correctivo (de urgencia), los accidentes y pérdidas que ocasionaron las primeras calderas y la apremiante intervención de las aseguradoras exigiendo mayores y mejores cuidados, proporcionaron la aparición de talleres mecánicos.

Según el autor (Rey Sacristán Francisco 2017) menciona que los sistemas de mantenimiento implican la vinculación de herramientas propias de la gestión, y el concepto integral se maneja desde la base de utilizar en forma eficaz y eficiente los factores productivos en forma individual y conjunta.

Durante los últimos 20 años, el mantenimiento ha ido cambiando. Estos cambios se deben principalmente al importante aumento en número y variedad de los activos físicos (planta, equipamiento, edificaciones) que deben ser mantenidos en todo el mundo, diseños más complejos y nuevos métodos de mantenimiento, y además de una óptica cambiante en la organización del mantenimiento y sus responsabilidades.

La misión principal de mantenimiento es garantizar que el parque industrial esté con la máxima disponibilidad de sus activos cuando lo requiera el usuario, durante el tiempo solicitado para operar, con las velocidades requeridas, en las condiciones técnicas y tecnológicas exigidas previamente. (Duffa Salih 2019)

El mantenimiento responde a las expectativas de cambio, que incluyen una toma de conciencia para evaluar hasta qué punto las fallas en los equipos afectan a la seguridad y al medio ambiente; relación entre mantenimiento y la calidad del producto y de poder alcanzar una alta disponibilidad en la planta y mantener costos bajos. (Mora Gutiérrez 2016)

Estos cambios están llevando a un cambio de aptitudes y habilidades en todas las ramas de la industria, ya que el personal de mantenimiento se ve obligado a pensar de una manera completamente nueva, pues deben actuar como ingenieros y como gerentes.

Frente a estos cambios los gerentes están buscando un nuevo enfoque para el mantenimiento, que eviten arranques fallidos y proyectos sin concluir; buscan un cambio en la estructura estratégica que resuma los nuevos desarrollos en un modelo coherente, para luego evaluarlo y aplicar el que mejor satisfaga a las necesidades de la compañía. Desde la década de los años

30 del siglo XX se puede ver la evolución del cambio del mantenimiento a través de tres generaciones. ((Bravo J. Tetamuez, 2017)

A partir de 1925, se hace patente en la industria americana la necesidad de organizar el mantenimiento con una base científica. Se empieza a pensar en la conveniencia de reparar antes de que se produzca el desgaste o la rotura, para evitar interrupciones en el proceso productivo, con lo que surge el concepto del mantenimiento preventivo. A partir de los años sesenta, con el desarrollo de las industrias electrónica, espacial y aeronáutica, aparece en el mundo anglosajón el mantenimiento predictivo, por el cual la intervención no depende ya del tiempo de funcionamiento sino del estado o condición efectiva del equipo o sus elementos y de la fiabilidad determinada del sistema. (Cadena H 2010)

Las primeras empresas que existieron estaban conformadas por grupos de personas que tenían que trabajar en cada uno de los pasos del proceso de producción y a su vez reparar las herramientas y las máquinas cuando presentaban alguna avería. Debido a que los trabajadores desarrollaban múltiples oficios, el elaborar un producto terminado para ofrecerlo en el mercado implicaba un alto costo en tiempo y dinero. Con el objetivo de ganar más, invirtiendo menos, las empresas se vieron obligadas a distribuir a sus trabajadores para que se dedicaran a tareas específicas, dichas tareas fueron de dos tipos: Tareas de operación de las máquinas y tareas de reparación de las mismas. En 1930, el empresario automotriz Henry Ford, implementó un nuevo sistema de organización al interior de su empresa al cual llamó “Producción en cadena”. Este nuevo sistema, fue establecido a través de la asignación de responsabilidades organizadas. (Lezana García Emilio 2014)

Con el nuevo modelo de Ford, surge el concepto de mantenimiento, el cual dependía del departamento de operación quien era el que determinaba en qué momento se debían realizar las labores de reparación. Con la Segunda Guerra Mundial, las empresas tuvieron que aumentar su producción para suplir la demanda del mercado; para esto, fue necesario incrementar sus jornadas laborales. Esta manera apresurada de producir en grandes cantidades y por largos periodos de tiempo hizo que las máquinas se desgastaran debido al exceso de uso y por lo tanto a presentar fallas en su funcionamiento. La reparación de las máquinas implicaba la parada del proceso de producción lo cual generaba grandes pérdidas.

Con el fin de evitar estas paradas, los empresarios le dieron una mayor importancia al mantenimiento reestructurando sus modelos organizacionales. (Gualotuña F. 2010)

Actualmente el mantenimiento afronta una nueva generación, con la disponibilidad de equipos electrónicos de inspección y de control, sumamente fiables, para conocer el estado real de los equipos mediante mediciones periódicas o continuas de determinados parámetros: vibraciones, ruidos, temperaturas, análisis físico-químicos, tecnografía, ultrasonidos, endoscopia, etc., y la aplicación al mantenimiento de sistemas de información basados en ordenadores que permiten la acumulación de experiencia empírica y el desarrollo de los sistemas de tratamiento de datos. Este desarrollo, conducirá en un futuro al mantenimiento a la utilización de los sistemas expertos y a la inteligencia artificial, con amplio campo de actuación en el diagnóstico de averías y en facilitar las actuaciones de Mantenimiento en condiciones difíciles. (Ciliberti. T. 2016)

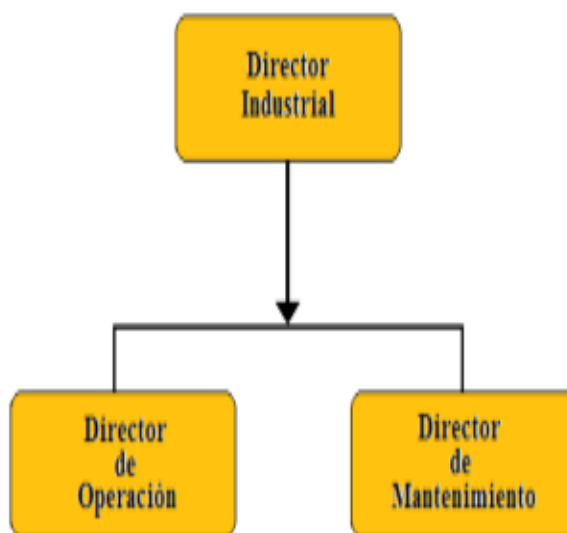


Figura 3. Modelo Organizacional de Henry Ford Reformado.

Fuente: Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. México. 2008.

A partir del modelo mostrado en la Figura 3, el mantenimiento se vuelve una herramienta fundamental para las empresas y se convierte en una actividad correctiva o de reparación, con el correr del tiempo, estas actividades se han vuelto preventivas y en la actualidad la mayoría de las empresas realizan labores de inspección y cambio de piezas defectuosas antes de que se produzcan daños en sus máquinas.

Por otra parte, existen cambios en las políticas de mantenimiento marcados por la legislación sobre seguridad e higiene en el trabajo y por las presiones de medio ambiente, como dispositivos depuradores, plantas de extracción, elementos para la limitación y atenuación de ruidos y equipos de detección, control y alarma. Se vaticina que los costes de mantenimiento sufrirán un incremento progresivo, esto induce a la fabricación de productos más fiables y de fácil mantenimiento.

Según (Crosby P.2019) Podemos distinguir cuatro generaciones en la evolución del concepto de mantenimiento:

1ª Generación: La más larga, desde la revolución industrial hasta después de la 2ª Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. El mantenimiento se ocupa sólo de arreglar las averías. Es el mantenimiento correctivo.

Sus principales características son:

- Equipos robustos, sobredimensionados, simples.
- Los modos de falla estaban concentrados en el desgaste de la pieza.
- No existía alta mecanización de la industria.
- Poca importancia a los tiempos de parada de los equipos.
- La prevención de fallas no era de alta prioridad gerencial.
- La política de mantenimiento aplicada era la del mantenimiento reactivo.
- No había necesidad de un mantenimiento sistemático.
- Bajos volúmenes de producción.

2ª Generación: Entre la 2ª Guerra Mundial y finales de los años 70 se descubre la relación entre edad de los equipos y probabilidad de fallo. Se comienza a hacer sustituciones preventivas. Es el mantenimiento preventivo. (Fritz S. Torbol M. 2014)

Debido a lo anterior, se centró la atención en el tiempo de parada de la máquina, esto llevó a la idea de que las fallas de los equipos deberían ser prevenidas, llegando al concepto del mantenimiento preventivo. Posteriormente en la década de los años 60, consistió principalmente en las reparaciones mayores a intervalos regulares de tiempo, entonces los costos de mantenimiento comenzaron a elevarse rápidamente en relación con otros costos operacionales. Esto llevó al crecimiento de los sistemas de planeamiento y control de mantenimiento que ayudaron a tener al mantenimiento bajo control y han sido establecidos como parte de la gestión del mantenimiento. (Ruben, 2019)

Sus principales características son:

- Se comienza a dar importancia a la productividad.
- Incremento de la mecanización en las industrias y complejidad de los equipos.
- Mayor importancia a los tiempos de parada de equipos.
- Inicio del concepto de mantenimiento preventivo. Para los años 60 consistía principalmente en las reparaciones mayores (Over- Haul) a una frecuencia fija.
- Crecimiento rápido de los costos de mantenimiento, respecto a otros.
- Implantación y crecimiento de sistemas de planificación y control de mantenimiento.
- Maximizar vida útil de los sistemas, equipos y dispositivos.
- Altos niveles de inventario de repuestos.
- Computadores centrales, lentos, programas que no permitían la interacción con el usuario.

3ª Generación: Surge a principios de los años 80. Se empieza a realizar estudios causa-efecto para averiguar el origen de los problemas. Es el mantenimiento predictivo o detección precoz de síntomas incipientes para actuar antes de que las consecuencias sean inadmisibles. Se comienza a hacer partícipe a producción en las tareas de detección de fallos.

El tiempo de parada de máquina siempre ha afectado la capacidad de producción de los activos físicos al reducir la velocidad de producción y aumenta los costos operacionales. Mediados de la década de los setenta, el proceso de cambio de la industria ha ido en aumento. Los cambios han sido clasificados en nuevas expectativas, nuevas investigaciones y técnicas. (Fuenmayor E. 2018)

En la década del sesenta y setenta esto ya era una preocupación en las áreas de minería, manufacturas y transporte. En la manufactura los efectos del tiempo de parada de maquina fueron agravados por la tendencia mundial hacia sistemas justo a tiempo, donde los reducidos inventarios de material en proceso hacen que una pequeña falla en un equipo probablemente hiciera parar toda la planta. (Thun 2018)

Actualmente el crecimiento de la mecanización y la automatización han tornado a la confiabilidad y a la disponibilidad como factores clave en sectores tan diversos como el cuidado de la salud, el procesamiento de datos, las telecomunicaciones y el manejo de las organizaciones.

(García S. 2019) Explica sus principales características:

- Alto grado de mecanización y automatización.
- Demanda por alto valor en la disponibilidad y confiabilidad de los sistemas.
- Importancia a la productividad y estándar de calidad.
- Extensión al máximo de la vida útil de los equipos y dispositivos.
- Alto nivel de competencia del personal de mantenimiento.
- Nuevas técnicas e investigación cuestionan lo establecido.
- Desarrollo acelerado de la tecnología de información e integración de redes.
- Desarrollo del mantenimiento predictivo.

En los últimos años de los 70, la aplicación de nuevas filosofías: Mantenimiento Productivo Total TPM y Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM.

Nuevas expectativas, una mayor automatización también significa que más y más fallas afectan nuestra capacidad de mantener parámetros de calidad satisfactorios. Cada vez aparecen más fallas que originan serias consecuencias al medio ambiente o a la seguridad, al mismo tiempo que se elevan las exigencias de estos temas. (García S. 2019)

4ª Generación: Aparece en los primeros años 90. El Mantenimiento se contempla como una parte del concepto de calidad total: "Mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos. Es el Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR): Se concibe el mantenimiento como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos. Se identifica el mantenimiento como fuente de beneficios, frente al antiguo concepto de mantenimiento como "mal necesario". La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo coste. Se requiere un cambio de mentalidad en las personas y se utilizan herramientas como ingeniería del riesgo (Determinar consecuencias de fallos que son aceptables o no), análisis de fiabilidad (Identificar tareas preventivas factibles y rentables) o mejora de la mantenibilidad (Reducir tiempos y costos de mantenimiento). (García, S. 2019)

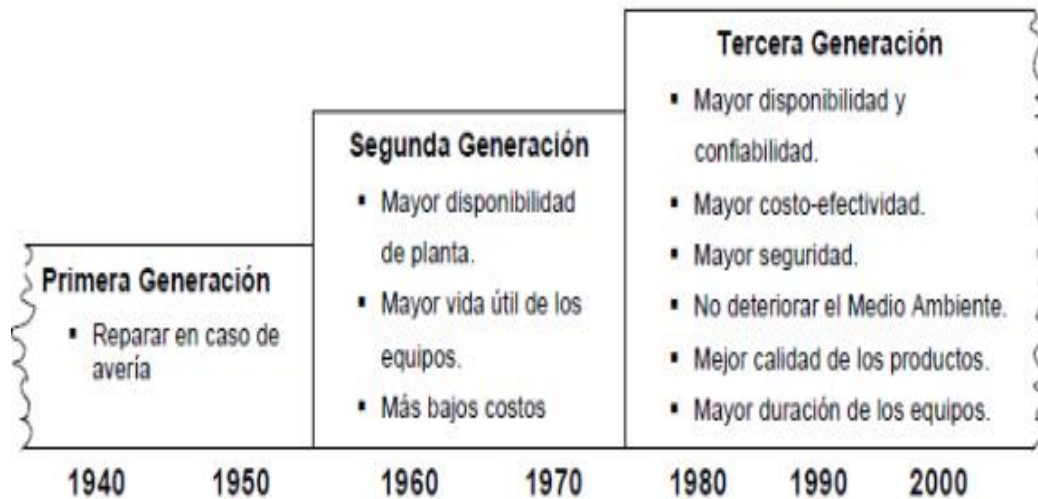


Figura 4. Evolución del concepto de mantenimiento.

Fuente. Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento a equipos bajo las técnicas del TPM. 2017.

En la figura 4, se muestra como ha crecido el énfasis en los clásicos sistemas administrativos y de reparaciones mayores para incluir a nuevos desarrollos en diferentes áreas. Uno de los mayores desafíos del personal de mantenimiento es no solo aprender estas técnicas, sino decidir cuales valen la pena y cuáles no para sus propias organizaciones.

2.1.2 Evolución de la curva de la bañera en el mantenimiento

(García S. 2020) Nos dice que la curva de bañera es una representación visual de la tasa de falla de un producto o grupo de productos a lo largo del tiempo. Al trazar las ocurrencias de fallas a lo largo del tiempo, una curva de bañera traza tres períodos que experimenta un activo durante su vida útil:

- Período de mortalidad infantil;
- Período de vida normal;
- Período de desgaste.

Dado que la curva de la bañera nos ayuda a determinar la vida útil esperada y la confiabilidad del activo, es más fácil mantenerlo bajo control. Pero la principal ventaja es, sin duda, poder planificar con mayor precisión cómo y cuándo realizar el mantenimiento. (García S. 2020).

El objetivo final, como siempre para los administradores de instalaciones, es extender la vida útil del activo y aumentar la disponibilidad sin mantenimiento innecesario.

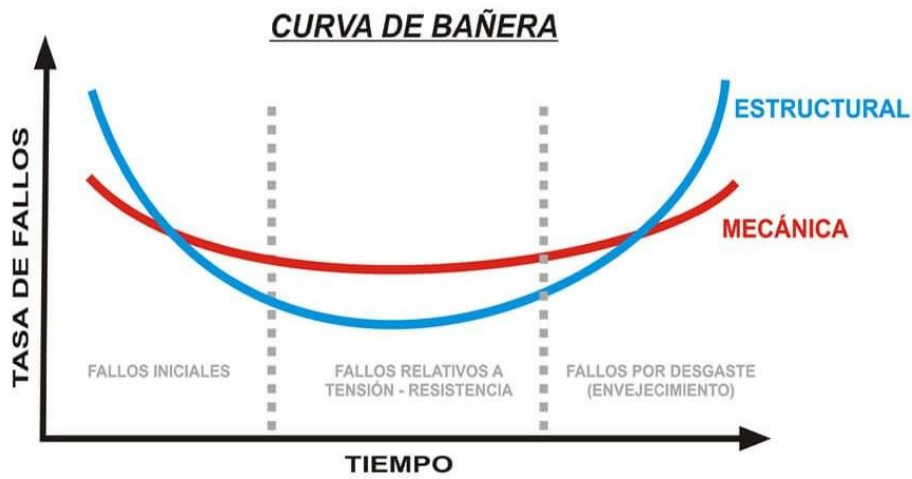


Figura 5. Evolución de la curva de la bañera

Fuente: Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM. 2017

Nuevas investigaciones están cambiando las creencias referidas a la relación entre la edad y las fallas. En particular, parece haber cada vez menos conexión entre la edad del equipo y la probabilidad de que éstos fallen. Con lo cual se revelan, no uno, sino seis patrones de falla que realmente ocurren en la práctica, los cuales tienen un profundo efecto sobre el mantenimiento. En la figura 05, se muestra como al principio, la idea de que a medida que los activos envejecían eran más propensos a fallar. Una creciente conciencia de la “mortalidad infantil” llevó a la Segunda Generación a creer en la curva de la “bañera”. (Girón O. 2014)

2.1.3 Importancia del mantenimiento

El mantenimiento industrial, busca mantener los equipos en condiciones adecuadas para así permitir la buena realización de la función que deben cumplir, aumentar la productividad y durabilidad de la maquinaria y reducir al máximo las fallas que puedan presentarse mientras estás realizando tu trabajo. (González J. 2015)

Cualquier equipo que utilices, bien sea las tijeras eléctricas, de combustión, brazos eléctricos, de combustión, montados sobre camión o sobre oruga, necesita mantenimiento industrial,

para así contar con una excelente operabilidad y un funcionamiento eficiente y eficaz, obteniendo así la máxima.

La misión del mantenimiento es implementar y mejorar en forma continua la estrategia de mantenimiento para asegurar el máximo beneficio a nuestros clientes mediante prácticas innovadoras, económicas y seguras.

El mantenimiento industrial está directamente relacionado el uso de los equipos y el manejo que se le da a los mismos, es por esto que no debe contemplarse como un gasto, sino como una inversión. Anualmente, crecen los accidentes laborales producidos por caídas, los cuales generalmente son ocasionados en proyectos industriales e infraestructurales. Por esta razón, es de suma importancia tener en cuenta las prevenciones necesarias para evitar que este tipo de situaciones se presenten. (Arbos., 2014)

Entre las cosas que se deben tener en cuenta, sin duda alguna la utilización correcta de los equipos de seguridad y el mantenimiento de toda la maquinaria, son las más importantes, es por esto que a continuación te explicaremos cuáles son los cuidados que debes tener en cuenta para que siempre prime el buen funcionamiento de tus equipos.

2.1.4 Definiciones de mantenimiento

(Creus 2018) Expresa del mantenimiento como un conjunto de acciones necesarias para realizar inspecciones periódicas o para reparar un aparato, dispositivo que al fallar se pone de nuevo en estado de funcionamiento para que continúe dando servicio.

(Wireman 2018) Utiliza el termino ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO, como la administración de todos los activos que posee una compañía, basada en la maximización del rendimiento sobre inversión en activos.

(Baldin según los archivos tomados en el congreso internacional de la OCDE de 1963) se entiende por mantenimiento, a la función empresarial a la que se encomienda el control constante de las instalaciones, así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones productivas, servicios e instrumentación de los establecimientos.

(Dounce 2017) Indica que el mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada.

(Duffuaa Raouf Dixon 2016) Nos dicen que el mantenimiento es la combinación de todas las acciones técnicas y acciones asociadas mediante las cuales un equipo o un sistema se conservan o repara para que pueda realizar sus funciones específicas.

(Amándola 2020) Establece que el mantenimiento es asegurar que todo elemento físico continúe desempeñando las funciones deseadas.

(Lou rival 2017) Utiliza este término como todas las acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de modo que permanezca de acuerdo con una condición especificada.

2.1.5 Objetivo del plan maestro de mantenimiento

Según (Gutiérrez E. 2007) El objetivo general del mantenimiento es el de planear, programar y controlar todas las actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de los equipos utilizados en los procesos de producción.

1. Planear y controlar los recursos de mantenimiento.
2. Para confeccionarlo se identifican todas las tareas preventivas que se pueden realizar y luego se les asigna una periodicidad.
3. Realizar asignación de responsabilidades al personal.
4. Generar e implementar documentación básica de control para las actividades del mantenimiento.
5. Minimizar o reducir las actividades del mantenimiento correctivo.
6. Incrementar la confiabilidad de las instalaciones y equipos.
7. Implementar de manera eficaz el Plan Maestro de Mantenimiento.

2.1.6 Objetivos específicos del plan maestro de mantenimiento

Según (Gutiérrez E. 2007) Los objetivos específicos del mantenimiento industrial son los siguientes:

1. Realizar listados de los equipos que conforman el proceso de producción.
2. Asignar códigos de identificación a cada uno de los equipos listados.
3. Realizar fichas técnicas que contengan la información de las características generales, técnicas y operacionales de cada uno de los equipos codificados.
4. Generar listados codificados con cada una de las actividades de mantenimiento eléctrico, mecánico, de lubricación, de instrumentación, de metrología y civil en todas las áreas de la empresa.
5. Asignar las tareas de mantenimiento requeridas con su correspondiente fecha de inicio y frecuencia de ejecución para cada uno de los equipos codificados.
6. Listar los repuestos, herramientas y tipo de personal requerido para la ejecución del mantenimiento.
7. Realizar órdenes de trabajo del mantenimiento programado sistematizado.
8. Digitar la información de las órdenes de trabajo en el correspondiente software de mantenimiento.
9. Generar informes que permitan controlar el manejo del presupuesto para la mano de obra propia y contratada, los repuestos y los materiales empleados en el mantenimiento.

2.1.7 Ventajas del plan maestro de mantenimiento

Según (Huerta R. 2018) Explica que una buena programación del mantenimiento hace que las empresas cuenten con las siguientes ventajas:

- Elaboración de productos de alta calidad y a bajo costo.
- Satisfacción de los clientes con respecto a la entrega del producto en el tiempo acordado.

- Reducción de los riesgos en accidentes de trabajo ocasionados por el mal estado de las máquinas o sus componentes.
- Disminución de costos provocados por paradas del proceso de producción cuando se presentan reparaciones imprevistas.
- Detección de fallas producidas por el desgaste de piezas permitiendo una adecuada programación en el cambio o reparación de las mismas.
- Evita los daños irreparables en las máquinas.
- Facilita la elaboración del presupuesto acorde con a las necesidades de la empresa.

2.1.8 Perdidas que se presentan por la falta del Plan Maestro de Mantenimiento

(Huerta R. 2016) Explica cuando en las empresas no se cuenta con un mantenimiento bien planeado, las pérdidas se pueden presentar por los siguientes inconvenientes:

- Paradas del proceso de producción.
- Averías inesperadas de los equipos.
- Daños en la materia prima.
- Elaboración de productos defectuosos.
- Incumplimiento en los tiempos de entrega de los productos.
- Accidentes laborales.

2.1.9 Requerimientos para un plan maestro de mantenimiento

Hay que considerar los tipos de mantenimiento, preventivo, y predictivo y así mismo consideras las siguientes preguntas:

¿Qué tipo de mantenimiento se va a realizar? ¿Cuándo se va a realizar dicho mantenimiento?

2.1.9.1 Pasos para realizar el mantenimiento adecuado depende de:

Según (Hung A. 2008). Se muestran los siguientes pasos para realizar el mantenimiento adecuado.

- Levantamiento de información
- Comportamiento de los equipos
- El grado de incertidumbre existente en la previsión realizada, de manera que se pueda atender movimientos inesperados.

2.1.9.2 Elaboración de la lista de materiales:

¿Qué materiales necesitamos para realizar el mantenimiento requerido por el programa general de mantenimiento? ¿cuándo se necesitan los materiales para cuadrar con el Plan Maestro de Mantenimiento de reposición de almacén?

Factores a considerar en la aplicación de MRP (planificación de los requerimientos del material). deben tener: exactitud en los datos de entrada, tanto el Plan Maestro de Mantenimiento como la lista de materiales y el registro de inventario deben mantenerse al día.

2.1.9.3 Formular el plan maestro de mantenimiento de acuerdo a:

(Hodson William k. 2019) Explica la formula del plan maestro de mantenimiento:

- Los requerimientos de mantenimiento detectados en los sistemas.
- Los recursos materiales estimados.
- Los recursos humanos estimados.
- Los recursos estimados en términos contables.
- La información técnica que cuenta la empresa.
- Las políticas y procedimientos establecidos.

2.1.9.4 Elaborar el presupuesto de mantenimiento de acuerdo al plan maestro del área:

(Kardek A. 2012) El presupuesto de un departamento de mantenimiento debería de constar de al menos 4 partidas:

Mano de obra: el costo personal es la suma de cinco conceptos:

1. El importe bruto anual fijo recibido por cada uno de los trabajadores del departamento.
2. Primas, horas extraordinarias y cantidades cobradas en concepto de disponibilidad, para trabajar o recibir llamadas.
3. Gastos de personal asociados a la mano de obra, transporte, transporte de personal hasta la planta (en algunos países y zonas este costo corre por cuenta del empresario), horas extras y gastos del personal
4. Costos de formación este apartado para empresas con gestión de excelencia y preocupada por el rendimiento y la motivación de su personal.
5. Los costos sociales obligatorios para la empresa, que son abonados directamente por la empresa o administración. (Manuel, 2017)

Materiales: repuestos normales. Se trata de equipos estándar, que pueden ser adquirido a varios fabricantes, por lo que los precios suelen ser más competitivos.

- Repuestos especiales suelen ser una de las partidas más elevadas en una central de ciclo combinado.
- Consumibles más usados son:
- Aceites, lubricantes
- Filtros de aire
- Elementos de estanqueidad diverso material de ferretería y eléctrico
- Consumibles de taller Ropa de trabajo y elementos de seguridad

- Combustible para vehículos, entre otros materiales. (Nascif J. 2002)

Medios y Herramientas: Es la suma del dinero que se prevé emplear en la reposición de herramientas y medios técnicos extraviados o deteriorados. Estos pueden ser comprados o alquilados.

Los equipos para considerar en compras serán tres:

- Reposición de herramienta.
- Adquisición de nueva herramienta nueva herramienta y medios y medios técnicos.
- Alquiler de maquinaria (Nascif J. 2002)

En general, los medios alquilados suelen ser medios que no se utilizan de forma continua en la planta, y que, por tanto, la frecuencia de su uso desaconseja su adquisición. Suele tratarse, en la mayoría de los casos de medios de elevación y transporte:

- Grúas, carretillas elevadoras
- Alquiler de otros equipos (Nascif J. 2002)

Asistencias externas: Los trabajos que habitualmente se contratan a empresas externas son los siguientes:

- Mano de obra en puntas de trabajo a empresas generalistas. Esta mano de obra adicional permite flexibilizar la plantilla de manera que el departamento pueda dimensionarse para una carga de trabajo determinada, y cubrir los momentos de mayor necesidad de mano de obra con personal externo.
- Mano de obra contratada de forma continua a empresas generalistas. Habitualmente, junto a la plantilla habitual hay personal de contratas para el trabajo habitual, lo que permite disminuir la plantilla propia.
- Mano de obra especializada, de fabricantes (incluidos gastos de desplazamiento), para mantenimiento correctivo.
- Mano de obra especializada, de fabricantes (incluidos gastos de desplazamiento) para mantenimiento programado.

- Trabajos en talleres externos (bobinado de motores, fabricación de piezas, etc.)
- Servicios de Mantenimiento que deban ser realizados por empresas que cumplan determinados requisitos legales, y que puedan emitir una certificación de haber realizado determinados trabajos. Entre otros estarían:
- Grandes revisiones. Suele ser otra de las partidas más importantes del presupuesto. El presupuesto puede contener esta partida especial, o no contenerla y repartirla en sus diferentes conceptos (mano de obra, materiales, etc.). (Nascif J. 2002)

El cumplimiento del presupuesto: De las cuatro partidas, la más difícil de estimar a priori es la de materiales (repuestos y consumibles), ya que depende enormemente de lo que se averíe. Esta es además una partida que depende mucho del estado de la planta, de la implantación de técnicas preventivas, del diseño y del montaje. En una estimación rápida, suele estar entre el 0,5 y el 2% del inmovilizado, es decir, del valor de la planta. Es la que más posibilidades tiene de optimización.

Otra partida variable y problemática es la de asistencias externas. Depende enormemente de la política de subcontratación, de la especialización y de la formación del personal, y de la cantidad de técnicos de que disponga el departamento. (Lazarecich A. 2013)

La de personal, es fácil estimarla, pero se suelen cometer errores constantes en su presupuestación que después crean enormes tensiones con la dirección financiera o con quien sea responsable económico de la planta. Suele ser habitual no tener en cuenta los costes de primas, horas extras, retenes, gastos de personal, y también suele ser habitual no tener en cuenta que la inflación de la mano de obra especializada es superior a la marcada para otros sectores o para el país.

La de medios, herramientas y alquiler de equipos suele ser fácilmente presupuestable y presenta pocas desviaciones.

2.1.10 Pasos para elaborar un plan maestro de mantenimiento

1. Detectar los requerimientos de mantenimiento de los sistemas, de acuerdo al programa de producción, recomendaciones del fabricante, políticas y procedimientos establecido. Una política de reemplazo es factible cuando un gran número de partidas idénticas de bajo costo son cada vez más propensas a fallar a medida que envejecen.
2. Estimar los recursos necesarios para el mantenimiento de los sistemas de acuerdo al programa de producción.
 - Las necesidades de recursos materiales son estimadas de acuerdo al inventario de los sistemas.
 - Las necesidades de recursos humanos son estimadas de acuerdo a los requerimientos de mantenimiento.
 - Las necesidades de recursos económicos son estimadas de acuerdo a los requerimientos de mantenimiento, las necesidades de recursos materiales, recursos humanos de mantenimiento, políticas y procedimientos establecidos. (Medina O. mayo 2010)

La utilización de un sistema o una metodología que permita administrar y controlar el manejo de insumos, los repuestos y las materias primas de mantenimiento se considera un instrumento avanzado, ya que mediante su aplicación se logran sustanciales ahorros de gestión y la operación del mantenimiento industrial, como también se logran mejores logísticas en el servicio de mantenimiento.

(Montgomery D. 2009) Los hechos que generan la no funcionalidad de los equipos pueden ser tres:

- Tareas proactivas (mantenimientos planeados).
- Reparaciones (mantenimientos no planeados: correctivos o modificativos).
- Retrasos en el suministro de repuestos, insumos, materias primas de mantenimiento o recursos humanos.

De allí la importancia de presentar, al menos criterios básicos y las estrategias de manejo de inventarios, insumos, materias primas o repuestos de mantenimiento.

(Motta M. 2017) La existencia de almacenes de repuestos o de inventarios se justifica desde dos posibles hechos:

- El consumo de repuestos es más alto que su velocidad de producción.
- El tiempo de transporte y/o la distancia entre el punto de fabricación o comercialización de los repuestos.

Los métodos proyectivos de series temporales se basan exclusivamente en una extrapolación de los datos presente y del pasado hacia el futuro. La estabilidad del entorno se refleja en la hipótesis según la cual las pautas que determinan el estado futuro de la variable son las mismas del pasado y del presente.

3. Formular el plan maestro de mantenimiento de acuerdo al programa de producción de acuerdo a:
 - Los requerimientos de mantenimiento detectados en los sistemas.
 - Los recursos materiales estimados.
 - Los recursos humanos estimados.
 - Los recursos estimados en términos contables.
 - A la información técnica con que cuenta la empresa.
 - Las políticas y procedimientos establecidos. (Ochoa L. 2018)
4. Elaborar el presupuesto de mantenimiento de acuerdo al plan maestro del área.

(Pale E. 2017) El presupuesto de un departamento de mantenimiento debería constar de al menos 4 partidas: mano de obra, materiales, medios y herramientas y servicios contratados. Por supuesto, que puede haber subpartidas, otras divisiones, etc., pero dividirlo en estas cuatro puede resultar sencillo y práctico.

- Mano de obra
- Materiales
- Consumibles

- Herramientas y medios técnicos
 - Asistencias externas
 - El cumplimiento del presupuesto
5. Diseñar los programas de mantenimiento de los sistemas de acuerdo al presupuesto (Cronograma).
- Los recursos del área de mantenimiento son asignados de acuerdo a los requerimientos del plan maestro de mantenimiento en los programas de mantenimiento.
 - La prioridad de las actividades de los programas de mantenimiento es definida considerando el plan maestro de mantenimiento y las prioridades establecidas.
 - La secuencia de las actividades de mantenimiento es considerada en la elaboración de los programas de mantenimiento.
 - La frecuencia de las actividades de los programas de mantenimiento es definida considerando el plan maestro de mantenimiento, políticas y procedimientos establecidos.
 - La duración de las actividades de los programas de mantenimiento es definida considerando el plan maestro de mantenimiento, políticas y procedimientos establecidos.
 - Los programas de mantenimiento son elaborados considerando las áreas.

Los programas de mantenimiento deben estar fundamentados tomando como base el mantenimiento preventivo, por lo que debe capacitar a operadores de producción y operarios de mantenimiento. (Rey, F. 2001)

La evolución que se ha llevado sobre los sistemas de información, ha tenido siempre el propósito de atender eficientemente los requerimientos de modernidad y confiabilidad, que exige la gestión administrativa.

El modelo básico para la evolución inmediata de tales sistemas se determina, en base al acceso de la información de los distintos niveles de la organización, proporcionando así la integración, a través del manejo cotidiano de la información y sin importar donde se genere, ésta deberá estar centralizada. (Riera J. 2012).

Es importante observar que tales directrices, a su vez robustecen los propósitos de instrumentación de las componentes de Conservación, Confiabilidad, Mantenibilidad y Diseño fortaleciendo la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos sin importar su localización geográfica, ubicando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento de las variables de las metas y asegurando su control.

La sistematización de la información permite, así responder a los retos actuales de efectividad de la planta operativa, apoyándose en los instrumentos altamente desarrollados, enfocados a respaldar el funcionamiento desconcentrado de las tareas de los diferentes departamentos de la organización, generando la capacidad de administración integral, dando a los organismos de dirección los medios para el control sistemático de las operaciones de financiamiento de la mantenibilidad y del soporte de logística.

Los mantenimientos se realizan por quien conoce una máquina es su fabricante, por lo que es altamente aconsejable comenzar por localizar el manual de uso y mantenimiento original, y si no fuera posible, contactar con el fabricante por si dispone de alguno similar, aunque no sea del modelo exacto. (Rey, F. 2001)

- Establecer un manual mínimo de buen uso para los operarios de la máquina, que incluya la limpieza del equipo y el espacio cercano.
- Comenzar de inmediato la creación de un Historial de averías e incidencias.
- Establecer una lista de puntos de comprobación, como niveles de lubricante, presión, temperatura, voltaje, peso, etc., así como sus valores, tolerancias y la periodicidad de comprobación, en horas, días, semanas, etc.
- Establecer un Plan-Programa de Lubricación de la misma forma, comenzando con plazos cortos, analizando resultados hasta alcanzar los plazos óptimos.

- Actuar de la misma forma con todos los sistemas de filtración y filtros del equipo, sean de aire, agua, lubricantes, combustibles, etc. Para establecer los plazos exactos de limpieza y/o sustitución de los filtros, nos ayudará revisarlos y comprobar su estado de forma periódica. Los filtros de cartucho pueden abrirse para analizar su estado, y comprobar si se sustituyeron en el momento justo, pronto o tarde.
- En cuanto a transmisiones, cadenas, rodamientos, correas de transmisión, etc., los fabricantes suelen facilitar un nº de horas aproximado o máximo de funcionamiento pero que dependerá mucho de las condiciones de trabajo: temperatura, carga, velocidad, vibraciones, etc. Por lo tanto, no tomar esos plazos máximos como los normales para su sustitución, sino calcular esa sustitución en función del comentario de los operarios, la experiencia de los técnicos de mantenimiento, incidencias anteriores, etc.
- Crear un listado de accesorios, repuestos, recambios para el equipo, valorando el disponer siempre de un Stock mínimo para un plazo temporal 2 veces el plazo de entrega del fabricante, sin olvidar épocas especiales como vacaciones, etc.
- Siempre que sea posible, agrupar en el Plan o Programa de Mantenimiento las distintas acciones de mantenimiento preventivo que requieran la parada del Equipo o máquina, aunque los plazos no sean exactos, adelantando un poco los más alejados (por ejemplo, si establece el fabricante la comprobación de presión de un elemento cada 30 días, podemos establecerlo nosotros cada 28, para coincidir con otras tareas preventivas del plazo semanal (7 x 4 semanas = 28 días). (Riera, J. 2012)

2.1.11 Parámetros de control para un plan maestro de **mantenimiento**

La vida útil es una etapa de parámetros de control que se conoce como el ciclo de vida de un sistema, éste se define a través del costo, el tiempo y las condiciones ambientales que se invierten y generan desde el proyecto, la construcción, la instalación, la operación y el mantenimiento, hasta la desincorporación del equipo. En los análisis de los ciclos de vida intervienen gran variedad de factores, sin embargo, la vida útil del equipo está limitada desde el arranque hasta cumplir con el período de medio uso, al cual está sujeto todo equipo

dependiendo de la confiabilidad de cada uno de los componentes que lo constituyen. (Santana, R. 2010)

La efectividad de un sistema como método para modelar las actividades del mantenimiento al objeto de optimizar su gerencia se puede definir como la probabilidad que un sistema opere a toda capacidad durante un período de tiempo determinado; es función de un concepto muy importante dentro de un enfoque cuantitativo de análisis de la función de mantenimiento.

La disponibilidad como parámetro de mantenimiento a su vez es función de dos elementos muy importantes: en primer lugar, de la confiabilidad de un sistema, subsistema o equipo y en segundo lugar de la mantenibilidad.

Un esquema dinámico de mantenimiento requiere el conocimiento de los índices probabilísticas de cada equipo, las cuales definen sus condiciones de operación a corto plazo. Estos índices se generan a partir de los registros, ya sea a través de ficheros, de hojas formateadas o de cualquier otro medio para la escritura de información. La información recopilada consiste en datos de tiempos de operación y fuera de servicio que se han producido desde la instalación y puesta en marcha de cada equipo y durante su vida útil. (Trujillo, A. 2017)

En la siguiente lista se muestran los parámetros dedicados a la elaboración del plan maestro:

- El jefe de mantenimiento elabora el Plan Maestro de Mantenimiento.
- EL costo del plan maestro de mantenimiento parte será de compras para refacciones.
- El jefe de mantenimiento de acuerdo con el monto asignado podrá elaborar las órdenes de compra o requisición.
- El departamento de departamento de compras c compras con base al catálogo al catálogo de proveedores de proveedores de la empresa solicitara cotizaciones.
- De acuerdo con las políticas y procedimientos de la empresa se realizarán licitaciones.
- Asignada la orden de compra o requisición el proveedor suministrara los materiales o refacciones requeridas.

- Un porcentaje del Plan Maestro de Mantenimiento se ejercerá en outsourcing el jefe de mantenimiento realiza análisis de precios unitarios de los trabajos por asignar.
- El jefe de mantenimiento elabora catálogo de conceptos.
- Los jefes de compras con base al catálogo de contratistas efectúan licitaciones.
- El departamento de compras asigna contrato a contratistas de acuerdo a licitaciones.
- El jefe de mantenimiento registra los avances del Plan Maestro de Mantenimiento.
- El jefe de jefe de mantenimiento elabora informe a la gerencia de la empresa.

2.2 Tipos de mantenimientos

Esta división de Tipos de Mantenimiento presenta el inconveniente de cada equipo necesita una mezcla de cada uno de esos tipos, de manera que no podemos pensar en aplicar uno solo de ellos a un equipo en particular.

Así, en los previos mantenimientos determinados nos ocuparemos de su lubricación (mantenimiento preventivo periódico), si lo requiere, mediremos sus vibraciones o sus temperaturas (mantenimiento predictivo), quizás le hagamos una puesta a punto anual (puesta a cero) y repararemos las averías que vayan surgiendo (mantenimiento correctivo). La mezcla más idónea de todos estos tipos de mantenimiento nos la dictarán estrictas razones ligadas al coste de las pérdidas de producción en una parada de ese equipo, al coste de reparación, al impacto ambiental, a la seguridad y a la calidad del producto o servicio, entre otras. (Francisco Gonzales 2015)



Figura 6. Tipos de mantenimientos
Fuente: Plan maestro de mantenimiento 2017

Las tareas básicas de revisión y reparación de activos se conocen como mantenimiento que asumen los empleados de un departamento de mantenimiento varían en función del sector y del tipo de actividad al que se dedica la empresa. Al disponer de los conocimientos necesarios para llevar a cabo este tipo de operaciones, asumir el mantenimiento a nivel interno no supone un gasto extra de tiempo y esfuerzo para la empresa. (Francisco Gonzales 2005)

Es conveniente definir el concepto de Modelo de Mantenimiento. Porque depende el Modelo de Mantenimiento como se observa en la figura es una mezcla de los anteriores tipos de mantenimiento en unas proporciones determinadas, y que responde adecuadamente a las necesidades de un equipo concreto. Podemos pensar que cada equipo necesitará una mezcla distinta de los diferentes tipos de mantenimiento, una mezcla determinada de tareas, de manera que los modelos de mantenimiento posibles serán tantos como equipos puedan existir. Pero esto no es del todo correcto. Pueden identificarse claramente 4 de estas mezclas, complementadas con otros dos tipos de tareas adicionales, según veremos más adelante. (García 2018)

2.2.1 Mantenimiento correctivo

(García 2010). Dice que el mantenimiento correctivo es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos. Por otro lado, (Rey 2001) divide el mantenimiento correctivo en dos tipos: el mantenimiento correctivo de sustitución de elementos o conjuntos y el de reparación propiamente dicha.

Cuando hablamos de mantenimiento correctivo, nos referimos a reparar las averías una vez que han aparecido. En este mantenimiento resulta inevitable predecir y evitar todas las averías. Sin embargo, es preferible reducir este sistema todo lo posible. El principal inconveniente es que la avería pueda suponer la parada de una máquina y es necesario planificar la intervención, asignando los recursos humanos necesarios, abastecerse de repuestos, preparar herramientas, elaborar procedimientos de seguridad e intervención que no estaban previstos. (Lateef, 2010, p. 204)

El mantenimiento correctivo es el conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados por repuestos que se realiza cuando aparece el fallo. Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad. Se aprovecha al máximo la vida útil de los elementos. (Linares, 2012, p. 10)

Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción. La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado. (Gokiene, 2010, p. 137)

Sus principales ventajas es que no requiere una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis. También se obtiene un máximo aprovechamiento de la vida útil de los elementos. Tiene como inconvenientes, que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia. Asimismo, fallos no detectados a tiempo, ocurridos en partes cuyo cambio hubiera resultado de escaso coste, pueden causar daños importantes en otros elementos o piezas conexos que se encontraban en buen estado de uso y conservación. Otro inconveniente de este sistema es que se debe disponer de un capital importante invertido en piezas de repuesto, a veces esas piezas de repuesto pueden ser de difícil adquisición, por lo que hay que tener un stock de repuestos importante. (Rey, 2001).

Se considera un mantenimiento de baja calidad como consecuencia del poco tiempo disponible para realizar la reparación. Se aplica el mantenimiento correctivo cuando el coste total de las paradas ocasionas sea menor que el coste total de las acciones preventivas. Normalmente se emplea en sistemas secundarios, cuyas averías no afectan de forma importante a la producción. Suele ser el aplicado en mayor porcentaje en la mayoría de las industrias. (Linares, 2012, p. 10)

El mantenimiento correctivo por sustitución de elementos consiste en mantenimiento correctivo aplicado a una máquina o equipo de producción, en el cual las intervenciones de reparación se basan fundamentalmente en el desmontaje de piezas o conjuntos y su sustitución por recambios ya reparados o estándar, es el más utilizado sobre líneas de fabricación con gran capacidad de producción como el sector automovilístico y de electrodomésticos (Rey, 2001).

El mantenimiento de reparación propiamente dicha consiste en un mantenimiento correctivo aplicado a una máquina o equipo productivo, en el cual las actuaciones incluyen todo tipo de operaciones de la reparación, como son desmontajes, sustitución de piezas, ajustes, reconstrucción de componentes. (Rey, 2001).

2.2.1.1 Objetivos del mantenimiento correctivo

(Vicente F. noviembre 2018) Los principales objetivos del mantenimiento, manejados con criterios económicos y encausados a un ahorro en los costos generales de producción son:

- Mantener permanentemente los equipos e instalaciones, en su mejor estado para evitarlos tiempos de parada que aumente los costos.
- Llevar una inspección sistemática de todas las instalaciones para detectar oportunamente cualquier desgaste o rotura, manteniendo los registros adecuados.
- Efectuar las reparaciones de emergencia lo más pronto, empleando métodos más fáciles de reparación. prolongar la vida útil de los equipos e instalaciones al máximo.
- Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiencia del tiempo, materiales, hombres y servicio.
- Sugerir y proyectar mejoras en la maquinaria y equipos para disminuir las posibilidades de daño y rotura.

2.2.1.2 Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo

Entre las principales ventajas del mantenimiento correctivo tenemos (Rey 2001)

- Alargamiento de la vida útil de las máquinas: aún con pequeñas reparaciones, en muchos casos el equipo podrá seguir utilizándose. Por tanto, el flujo laboral no se verá perjudicado y no se ocasionarán pérdidas económicas. Asimismo, los empleados también se sentirán más seguros operando con equipos fiables, ya reparados; e incluso podemos planificar cuándo podría ser necesaria otra labor correctiva con la información recabada de anteriores reparaciones.
- Menor coste para tu empresa: Las reparaciones son puntuales, ya que se llevan a cabo solo si hay incidencias, por lo que solo es necesario ese gasto y no hay que destinar parte del presupuesto a tareas de prevención. Aun así, es necesario tener un fondo para los imprevistos; así, si los daños son poco frecuentes, la compañía sale ganando económicamente.

A continuación, algunas de las desventajas del mantenimiento correctivo:

- Es impredecible: el mantenimiento correctivo no realiza ningún tipo de chequeo en el equipo mientras este se encuentre en estado operativo. Es por eso que cualquier falla que se produzca en el mismo no es detectada hasta el momento en que ocurre.
- Tiempo de inactividad: el tiempo para reparar un equipo puede ser muy elevado, ya que puede ocurrir que no se disponga de los materiales o del personal necesario para reparar dicho equipo.
- Menor vida útil: al no realizar ningún tipo de mantenimiento a los equipos hasta que estos fallen, la vida útil de los mismos se reduce considerablemente.

2.2.1.3 Tipos de mantenimientos correctivos

Existen dos tipos de mantenimiento correctivo:

- El programado
- No programado.

Básicamente, la diferencia principal entre ambos tiene que ver con el tiempo en el cual se repara la falla o avería, después de que esta sea detectada.

2.2.1.3.1 Mantenimiento correctivo programado

El mantenimiento correctivo programado no se realiza de manera inmediata, sino de forma planificada. Generalmente, se utiliza en máquinas o sistemas que no son muy importantes dentro de la cadena de producción de una empresa. Por tanto, pueden permanecer fuera de servicio sin que esto signifique un retraso en la producción o en los tiempos de entrega preestablecidos por la misma. De esta forma, es posible reparar las averías en momentos donde se disponga del personal, los materiales y las herramientas necesarias para llevar a cabo dicha tarea. Esto, sin interferir con los cronogramas de la empresa. (Kessel, H. noviembre 2018)

2.2.1.3.2 Objetivo del mantenimiento correctivo programado:

Anticiparse a las posibles fallas o desperfectos que pueda presentar un equipo de un momento a otro así mismo también se aprovechan las horas de inactividad o poca actividad para realizarlo.

Un ejemplo de este tipo de mantenimiento se da cuando se utiliza una estrategia de funcionamiento hasta el fallo. En este, se dispone que una máquina sea utilizada hasta que falle, para luego ser reparada o reemplazada. (Risso E. noviembre de 2008)

2.2.1.3.3 Mantenimiento correctivo no programado

El mantenimiento correctivo no programado, también llamado de emergencia, es el que se realiza de manera inmediata. Esto se da generalmente cuando se produce una rotura o falla inesperada en un equipo que es necesario para el correcto funcionamiento de una empresa.

Por lo tanto, su reparación y puesta en marcha son llevadas a cabo de manera urgente. Naturalmente, este tipo de mantenimiento suele ser inevitable, ya que independientemente del tipo de estrategia desarrollada para prevenir fallas inesperadas. En ocasiones resulta inevitable la rotura de alguna máquina o equipo.

Sin embargo, una buena planificación de las estrategias de mantenimiento reduce en gran medida las posibles fallas. (Byars Lloyd L. 2017)

2.2.2 Mantenimiento preventivo

Es el mantenimiento que tiene por misión, mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, el mantenimiento preventivo es el conjunto de acciones necesarias para mantener las maquinas en funcionamiento, reduciendo las averías y paradas imprevistas, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema. (García, 2010).

(Rey 2001) Dice que el mantenimiento preventivo consiste en un conjunto de operaciones que se realizan sobre las instalaciones, maquinaria y equipos antes de que se haya producido

un fallo, y su objetivo es evitar que se produzca dicho fallo o avería en pleno funcionamiento de la producción o el servicio que presta.

Como su nombre lo indica el mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y subsistemas e inclusive partes. Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de subensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos. (Mays, 2015, p. 46)

El mantenimiento preventivo constituye una acción, o serie de acciones necesarias, para alargar la vida del equipo e instalaciones y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos. Tiene como propósito planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos, para inspeccionar y realizar las acciones de mantenimiento del equipo, con lo que se evitan reparaciones de emergencia. Un mantenimiento planificado mejora la productividad hasta en 25%, reduce 30% los costos de mantenimiento y alarga la vida de la maquinaria y equipo hasta en un 50%. De un buen mantenimiento depende no sólo un funcionamiento eficiente de las instalaciones y las máquinas, sino que, además, es preciso llevarlo a cabo con rigor para conseguir otros objetivos como el hacer que los equipos tengan periodos de vida útil duraderos, sin excederse en lo presupuestado para su mantenimiento. El análisis de riesgos es un paso previo a la realización de un plan de mantenimiento, en él se estudian los distintos fallos que se suelen producir y las consecuencias de los mismos. Lo primero que hay que tener en cuenta es que no pueden existir planes que prevengan totalmente todos los fallos o averías. (Watson, 2013, p. 340)

Su principal ventaja es la importante reducción de paradas imprevistas en equipos. Sólo es adecuado cuando, por naturaleza del equipo, existe una cierta relación entre probabilidad de fallos y duración de vida. Uno de sus principales inconvenientes son los cambios innecesarios. Al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. También podemos tener problemas iniciales de operación, cuando se desmonta, se montan piezas nuevas, se monta y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento,

pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha. Otro inconveniente es el coste en inventarios. Sigue siendo alto, aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión. Se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más rápidamente posible. Si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se producirá una degeneración del servicio. Habrá que definir qué partes o elementos serán objeto de este mantenimiento, establecer la vida útil de los mismos, determinar los trabajos a realizar en cada caso y agrupar los trabajos según época en que deberán efectuarse las intervenciones. Se aplicará en equipos de naturaleza mecánica o electromecánica sometidos a desgaste. Equipos cuya relación fallo-duración de vida es bien conocida. (Herrera, 2008)

Es definido como las actividades humanas de cuidado y servicio a equipos destinadas mantener los equipos en condiciones de operación satisfactorias, por medio de inspección, detección y corrección sistemática de fallas incipientes ya sea antes de que éstas se presenten o antes de que representen una falla de mayor magnitud. Esta definición supone que dichas actividades garantizan que la calidad del servicio que los equipos proporcionan se encontrará dentro de los límites establecidos. El MP al igual que el correctivo se enfoca a las máquinas sin pensar en el servicio que éstas ofrecen. (Herrera, 2008)

2.2.2.1 Objetivo del mantenimiento preventivo

El propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de la infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptima.

Bajo esa premisa se diseña el programa de plan de mantenimiento con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos. (Salomón, 2010)

2.2.2.2 Programa para establecer un plan de mantenimiento preventivo

(Chiavenato 2009) Los equipos que incluya en el programa de mantenimiento preventivo deben de estar en el listado de equipos:

- Se requiere de una tabla de criterios (frecuencias de mantenimiento preventivo). Esta tabla le indicara al sistema con qué frecuencia debe de generar las órdenes de trabajo, o su gráfico de MP, así como el establecimiento de otros parámetros para su programa.
- Requiere planear sus operarios y contratistas para sus órdenes de trabajo de MP, su programa necesitará de códigos de oficios y actividades. Adicionalmente necesitará ingresar estos datos a la base de datos electrónica o enlazarlos de alguna manera con su programa de MP.
- La planeación y el uso de materiales y refacciones en los registros del MP por máquina, requiere para ello ingresar con anticipación los artículos de inventario y enlazarlos a su programa de MP.
- Debe tener procedimientos detallados o listados de rutinas, listos en el sistema o en algún procesador que facilite su control de allí que tenga que planear su codificación, también es buena idea mantenerlos en “file” por máquina o equipo. Busque siempre soluciones simples.
- Tabla de frecuencias de mantenimiento preventivo. Una vez que ha seleccionado la maquinaria y equipo que será incluido en su programa de MP, necesitará determinar que frecuencia va a utilizar en cada orden de trabajo que se ha de emitir.
- Una máquina puede llegar a tener programados varios MP, los que van desde simple inspección, ruta de lubricación, análisis de aceite, reposición de partes, diagnósticos de predictivo, etc.
- Por lo que sugerimos utilice criterios como, múltiplos de 28 días, horas de operación, piezas producidas, o bien emitir OT de inspección previa a la ejecución del MP.
- Si requiere de toma de lecturas, inspección diaria o rutas de lubricación necesitara de un programa de tareas que soporte este tipo de MP.

- Como puede observar esto puede incrementar su carga de trabajo, utilizar entonces un sistema basado en la confiabilidad de máquina, sub-ensamble o componente, así como historiales de intervenciones.
- Calendario. Determinar un número de días entre las inspecciones o ejecución de los MP. Usualmente la mayoría de su equipo caerá dentro de esta categoría. Este el tipo de mantenimiento preventivo es más fácil para establecer y controlar.
- Uso el número de horas, litros, kilogramos, piezas u otra unidad de medición en las inspecciones, requiere que alguna rutina sea establecida para obtener la lectura y medición de los parámetros.
- Calendario / Uso. Una combinación de los dos anteriores. Entre 30 días o 100 horas lo que ocurra primero. Solamente se requiere una rutina de medición y lectura de los datos. (Chiavenato 2009)

2.2.2.3 Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo

(Idalberto 2009) Entre las principales ventajas del mantenimiento preventivo tenemos:

- Permite detectar fallos repetitivos
- Disminuye los puntos muertos por paros.
- Aumenta la vida útil de equipos.
- Disminuye costos de reparaciones.
- Detecta puntos débiles en la instalación.
- Si se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.
- Previsión de los recambios o medios necesarios.
- Evitar accidentes.

A continuación, algunas de las desventajas del mantenimiento preventivo:

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo producen falta de motivación en el personal, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan. (Dhillon 2002)

2.2.2.4 Tipos de mantenimientos preventivos

Dentro de esta clasificación podemos incluir las siguientes:

- Mantenimiento Periódico.
- Mantenimiento Analítico.
- Mantenimiento Progresivo.

2.2.2.4.1 Mantenimiento periódico

Es un procedimiento de MP que es de atención rutinaria, con el fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en que se le hacen pruebas y se cambian algunas partes por término de vida útil o fuera de especificación. Al recurso por principio se le da una atención rutinaria durante largo tiempo; al término de éste se le somete a un proceso llamado overhaul durante el cual se desarma, se limpian sus partes, se cambian las que han llegado al límite de vida útil, presentan o no deficiencias y las restantes se revisan minuciosamente; después se cambian o reparan las partes deficientes restantes, se arma el conjunto y se prueba hasta obtener la seguridad de un buen funcionamiento. (Herrera, 2008)

2.2.2.4.2 Mantenimiento analítico

Este tipo de mantenimiento se basa en un análisis profundo de la información proporcionada por captadores y sensores dispuestos en los sitios más convenientes de los recursos vitales de la empresa, esta información combinada con los datos de carga de trabajo, condiciones del

ambiente, cantidad y tipos de falla que ha sufrido, etc. permitirán calcular la posibilidad de que ocurra una falla y decidir acerca de las actividades de mantenimiento que deben de realizarse, lo que permitirá programarlas durante un tiempo ocioso del equipo. (Dounce Villanueva 2018)

2.2.2.4.3 Mantenimiento progresivo

Consiste en atender al equipo por partes, progresando en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo ocioso de éste. La rutina y el manual que se diseñan en este caso son más sencillos, ya que usualmente se utiliza sólo en equipos en los que no se requiera una fiabilidad muy alta. (Enrique 2018)

2.2.3 Mantenimiento predictivo

Rey, (2001) define al mantenimiento predictivo como una metodología que tiene como objetivo final asegurar el correcto funcionamiento de las máquinas críticas a través de la inspección del estado del equipo por vigilancia continua de los niveles o umbrales correspondientes a los parámetros indicadores de su condición y que se realiza sin necesidad de recurrir a desmontajes y revisiones periódicas. García (2010)

(García, 2010). Por su parte dice que es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, por ejemplo) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

El mantenimiento predictivo es una estrategia de mantenimiento proactivo cuyo objetivo es prevenir las averías. Basándose en los datos recogidos y en algoritmos predictivos predefinidos, intenta estimar cuándo se producirá una avería. Después, se programan las actividades de mantenimiento en función de estas predicciones. El mantenimiento predictivo (Pdm) supervisa directamente el rendimiento y el estado de los equipos durante su funcionamiento normal. Cuando un equipo de mantenimiento conoce el estado de cada activo

en tiempo real, reduce las posibilidades de que se produzcan fallos. Una vez identificada, se puede prevenir un fallo previsto.

El mantenimiento predictivo es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo (monitorización) de un sistema, que permiten una intervención correctora inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo. El mantenimiento predictivo se basa en el hecho de que la mayoría de los fallos se producen lentamente y previamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de un futuro fallo, bien a simple vista, o bien mediante la monitorización, es decir, mediante la elección, medición y de algunos parámetros relevantes que representen el buen funcionamiento del equipo analizado. En otras palabras, con este método, tratamos de seguir la evolución de los futuros fallos. Este sistema tiene la ventaja de que el seguimiento nos permite contar con un registro de la historia de la característica en análisis, sumamente útil ante fallos repetitivos; puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento. (Duffuaa & Raouf & Campbell 2002)

En la siguiente figura, denominada curva P-F, observamos cómo un fallo comienza y prosigue el deterioro hasta un punto en el que puede ser detectado (el punto P de fallo potencial). A partir de allí, si no se detecta y no se toman las medidas oportunas, el deterioro continúa hasta alcanzar el punto F de fallo funcional:

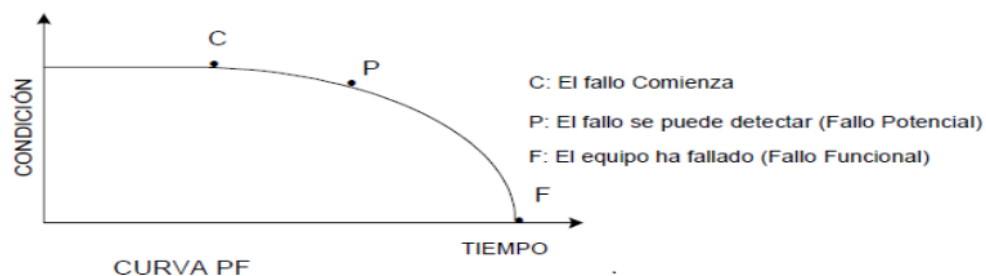


Figura 7. Evolución de la detección de falla
Fuente. Roberto Julve Rodríguez 2014

El seguimiento y control de los parámetros se puede hacer mediante vigilancia periódica, en cuyo caso es importante establecer una frecuencia tal que nos permita detectar el deterioro en un momento entre P y F, y que no sea demasiado tarde para reaccionar. Asimismo, se puede hacer mediante monitorizado en continuo lo que evita el inconveniente anterior, pero

no siempre es factible y, en cualquier caso, es más costoso. De manera que finalmente los parámetros a controlar y la forma depende de factores económicos. (Fernández Arena 2014)

Las ventajas que aporta este tipo de mantenimiento son que, al conocerse en todo momento el estado de los equipos, permite detectar fallos en estado incipiente, lo que impide que éste alcance proporciones indeseables. Por otra parte, permite aumentar la vida útil de los componentes, evitando el reemplazo antes de que se encuentren dañados.

Por último, al conocerse el estado de un defecto, pueden programarse las paradas y reparaciones previéndose los repuestos necesarios, lo que hace disminuir los tiempos de indisponibilidad. Como inconvenientes observamos que requiere personal mejor formado y la instrumentación de análisis es costosa. No es viable una monitorización de todos los parámetros funcionales significativos, por lo que pueden presentarse averías no detectadas por el programa de vigilancia. Se pueden presentar averías en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas. Se suele aplicar este tipo de mantenimiento en maquinaria rotativa, motores eléctricos, equipos estáticos, a paramenta eléctrica e iluminación. (José Antonio 2014)

Tradicionalmente, la mayoría de los equipos de mantenimiento han utilizado estrategias de mantenimiento reactivo o preventivo, en las que las reparaciones se realizan después de que las máquinas fallen o se llevan a cabo con regularidad según las directrices del fabricante. Hoy en día, muchas organizaciones utilizan nuevos programas informáticos y tecnologías para ir más allá de estos métodos y adoptar un enfoque de mantenimiento predictivo.

(Koontz, Harold y Heinz Weihrich 2008) Nos dicen que el mantenimiento predictivo cuenta con tres componentes clave:

- Sensores y dispositivos interconectados. En todo momento envían datos sobre el rendimiento y estado general de la máquina.
- Soluciones de almacenamiento en la nube y software. Esto permite almacenar y analizar esos datos reflejados en sensores y dispositivos.
- Datos procesados. Se recopila la información para establecer comparaciones y patrones y realizar predicciones.

2.2.3.1 Características del mantenimiento predictivo

(Levitt, Joel 2003) Se presentan algunas características propias del mantenimiento:

- Definir las clases de vigilancia para cada activo.
- Supervise el ruido, las vibraciones, la temperatura, los lubricantes, el desgaste, la corrosión, la presión y el flujo de forma independiente.
- Introducir manualmente o importar las lecturas de los medidores.
- Definir los límites superior e inferior de la operación aceptable para cada activo.
- Visualización de las lecturas en forma de informe con excepciones codificadas por colores.
- Auto disparo de correos electrónicos cuando se supera un límite.
- Autogenerar órdenes de trabajo cuando una lectura se sale de los límites predefinidos.
- Realizar un análisis de datos para identificar las fallas tempranamente, prevenir las averías y optimizar los recursos de mantenimiento.
- Diagrama de Monitoreo de la Condición.

2.2.3.2 Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo

(Mokate Karen 2002) Nos dice que las principales ventajas del mantenimiento predictivo son:

- Se incrementa la vida útil de la maquinaria y sus componentes.
- Reducción de costes en el mantenimiento tanto por las horas de trabajo como por las piezas adquiridas para la reparación.
- Maximiza la productividad de los componentes y la maquinaria para incrementar el rendimiento a menor coste.
- Mejora la seguridad de maquinaria y trabajadores.

2.2.3.3 Técnicas de mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo o basado en la condición evalúa el estado de la maquinaria y recomienda intervenir o no en función de su estado, lo que supone un gran ahorro. (Olivier Fierro Juan 2007)

El diagnóstico predictivo de maquinaria se desarrolló en la industria en la década de mediados de los ochenta a mediados de los noventa del siglo XX. Actualmente, las filosofías predictivas se aplican a la maquinaria crítica en aquellas plantas que han optimizado la gestión de activos. El mantenimiento en función de las condiciones optimiza el mantenimiento preventivo de manera que determina el momento preciso de cada intervención de mantenimiento técnico en los activos industriales.

El mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas instrumentadas para medir y analizar variables con el fin de caracterizar en términos de posibles fallos las condiciones de funcionamiento de los equipos de producción. Su misión principal es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de los equipos a un coste mínimo. (Olivier Fierro Juan 2007)

Las principales técnicas de mantenimiento predictivo y la aplicación de las mismas en maquinaria industrial son:

- Análisis de vibraciones.
- El análisis de vibraciones es la principal técnica para monitorizar y diagnosticar las máquinas rotativas e implementar un plan de mantenimiento predictivo.
- Ultrasonidos aplicados al mantenimiento predictivo.
- La captura por ultrasonidos es una técnica que se ha desarrollado mucho en los últimos años, descubra las aplicaciones de esta técnica predictiva.
- Análisis de lubricantes.
- Las técnicas de análisis de lubricantes son fundamentales para determinar el deterioro del lubricante, la entrada de contaminantes y la presencia de partículas de desgaste.
- Análisis de Máquinas Alternativas

- Los motores y compresores alternativos pueden ser diagnosticados con alta precisión a partir de la señal dinámica de presión, ultrasonido y vibraciones.
- Descargas parciales en máquinas eléctricas.
- La técnica de estudio de descargas parciales se aplica a grandes máquinas eléctricas para evaluar el estado del estator con la máquina en servicio.
- Parámetros de monitorización de grandes máquinas eléctricas.
- La criticidad de las grandes máquinas eléctricas justifica la monitorización continua mediante varias técnicas que se complementan entre la termografía.
- La reducción de los precios de las cámaras termográficas ha permitido que cualquier departamento de mantenimiento se beneficie de esta potente técnica predictiva.
- Análisis de Motores de Inducción Eléctrica (ESA&MCA).
- En los últimos años se han desarrollado tecnologías que, mediante la medición simultánea de corriente y tensión, permiten el diagnóstico de motores eléctricos. (Mokate Karen 2002)

2.3 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas. (López. 2006)

Cuando se hace referencia a la participación total, esto quiere decir que las actividades de mantenimiento preventivo tradicional, pueden efectuarse no solo por parte del personal de mantenimiento, sino también por el personal de producción, un personal capacitado y polivalente.

El modelo TPM surgió en Japón por el Instituto de Planta de Mantenimiento de Japón (JIPM) en el año 1971 como respuesta a la necesidad de las compañías de reducir sus costos de producción y aumentar la eficiencia de sus equipos. Este modelo toma el mantenimiento

preventivo que se estaba manejando en Estados Unidos incorporando el concepto de participación de los operarios como responsables del estado de sus máquinas. (Álvarez Laverde, 2007)

- Mantenimiento: (Para mantener siempre las instalaciones en buen estado).
- Productivo: Esta enfocado a aumentar la productividad.
- Total: Implica a la totalidad del personal, (no solo al servicio de mantenimiento)

La definición del TPM por el JIPM es la siguiente: “El TPM se orienta a maximizar la eficacia del equipo mejorar la eficiencia global” estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de alcance amplio que cubre la vida entera del equipo, involucrando todas las áreas relacionadas con el equipo (planificación, producción, mantenimiento, etc.), con la participación de todos los empleados desde la alta dirección hasta los operarios, para promover el mantenimiento productivo a través de la gestión de la motivación, o actividades de pequeños grupos voluntarios. (Álvarez Laverde, 2007)

El principal objetivo fundamental del TPM es la obtención del máximo rendimiento o máxima de eficiencia global de un sistema productivo en base una correcta gestión de mantenimiento. Asimismo, el TPM utiliza estrategia que permite la eliminación drástica de pérdidas, el logro de cero accidentes, alta calidad en el producto final con cero defectos y reducción de costos de producción con cero averías o fallas.

El Mantenimiento productivo Total (TPM) es una disciplina que busca las mejoras de los equipos a través del mantenimiento autónomo y el preventivo, la efectividad de los equipos, procesos y planta. Esta filosofía involucra a toda la organización como un sistema, donde todas las partes interactúan y hacen sinergia para poder lograr los objetivos comunes. Se ve involucrada toda la organización, desde la alta gerencia hasta los operarios y personal de servicios o contratistas. Es decir, tiene un alcance de tipo cascada, empezando por los puestos más altos hacia los de menor rango, siendo muy importante la motivación y liderazgo de los primeros para llevarlo a buen término. (Payne Andrew C. 2016)

El desarrollo del TPM comenzó en los años setenta. El tiempo que precede a los años cincuenta puede considerarse como “mantenimiento de averías”. Las compañías japonesas

han implantado el TPM en fases que corresponden aproximadamente a las fases del desarrollo en Japón del mantenimiento preventivo. Este sistema está basado en la concepción japonesa del "Mantenimiento al primer nivel", en la que el propio usuario realiza pequeñas tareas de mantenimiento como: reglaje, inspección, sustitución de pequeñas cosas, etc., facilitando al jefe de mantenimiento la información necesaria para que luego las otras tareas se puedan hacer mejor y con mayor conocimiento de causa.

La implementación de una nueva filosofía de mejora es una oportunidad para mejorar la competitividad de la empresa. El proceso productivo es medido a través del indicador de la eficiencia global, el cual es aplicado bajo la metodología TPM que es el resultado de las variables de disponibilidad, rendimiento y calidad. (Chelsom John V. 2016)

(Reavill, Lawrence R. 2016) Define los siguientes componentes estratégicos:

- Crear una organización corporativa que maximice la eficacia de los sistemas de producción.
- Gestionar la planta con una organización que evite todo tipo de pérdidas (asegurando los cero accidentes, defectos y averías) en la vida entera del sistema de producción.
- Involucrar a todos los departamentos en la implementación de TPM, incluyendo desarrollo, ventas y administración.
- Involucrar a todos, desde la alta dirección a los operarios de la planta, en un mismo proyecto.
- Orientar decididamente las acciones hacia las “Cero-pérdidas” apoyándose en las actividades de los pequeños grupos.

(John Wiley Son 2016) El TPM tiene como pilar mantener operativos los equipos durante el mayor tiempo posible, por ende, sus objetivos tienen mucho que ver con:

- Evitar paradas improductivas.
- Aumentar la productividad del personal, equipos y de la planta.
- Ofrecer seguridad al proceso productivo y al personal.

- Preservar el medio ambiente.

En la actualidad, el interés por el TPM está creciendo cada vez más debido a las mejoras que se consiguen en rentabilidad, eficacia de gestión y calidad.

El TPM supone un nuevo concepto de gestión del mantenimiento, que trata de que éste sea llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos, todo lo cual, según Nakajima Seiichi, miembro del Japan Institute for Planning Maintenance, incluye cinco objetivos: (Pérez Camacho Alejandro 2013)

1. Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos para alcanzar con éxito el objetivo.
2. Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de equipos.
3. Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan.
4. Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante acciones integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado por el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
5. Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo el diseño y desarrollo, ventas y dirección.

Además del objetivo de alcanzar las Cero averías y por supuesto Cero Problemas de Seguridad, veremos que no hay que olvidar otros objetivos del TPM, complementado así otros aspectos de la gestión productiva, para optimizar los outputs de competitividad de la misma (calidad, costos, rendimiento del producto, tiempo entrega y seguridad), con el mínimo de inputs productivos (equipos, trabajadores, materiales, energía y combustibles). Así pues, otros objetivos que complementan los objetivos iniciales y se desprenden de ellos son:

- Puntos a minimizar.
- Reducción de costos.

- Stock mínimo: Cero materiales no procesados (coordinación total).
- Puntos a maximizar.
- Calidad total: Cero defectos.
- Máxima productividad: Cero despilfarros.
- Metas, medios y gestión.

2.3.1 Objetivos del Mantenimiento Productivo Total

(Jiménez, Manolo 2005) Nos dice que el principal objetivo del TPM es obtener el máximo rendimiento o máxima eficiencia global de los equipos con sus siglas: OEE (Overall Equipment effectiveness) o también llamado EGE (Eficiencia Global de los Equipos) lo que nos va permitir obtener una adecuada gestión de los equipos. Por lo tanto, se menciona los principales objetivos de TPM como:

- Minimizar defectos, averías y accidentes.
- Minimizar el tiempo de espera y preparación de los equipos.
- Utilización eficaz y eficiente de los equipos existentes.
- Optimización de materia prima y economía de energía.
- Formación y entrenamiento del personal de producción y mantenimiento.
- Involucración activa de todos los departamentos de la organización.
- Promover el TPM a través de la gestión de motivación.
- Crear una cultura de mejora continua en todos los ámbitos de la Organización.

“El Mantenimiento Productivo Total incorpora nuevos conceptos a la aplicación práctica del mantenimiento comparados con las generaciones anteriores, pues se incorpora a las actividades de mantenimiento a todos los operarios de producción y la participación activa de todos los empleados, además de agregar en su seno las prácticas del Mantenimiento

Preventivo, Correctivo, Predictivo, las Mejoras y la Prevención del Mantenimiento”. (Ugalde Xabier 2005)

2.3.2 Pérdidas del Mantenimiento Productivo Total

(Tornos Ignacio 2005) Nos dice las seis grandes pérdidas a eliminar; con el TPM, que se mencionan son:

1. Pérdidas de las puestas en marcha; normalmente, la puesta en marcha rápida y efectiva depende del trabajador que opera con el equipo; sin embargo, hay arranques de máquinas que disminuyen el rendimiento de la maquinaria. Estas pérdidas pueden ser reducidas entrenando al operador o mejorando el diseño del equipo o proceso.
2. Pérdidas de velocidad del proceso; esta clase de pérdidas depende en gran medida de la habilidad del operador para controlar su línea de producción.
3. Averías y Fallos en los equipos; ya que uno de los propósitos del mantenimiento autónomo es actuar para evitarlos y prevenir su ocurrencia, y en ciertos casos corregir los que se hayan dado.
4. Tiempos de preparación; los cuales deben ser reducidos, para esto se recomienda tener un planeamiento adecuado de la producción que minimice el cambio de formatos para evitar para por ajustes.
5. Defectos de Calidad imputables a una mala operación del equipo; sin duda el trabajador responsable de esta operación será el primero en apercibirse y conocer los motivos de cualquier problema en este sentido. Además, si el TPM se implementa con la Gestión de la Calidad Total (TQM), el aseguramiento de la calidad del proceso será también responsabilidad del puesto de trabajo.
6. Pequeñas Paradas; que con seguridad dependerán en gran medida del trabajador tanto si ocurren en una máquina con la que opera directamente, como si se trata de una línea automatizada (donde se suelen dar la mayoría de las pequeñas paradas), pero que está asimismo a su cargo.

2.3.3 El modelo TPM se enfoca en el mejoramiento de los tres ejes transversales básicos de la calidad total:

- Calidad del producto: Al mantener el estado de referencia o patrón de producción como parámetro bajo el cual se realiza control del proceso y contribuir con la estandarización de las operaciones.
- Costos asociados: Relacionados con el proceso de producción, y todos aquellos que la organización debe poner a disposición del área de manufactura.
- Tiempos de entrega: Es la seguridad que se imprime en el funcionamiento de las líneas y todos los aspectos relacionados, permitiendo fabricar en justo a tiempo y por lo tanto reducir el Lead Time y los stocks.

La relación de esta metodología con el Total Productive Maintenance es poder brindar un escenario inicial óptimo, en donde se conoce la cantidad y el estado de las herramientas y equipos involucrados en una operación, así como también se tienen identificadas y controladas las fuentes de suciedad de las máquinas con el fin de poder establecer un plan de mantenimiento más efectivo siendo una metodología que involucra activamente al operario para que éste se comprometa con la implementación del TPM desde su fase inicial. (Imai, 2012)

2.3.4 Fases para implementar exitosamente el TPM

(Neto C 2008) Nos dice que para implantar exitosamente el TPM en una organización, se requiere pasar por cuatro fases cada una dependiente de la inmediatamente anterior; estas son: Preparación, Introducción, Implantación y Consolidación.

- Fase de preparación: El objetivo principal de esta fase es planificar la implementación de TPM en la organización, para esto se requiere el compromiso desde la alta dirección anunciando la introducción del modelo, capacitando a los trabajadores en este tema para establecer los objetivos y políticas básicas con el fin de diseñar un plan maestro.
- Fase de introducción: Una vez definido el plan maestro, se comunica oficialmente a todas las personas involucradas dicho plan.

- Fase de implantación: Para conseguir resultados excelentes derivados del TPM, se requiere seguir los siguientes ocho caminos estratégicos, conocidos como los Pilares del TPM: Mejoras orientadas, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, 35 formación y adiestramiento, gestión temprana de los equipos, mantenimiento de calidad, actividades de departamentos administrativos y de apoyo y gestión de seguridad y entorno.
- Fase de consolidación: Una vez alcanzados los objetivos de cada uno de los pilares, se debe continuar con el seguimiento para llevar los objetivos a unos niveles más altos, esto con el fin de apoyar a la empresa en la búsqueda del crecimiento organizacional.

Con la aplicación de estas cuatro fases se consiguen las metas de cero averías y cero defectos, con lo cual se mejora el índice operativo del equipo, se reducen los costos, se pueden minimizar los inventarios y como consecuencia aumenta la productividad de la mano de obra Japan Institut of Plant Maintenance 1991.

2.3.5 Beneficios del Mantenimiento Productivo Total

(Según Fang 2018) Los beneficios de aplicar de manera adecuada el sistema de mantenimiento del TPM no solo significan una mejora en los procesos, sino, en toda la organización. Algunos de los resultados obtenidos son:

- Se reduce el 50% de las interrupciones de producción.
- La pérdida de producción decrece en un 70%.
- Reducción del 50% al 90% en los “Set Up” de máquinas.
- La capacidad se incrementa de un 25% a un 49%.
- La labor productiva se incrementa en un 50%.
- El costo de mantenimiento por unidad producida se reduce en un 60%.

Los beneficios del TPM se reflejan en tres indicadores:

- Maximiza la disponibilidad de los equipos por: eliminación de averías, pérdidas en preparación/ajuste y otras pérdidas por paradas.
- Mejora del rendimiento de los equipos por eliminación de las pérdidas de velocidad, paradas menores y tiempos muertos.
- Eleva la calidad del producto, con la eliminación de defectos en el proceso durante la puesta en marcha.

2.3.6 Pilares del Mantenimiento productivo Total

(Edwin O. 2008) El TPM tiene 8 pilares considerados por el JIPM ("Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta") los cuales son estrategias fundamentales para el desarrollo del programa de mantenimiento, que nos permiten planificar la gestión de mantenimiento y de producción de una manera ordenada y eficiente. A continuación, se muestra en la siguiente figura.

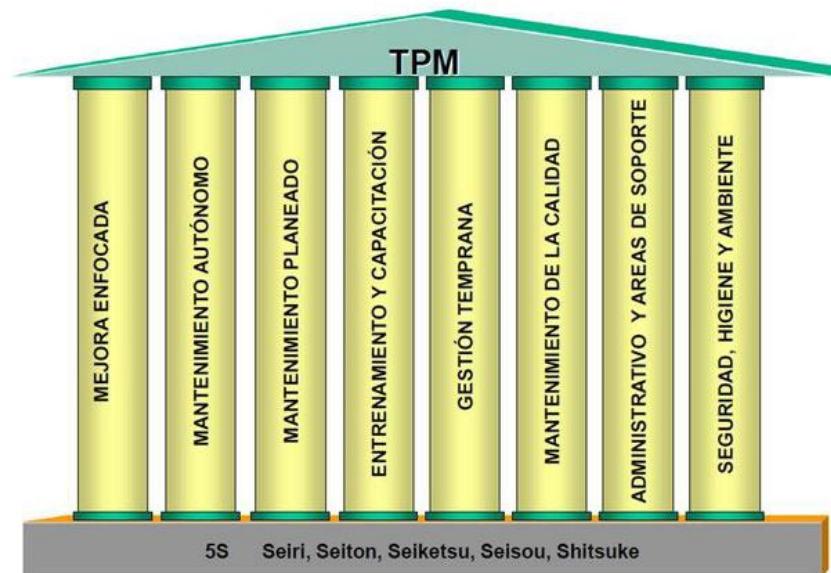


Figura 8. Pilares Del Mantenimiento Productivo Total

Fuente. Mantenimiento Total de la Producción: Proceso de Implantación y desarrollo (Rey, 2001 pág. 48)

La estructura del TPM se sustenta en una estrategia organizacional basada en los siguientes ocho pilares (Japan Institut of Plant Maintenance, 1995) que se enfocan en la productividad, calidad y seguridad:

2.3.6.1 Mejoras enfocadas

(Molina J 2010) Nos dice que el objetivo principal es eliminar los problemas desde la causa raíz permitiendo identificar las seis grandes pérdidas ocasionadas en un proceso productivo, por lo tanto, esto permite planificar y ejecutar un plan de acción para la mejora de los procesos.

Las pérdidas a presentarse pueden ser:

- Averías en los equipos principales.
- Cambios de formatos y ajustes no programados.
- Micro paradas.
- Reducción de velocidad.
- Defectos en el proceso.

Reducción de rendimiento de la máquina, asimismo, una herramienta de solución que se emplea en este pilar es el FMEA (Análisis de Modo de Falla y Efecto) que permite identificar la causa para eliminar o reducirla la cual se evalúan de acuerdo con una serie de criterios, tales como gravedad (S), ocurrencia (O) y detectabilidad (D).

2.3.6.2 Mantenimiento Autónomo

El Mantenimiento Autónomo es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad, el cual está enfocado en la participación e involucramiento de todo el personal para la realización de conjuntos de actividades diarias en los equipos que operan. Estas actividades pueden ser limpieza, inspección, lubricación, regulaciones e intervenciones menores; de esta manera se logra prolongar el tiempo útil de la máquina en condiciones óptimas para su funcionamiento. Por consiguiente, el operador de la maquina logra mejorar los tres componentes de competitividad como calidad mejorada en sus procesos, costos mínimos de reparación y tiempos mínimos de parada imprevistas. Para que se logren grandes resultados se requieren dotar al personal de producción y mantenimiento con formación, entrenamiento, motivación, responsabilidad e iniciativa. (García Gerardo. S. 2010)

2.3.6.3 Mantenimiento Planificado

El mantenimiento planificado establece la sistematización de actividades programadas cuyo propósito ideal es lograr cero averías, cero defectos, cero despilfarros y cero accidentes mediante personal altamente calificado en tareas de mantenimiento y técnicas avanzadas de

diagnóstico de fallas de máquinas. Asimismo, teniendo en cuenta un equilibrio costo beneficio sus objetivos son: (Javier González Fernández. 2018)

- Implementar un plan de mantenimiento efectivo de los equipos y procesos.
- Maximizar la eficiencia económica en la gestión de mantenimiento.

2.3.6.4 Mantenimiento de **calidad**

(Antonio. Kelly. 2018) Nos dice que este tipo de mantenimiento tiene como objetivo mejorar la calidad de los proceso o productos minimizando la variabilidad mediante el control de las condiciones de los componentes y del equipo. Esto debido a que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Asimismo, estos se enfocan en las normas de calidad cuyas acciones de este tipo de mantenimiento es buscar y medir condiciones de "cero defectos" que logre la confiabilidad del equipo y que permita estandarizar los procesos para su optimización. Por consiguiente, Mantenimiento de Calidad es:

- Ejecutar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo y que no se origine defectos de calidad.
- Certificar los equipos cumpliendo las condiciones de " cero defectos" y así prevenir los defectos de calidad para lograr la estandarización de los procesos.
- Medir la variabilidad de las características de los procesos que permita tomar acciones preventivas eliminando defectos potenciales en los equipos.
- Realización de actividades de PDCA (Plan- Do-Check-Ajuste) que permita buscar oportunidades de mejora para el incremento de productividad de los equipos.

2.3.6.5 **Prevención del mantenimiento**

(Dounce, Enrique 2015) Nos dice que el objetivo principal es la planificación de actividades de mantenimiento que impida efectos posteriores a los seis grandes tipos de pérdidas, para ello se requiere detección temprana y anticipación de acciones antes que se ocasionen drásticas pérdidas o fallas de equipos. Por esto, el grado de confiabilidad de los equipos depende de una exhaustiva y adecuada programación de tareas de mantenimiento en base a un análisis y diagnóstico de averías y frecuencias de actividades de mantenimiento. Esto con

llevaría a reducir los costos de mantenimiento mayores e incremento de vida útil de los equipos.

2.3.6.6 Mantenimiento en áreas de soporte

(Hodson. William 2019) Dice que este tipo de actividades generan soporte a áreas como marketing, finanzas, administración entre otros, que no están relacionadas directamente con los procesos productivos, pero estos ofrecen apoyo, lo cual facilita los recursos necesarios para las gestiones como proyectos y programación de mantenimiento, así mismo se buscar integrar todas las áreas de la organización como una sola unidad que generen valor en nuestra cadena productiva.

2.3.6.7 Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación

El entrenamiento y desarrollo de habilidades de personal en área productiva es de vital importancia puesto que permite mantener los equipos en óptimas condiciones y logra buscar la manera adecuada de incrementar la eficiencia de los procesos productivo. Para que el programa de mantenimiento TPM logre su objetivo se requiere que personal esté involucrado en mejorar su área de trabajo con capacitaciones técnicas continuas como también del autodesarrollo personal, finalmente logre incrementar su desempeño y aumentar sus competencias en diferentes actividades en la organización. (Madrigal Manuel 2017)

2.3.6.8 Seguridad Higiene y medio ambiente

Gestión de seguridad y del entorno el objetivo de este pilar es reducir a cero los accidentes y contaminación que se originan en el proceso de producción, mediante estudios de operatividad y formación del personal, El principal de este pilar es garantizar un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación que cumpla las políticas de calidad y de la organización. (Rosales Sergio 2017)

2.4 Confiabilidad

Según la norma ISO 14224 La confiabilidad es la habilidad de un ítem para desempeñar una función requerida bajo las condiciones dadas para un intervalo (ISO, 2016). expresa la confiabilidad de un equipo o producto de acuerdo a la ecuación 1, como función de la tasa de fallas y que se muestra a continuación.

La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. Otra definición importante de confiabilidad es; probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad como su nombre indica, es una metodología muy eficaz que se utiliza para identificar todas las posibles causas que puede provocar un fallo en el sistema utilizando relaciones de causa y efecto. Después de identificar todas las causas posibles, se puede determinar el mejor método de estrategia de mantenimiento para eliminar los fallos. La estrategia elegida debe garantizar el funcionamiento de los equipos y procesos asegurando la seguridad y la fiabilidad.

Los fallos pueden tener más de un modo de fallo, es decir, más de una forma que puede provocar efectos adversos similares en el sistema. Para el sistema global, estos modos de fallo pueden identificarse dividiendo el sistema en subpartes o subsistemas. Estas subpartes se siguen desglosando hasta que se identifica un modo de fallo. El concepto de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) hace hincapié en la adecuación de los activos individuales a las técnicas de mantenimiento que tienen más probabilidades de ofrecer resultados rentables. (Kardek Nascif 2002)

2.5 Disponibilidad

(Fuenmayor 2018) Explica que la disponibilidad es un término probabilístico exclusivo de los “equipos reparables” que se define como la probabilidad de que el equipo esté operando (es decir que no esté en reparación) a un tiempo “t”, el periodo en reparación es definido como “tiempo de reparación” y lo expresa como TR , este tiempo de reparación puede presentarse en varias ocasiones durante un intervalo, presentando una variabilidad que Medina (2010) la define como los cambios inevitables que modifican el proceso (ya sean pequeños o casi imperceptibles) que afectan posteriormente al producto que se produce o al

servicio que se ofrece, en este caso, la disponibilidad de los equipos, en la figura 9 se puede observar un ejemplo de la variabilidad de los tiempos de operación y de reparación en un intervalo.

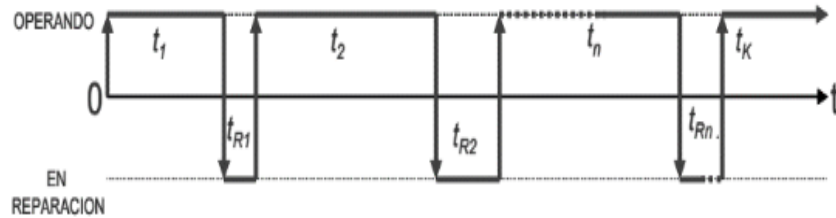


Figura 9. Diagrama de tiempo de operación y fuera de servicio.
Fuente. Fuenmayor, 2018

Para estimar la disponibilidad se requiere determinar la “tasa de falla $\lambda(t)$ ” y la “tasa de reparación $\mu(t)$ ”; es decir, se requiere analizar estadísticamente los tiempos para la falla, y los tiempos en reparación para un periodo “t” dicha disponibilidad puede ser inherente u operacional (Fuenmayor 2018)

2.5.1 Disponibilidad Inherente

(Fuenmayor 2018), Dice que la disponibilidad Inherente representa el porcentaje del tiempo que un equipo está en condiciones de operar durante un periodo de análisis, teniendo en cuenta solo los paros no programados. El objetivo de este indicador es medir la disponibilidad inherente de los equipos, con la finalidad de incrementarla, ya que en la medida que esto ocurra, significara que se disminuye el tiempo de los paros por falla o paros no programados del equipo.

2.5.2 Disponibilidad Operacional

La disponibilidad operacional representa el porcentaje de tiempo que el equipo quedó a disposición del área de operación para desempeñar su función en un periodo de análisis teniendo en cuenta el tiempo que el equipo está fuera de operación por paros programados y no programados.

El objetivo de este indicador (disponibilidad operacional) es medir el desempeño de los equipos y la eficiencia en la gestión de mantenimiento, de manera conjunta, comparándolos contra los objetivos y metas del negocio, con la finalidad de que la operación tenga cada vez más tiempo el equipo disponible y que este pueda realizar la función para el que fue diseñado (Fuenmayor, 2018).

2.6 Mantenimiento centrado en la confiabilidad

(Hung 2008) Expone que el mantenimiento centrado en confiabilidad se caracteriza por: considerar la fiabilidad inherente o propia del equipo/instalación, asegurar la continuidad del desempeño de su función, mantener la calidad y capacidad productiva (si se desea aumentar la capacidad, mejorar el rendimiento, incrementar la confiabilidad), mejorar la calidad de la producción, se necesita un rediseño y tener en cuenta la condición operacional, dónde y cómo se está usando.

En el estudio realizado por (Vicente, Kessel y Riso 2008) mencionan que, debido a la importancia de reducir riesgos a través del análisis de modos de falla, el 75 % de un programa de mantenimiento requiere un soporte de ingeniería de la confiabilidad. En el mismo estudio se escriben dicho sistema de mantenimiento basado en confiabilidad en tres fases: básica, media y de excelencia.

La fase básica denominada estabilizar, consiste en: Prevenir fallas futuras, identificación de malos actores, revisión de plan de lubricación y contaminación, mantenimiento de precisión, implementación análisis básico, mejora en la calidad de la fuerza de trabajo (Vicente, Kessel y Riso 2008)

La fase media denominada “mejora en la productividad de equipos”, consiste en: desarrollar clasificación y criticidad de equipos, mejora en el mantenimiento de precisión, detalle más profundo de un plan de lubricación, implementación de sistema mejora en el análisis , perfeccionamiento en plan, comienzo con los grupos dinámicos de mejora y por último el análisis de ingeniería de la confiabilidad y por último la fase de excelencia que consiste en: la implementación TPM y la mejora en los grupos dinámicos de trabajo. (Vicente, Kessel y Riso 2008)

2.7 Herramientas industriales

2.7.1 Las 5s

(Huerta 2018) Explica que la calidad empieza por la propia persona y por el ambiente que a esta rodea. Esta es la razón de la utilización de la metodología 5S, la cual está enfocada a lograr sitios de trabajo realmente excepcionales, donde se “respire” un ambiente eficiente, seguro y confortable. Para apoyar este propósito, este curso le enseñara en que consiste este programa y como se puede aplicar esta metodología en tu organización.

Sabemos que el contar con un buen ambiente de trabajo, en parte, es responsabilidad de la empresa, al facilitar esta los medios para lograr espacios laborables seguros, eficientes y confortables; pero también lo es de todos nosotros, quienes con nuestras actitudes y hábitos podemos hacer la diferencia entre un ambiente favorable y uno realmente optimo que haga posible obtener, simultáneamente, satisfacción personal y una excelente calidad en los productos y servicios que la organización ofrece a sus clientes.

(Huerta 2018) Dice que es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual.

Las 5S es una metodología que tiene su origen en Japón, orientada desarrollar sitios donde “se respire” la calidad. Es un programa permanente para el desarrollo de hábitos y actitudes congruentes con los principios que promueve la administración por la calidad total (AST). Las 5S están sustentadas en principios universales de aplicación práctica, los cuales debemos fomentar para lograr ser una sociedad más prospera. (Huerta 2018)

(FRASER Kym. 2014) Nos dice que el programa 5S ayuda a crear un ambiente:

- Seguro y saludable.
- Productivo.
- Despejado, ordenado y limpio.
- Disciplinado.
- Agradable, que mejora nuestra imagen.

Las 5S son cinco conceptos cuya letra inicial es la “S” en su idioma original, el japonés, a las que se les ha dado la siguiente interpretación en español:

2.7.1.1 Seiri (Seleccionar)

(FORE, S MSIPHA A. 2010) Seleccionar es separar las cosas útiles de las innecesarias, las suficientes de las excesivas y dejar en nuestro sitio de trabajo solo lo indispensable para realizar eficientemente nuestras labores. Siguiendo los siguientes principios:

- Mantener solo lo necesario.
- Separar lo que es útil de lo que no lo es.
- De lo que resulto útil eliminar lo excesivo.
- Definir un lugar para ubicar lo que no fue necesario, pero puede servir alguien más.
- Decidir que se hará con los objetos descartados.

Al seleccionar se consiguen los siguientes beneficios:

- Sitios libres de objetos innecesarios o inservibles.
- Más espacio.
- Mejor control de inventarios.
- Eliminación del despilfarro.
- Menos accidentes.

2.7.1.2 Seiton (Organización)

(Lorete Carlos Eduardo 2013) Organizar es establecer o reformar algo, sujetando a reglas el número, orden, armonía y dependencia de sus partes. Organizar implica, ordenar los objetos requeridos en nuestro trabajo, de acuerdo con el método establecido, dándoles una ubicación específica que facilite su localización, disposición y regreso al mismo lugar, después de ser usados.

En primer lugar, definir un nombre para cada clase de artículo. En segunda, decidir donde guardar las cosas tomando en cuenta la frecuencia de su uso. Después, acomodar las cosas de tal manera que se facilite el colocar etiquetas visibles y utilizar códigos de colores para facilitar la localización de los objetos de manera rápida y sencilla.

La organización nos trae los siguientes beneficios:

- Nos ayuda a encontrar fácilmente documentos u objetos de trabajo, economizando tiempos y movimientos.
- Facilita el regreso a su lugar los objetos que hemos utilizado.
- Ayuda identificar cuando falta algo.

2.7.1.3 Seiso (Limpieza)

(Genrikhov, I E. 2014) La limpieza es, básicamente, la eliminación de suciedad. Mantener nuestros equipos e instalaciones limpios, ayuda a conservarlos en las mejores condiciones y con ello a obtener un mejor aprovechamiento de los Bif. Es importante recordar que es preferible evitar que se ensucie algo a tener que limpiarlo.

Con la limpieza se obtienen los siguientes beneficios:

- Alargamiento de la vida útil de los equipos e instalaciones.
- Menos probabilidad de contraer enfermedades.
- Menos accidentes.
- Ayuda a evitar mayores daños a la ecología.

2.7.1.4 Seiketsu (Estandarizar)

(Gokiene, R. 2010) El objetivo de la estandarización es que el entorno sea transparente de cualquier forma que cualquier anomalía salte a la vista. Las reglas deben de ser claras y fáciles de seguir. La gente con frecuencia no obedece debido a que las instrucciones no son claras o se olvidan.

Con seiketsu buscaremos mantener permanentemente un entorno productivo e impecable, recordando los tres principios siguientes:

- No objetos innecesarios.
- No desorganización.
- No mugre.

2.7.1.5 Shitsuke (Disciplina)

(Jiménez, José 2010) Por definición, disciplina es “La observancia de las reglas para mantener el orden entre los miembros de un cuerpo”. Disciplina es apegarse a las normas establecidas y cumplir las leyes y reglamentos que rigen nuestra sociedad. También es lograr orden y control personal a partir de entrenar nuestras facultades mentales y físicas.

Con la disciplina se obtienen los siguientes beneficios:

- Se evitan reprimendas y sanciones.
- Mejora nuestra eficacia.
- Somos más apreciados por nuestros jefes y compañeros.
- Mejora nuestra imagen.

2.7.2 Técnica “X”

Las empresas de origen japonés han sido, durante las últimas décadas, la fuente de innovación en los enfoques administrativos de la producción en empresas manufactureras, el control total de la Calidad es una filosofía que ha generado una gran cantidad de herramientas y enfoques, cuya utilidad esta mundialmente reconocida. En el caso de la administración del mantenimiento, este movimiento ha hecho cambiar la visión que se tenía tradicionalmente de esta función, a través de la creación del mantenimiento totalmente productivo, este concepto permite incorporar al mantenimiento a todas las instancias funcionales de la planta y por supuesto revalora su importancia. Las empresas han tenido que reconocer el valor que representa el mantenimiento para el logro de los objetivos productivos y particularmente en

la implantación de las herramientas contenidas en el Control Total de la Calidad, el mantenimiento se construye como un factor vital, ya que estos enfoques en su mayoría implican que la disponibilidad de los equipos sea cercana al 100% y así mismo la confiabilidad. (Herrera, Isabel 2008)

Por ejemplo, no se puede hablar de la implantación eficaz de un Just in Time si no se tienen satisfechas estas dos condiciones. Las seis grandes pérdidas: la acelerada conversión de sistemas de manufactura hacia medios con altos niveles de integración y automatización ha creado nuevos esquemas en la administración de las plantas manufactureras, una de estas de gran trascendencia ha sido el control total de la calidad (CTC), el que, mediante un enfoque de planeación adaptativo, revoluciona radicalmente las formas de decidir dentro de las plantas. Mediante el enfoque optimizante de las manufactureras norteamericanas, las decisiones se toman bajo estructuras organizativas y de control altamente especializadas, en contra parte, la toma de decisiones en el CTC se vuelve un sistema dinámico y sobre todo flexible, en donde el análisis interdisciplinario se constituye como el vehículo fundamental de las decisiones; en este enfoque se establecen redes de decisiones en donde lo importante es el problema en sí y no el quien es el responsable. Esta innovación a demandado también la identificación de nuevos indicadores para el control, cuya representatividad tiende abarcar prácticamente todas las actividades dentro de la planta.

Perdidas de calidad por rendimientos y arranques las pérdidas por el rendimiento de los medios de producción es un factor que con la automatización se han reducido sin embargo resulta normal que, por efectos del uso, algunos componentes de las maquinas van perdiendo fiabilidad lo que se traduce en una ejecución que a veces rebasan los límites de tolerancia establecidos por los estándares de calidad. En las fábricas donde aún se cuenta con intervenciones de tipo manual este factor es más relevante ya que los obreros tienen una variación en las habilidades para producir.

Por otra parte, durante los inicios de las corridas de producción, es normal que los primeros productos salgan con algún defecto, esto se debe a que las maquinas no están aún en las condiciones óptimas para producir, ya sea por ajustes, calibraciones de inicio o estabilización de las variables físicas del proceso tales como la presión, la temperatura y la corriente. En síntesis, el índice de efectividad dependerá de la capacidad que tenga la organización para

implementar reducciones significativas a cualquiera de las seis grandes pérdidas, para ellos se debe involucrar a todos los miembros de la empresa, quienes organizados en círculos de calidad serán los encargados de identificar y ejecutar las acciones para las mejoras que reduzcan las pérdidas. Además,

este proceso de diagnóstico planeación y ejecución se deberá implantar como una práctica permanente lo que se conoce como “mejora continua”. (Idhammar, Christer. 2013)

2.7.3 Grafico de correspondencia funcional

El grafico de correspondencia funcional es una herramienta utilizada en las plantas que incorporan procesos y un alto nivel de automatización, aunque por su simplicidad puede utilizarse en cualquier tipo de empresa donde se requiera optimizar el mantenimiento, fundamentalmente, es un recurso que puede utilizarse con tres propósitos distintos; como herramienta de análisis, como herramienta de información y como recurso para el diagnóstico de la eficiencia de la planta. En el primer caso, resulta un auxiliar poderoso para las labores de organización de los trabajos, tiene cabida su uso como auxiliar en la elaboración de manuales tanto de organización como de procedimientos. (Kaufman, Doug. 2010)

(Langhout, Regina 2012) Dice que el diseño de esta grafica está basado en la confrontación de los bienes de producción con las 6 grandes pérdidas que definen la efectividad.

Está dividida en nueve partes:

9	5	6
7	1	3
8	2	4

Tabla 1. Gráfico de correspondencia funcional
Fuente. Elaboración propia.

La sección central (1) se utiliza para anotar ahí el nombre del objeto en estudio, este puede ser una línea de producción, una familia de máquinas o una celda de producción. En este artículo se analizará por máquinas.

El sector central inferior (2) se destina para anotar el nombre de los componentes más importantes de lo que se está analizando. En el caso de máquinas, se pueden anotar las piezas críticas en el funcionamiento de la máquina. Normalmente de una máquina se pueden identificar entre 3 a 7 piezas que resultan vitales para el rendimiento y cuya falla impactara considerablemente en el trabajo que debe realizar la máquina.

El sector central derecho (3) contiene un listado de las seis grandes pérdidas.

El sector inferior derecho (4) es el primer sector de análisis; se debe identificar el nivel de relación que tiene cada uno de los componentes críticos con cada una de las 6 grandes pérdidas, para ello, se deberán confrontar los documentos existentes y la memoria de los operarios e ingenieros responsables, para identificar el impacto que cada componente ha tenido o provocado en las seis grandes pérdidas. El llenado de este cuadro de correspondencia se hará aplicando algún criterio de ponderación que permite identificar que tan fuerte es la relación. Se pueden asignar letras del abecedario o números, se recomienda no usar más de cinco niveles de importancia. El resultado de esta parte del análisis consiste en la identificación de las prioridades de atención a cada uno de los componentes, fundamentalmente en materia presupuestal ya que el impacto en costos por pérdidas es inversamente proporcional al gasto para mantenimiento en dichos componentes.

En el sector central superior (5) se deberán anotar las personas o grupos de personas agrupados por especialidad que estén relacionados de alguna manera con la máquina a analizar.

El sector superior derecho (6) Se utilizará para identificar el nivel de responsabilidad que tienen los del sector 5 con cada una de las 6 grandes pérdidas, para ello se confrontan cada una de las pérdidas con cada uno de los grupos o personas, ponderando también mediante algún código el nivel de responsabilidad. Se puede dar el caso de que varias personas puedan relacionarse con una de las pérdidas o también puede ser que alguna persona no se relacione con varias de las pérdidas. De cualquier forma, cada una de las seis grandes pérdidas deberá relacionarse con al menos una de las personas. El llenado de este sector permitiera establecer

la relación funcional que hay entre las personas y la ocurrencia de las pérdidas, esto puede utilizarse para el diseño de un manual de organización o para interpretarlo más fácilmente.

El sector central izquierdo (7), se utiliza para prescribir las medidas que deben adoptar en la máquina para reducir, evitar o anular las pérdidas que pudiera o puede ocasionar dicha máquina. En el caso del mantenimiento, se incluyen actividades como las 5S, el mantenimiento rutinario, el mantenimiento periódico, el mantenimiento predictivo, los estudios para modificar la maquina (agregar valor) o las condiciones en que ella opera y el establecimiento de estándares de desempeño tanto para la máquina como de las condiciones que se le prescriban a ella.

El sector inferior izquierdo (8) de la gráfica, se llena identificando que actividades se deben hacer en los componentes críticos de la máquina. No es normal que a todos los componentes se les tenga que hacer todas las actividades enlistadas; este sector lo debe llenar las personas que más conozcan el funcionamiento de las maquinas junto con la consulta a los manuales del equipo. Se pueden anotar simplemente X en el rectángulo que corresponde o alguna literal que indique la frecuencia. Por ejemplo, D = diario, S = semanal, etc.

Por último, el sector superior izquierdo (9) de la gráfica se utilizará para identificar quien o quienes se encargarán de realizar las actividades prescritas. El llenado puede ser con una X en el rectángulo o si se desea, se puede jerarquizar las responsabilidades mediante alguna ponderación por letras o por números.

La información de este sector se utilizará para diseñar los programas de mantenimiento, así como para estimar las cantidades a ser consumidas y refacciones que se requerirán en un lapso determinado. (Kianfar, Ferydoon 2010)

2.7.4 Escala de Likert

La escala tipo Likert es un instrumento de medición o recolección de datos cuantitativos utilizado dentro de la investigación.

Es un tipo de escala aditiva que corresponde a un nivel de medición ordinal; consiste en una serie de ítems o juicios a modo de afirmaciones ante los cuales se solicita la reacción del sujeto.

Llegados a este punto, ¿cómo sacar los resultados de la escala de Likert?

- Elabora los enunciados.
- Establece las opciones de respuesta.
- Aplica la escala.
- Asigna puntajes a los enunciados.
- Genera una base de datos.
- Calcula los puntajes.
- Calcula la frecuencia de cada elemento.

Llegados a este punto, ¿qué es el cuestionario según varios autores?

El cuestionario es tal vez el más utilizado para la recolección de datos; este consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir. Además, se utilizó el escalamiento tipo Likert, el cual sirve para medir las actitudes de los profesores. (Sampieri 2014)

2.7.5 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa o espina de pescado es una técnica usada para identificar las posibles causas de un problema central, usado también para mejorar procesos y recursos en una organización.

El Diagrama de Ishikawa al ser una de las herramientas de calidad eficaces y eficientes en las acciones de disminución de un problema central, viene a ser un elemento fundamental, que posibilita examinar los elementos que intervienen en la calidad del producto/servicio mediante una interacción de causa y efecto, ayudando a sacar a la luz las causas de la dispersión y además a ordenar la relación entre las causas en un asunto que pueden estar enfocadas en diversos campos: en el caso de la presente investigación.

“La espina de pez” muestra los resultados insatisfactorios o también conocidos como “efecto”, e identifica los factores o “causas” que lo originan, entonces al estar compuesto por

varias variables existen dos maneras de realizar este diagrama, siendo el primero cuando se trabaja con un grupo de personas que puedan realizar una lluvia de ideas del posible problema; y el segundo se trata de encontrar la idea principal para graficarla y por medio de los huesos del diagrama ir reconociendo las causas secundarias del problema. (Coletti et al., 2010)

2.7.6 Método de control de inventarios ABC

El análisis ABC es un método de categorización de inventario que consiste en la división de los artículos en tres categorías, A, B y C: Los artículos pertenecientes a la categoría A son los más valiosos, mientras que los que pertenecen a la categoría C son los menos valiosos. Este método tiene como objetivo llamar la atención de los gerentes hacia los pocos artículos de importancia crucial (artículos A) en lugar de hacia los muchos artículos triviales (artículos C). (Jeffrey Collignon, 2012)

El análisis ABC, denominado también curva ABC, se fundamenta en el aporte del economista Wilfredo Pareto, tras un estudio de la distribución de los ingresos. En este observo que gran porcentaje de los ingresos de los estaba concentrado en las manos de un pequeño porcentaje de la población. Este principio se conoció como la ley de Pareto y establece que hay unos pocos valores críticos y muchos insignificantes los recursos deben de concentrarse en los valores críticos y no en los insignificantes. Según (Errasti 2011, p. 258). El análisis ABC categoriza la demanda de un suministro en función de su valor o volumen de venta de mayor a menor, utilizando la ley de Pareto.

La clasificación ABC es una herramienta muy importante que se puede utilizar para identificar los elementos más importantes en cualquier tipo de operación o negocio. Se recomienda aplicarlo a materiales Clase A de alto valor y ejercer un control más estricto sobre ellos para evitar altos costos de capital fijo y asegurar la oportunidad de suministrarlos, por lo tanto, los materiales se clasifican como "B" y "C" "para comparación manejar con baja complejidad. (Errasti, 2011. p 259).

Según (Mora 2011, p. 190). El ABC en los inventarios, consiste en estructurar o clasificar los productos en tres categorías denominadas A, B, C, apoyándose en el principio en el cual generalmente los productos siguen una distribución parecida a la realizada por Pareto con las

rentas de los individuos, cuyo argumento es: “alrededor del 20% del número de artículos en stock, representan cerca del 80% del valor de ese stock”.

El ABC se puede dividir en cinco fases necesarias para lograr entender y así mejorar las relaciones del almacenamiento de una empresa. Es necesario conocer los productos almacenados, es decir, el producto o servicio que brinda la empresa. Estos productos están representados por los costos y cantidades, que pueden ser productos y necesarios, o quizás sean de menos el análisis ABC permite entender si algún producto necesita tener más importancia sobre los demás. (Errasti 2011, p. 258).

Por otro lado, Según (Anaya 2011, p. 122). El conocido método ABC pondera el volumen de actividad en función de la demanda anual en unidades, multiplicado por la frecuencia de picking (cantidad de veces que al año se solicita el producto). En este sentido entendemos por artículo “popular” aquellos que de alguna forma más o menos continua están constantemente presentes en todos los procesos de salida de productos.

Según Heizer y Render (2001), el análisis ABC sirve para clasificar los artículos del inventario en tres grupos en base a la representación de su volumen anual en unidades monetarias de un artículo en relación a los demás artículos del inventario. Lo que se busca con este sistema, es que la gerencia pueda enfocar su atención en aquellos productos que tengan una mayor representación monetaria para la empresa.

La Metodología ABC es un método de clasificación frecuentemente utilizado en gestión de inventario. Resulta del principio de Pareto. El análisis ABC permite identificar los artículos que tienen un impacto importante en un valor global (de inventario, de venta, de costes, etc.). Permite también crear categorías de productos que necesitaran niveles y modos de control distintos.

El principio en el cual se basa el análisis ABC es en el de Pareto. De esta manera se tendrá que un 15% de los artículos del inventario pueden llegar a representar un 80% del valor del inventario y de manera análoga se tendrá que el 55% de los artículos tan solo representan el 5% del valor del inventario. El análisis ABC nos permitirá desarrollar los lineamientos a seguir en cuanto al manejo de los inventarios. Es así que se tendrá que tener un seguimiento más detallado a aquellos artículos de la clase A en comparación a los de la clase B y C,

asimismo los pronósticos para los artículos de la clase A deberán ser realizados con mayor cuidado.

1. Los artículos "A" que son aquellos en los que la empresa tiene la mayor inversión, estos representan aproximadamente el 20% de los artículos del inventario que absorben el 90% de la inversión. Estos son los más costosos o los que rotan más lentamente en el inventario. Es importante evitar mantener inventarios altos de estos artículos.
2. Los artículos "B" son aquellos que les corresponde la inversión siguiente en términos de costo. Consisten en el 30% de los artículos que requieren el 8% de la inversión. Es necesario aplicar un nivel de control administrativo medio.
3. Los artículos "C" son aquellos que normalmente en un gran número de artículos correspondientes a la inversión más pequeña. Consiste aproximadamente el 50% de todos los artículos del inventario, pero solo el 2% de la inversión de la empresa en inventario. Es importante asignar menos recursos para el manejo de estos artículos.

Los principales beneficios de la aplicación de los inventarios ABC son: La participación monetaria de cada artículo en el valor total del inventario, logrando así la determinación exacta de dónde se originan los costos de almacenaje. Lograr optimizar los pedidos de los consumidores finales. Determinar el inventario óptimo de los artículos en el área de almacenaje. Obtener los costos de manejo y sus componentes. Eliminar costos innecesarios o minimizarlos al máximo.

La Clasificación ABC identifica qué categoría deben formar parte de cada clase en cuanto a volumen monetario de los productos en inventario. La clase A normalmente está conformada por el 20% de los artículos los cuales representan entre el 80% de las ventas anuales, la clase B cuenta con el 40% de los artículos con participación del 30% de la venta y la clase C está constituida por el resto de los artículos, los cuales su participación en ventas es del 10%. (Vidal Holguín, 2010)

En definitiva, todos los artículos pueden clasificarse en alguna de las dos categorías descritas, pero además podrían ser sub clasificadas en algún otro modelo dependiendo de otras condiciones que se relacionan a continuación:

- A 20% que representa el 80% del almacén que se mueve. Está en la parte más accesible.
- B 30% mueve un 10% del almacén.
- C 50% sólo mueve el 10% del almacén.
- Slot o compartimiento Huecos donde entran los pallets o se depositan los materiales de la misma clase.
- Ciclo de Almacenamiento. Son una serie de operaciones que sufre un artículo desde que llega al almacén hasta que se deposita en su slot.
- Ciclo Simple. Es cada una de las partes en las que se divide el Ciclo Combinado.
- Cuarentena. Estatuto que prohíbe tocar una referencia o un artículo sin tener resultados positivos de los analistas que verifican la calidad del producto.
- Fefo y Fifo. Método que condiciona la salida del almacén.
- Fefo: primero que caduca, primero que sale.
- Fifo. - Regla valorización de stock en que se despacha primero el último que entra.
- Inventario. Operación que permite saber la cantidad y emplazamiento del material.
- Inventario Permanente o Kardex. Método con el que en cualquier momento se sabe la cantidad de material que se tiene mecanizado o manual.
- Kaizen. Filosofía de mejora continua.
- Picking. Operación de carga de artículos desde su lugar de almacenamiento para completar el pedido.
- Trastockeur. Torre que permite trasladar pallets en tres direcciones.

2.8 Indicadores Clave de Desempeño

Menciona que para poder saber cómo está la situación actual del almacén, es esencial saber dónde están los puntos críticos de la operación y tener en claro qué es lo que se desea evaluar

para determinar si las cosas marchan bien o no. Sin embargo, eso es imposible si no se tienen indicadores definidos que apoyen la medición del desempeño de las operaciones internas. Y es que, una vez definidos y en ejecución, estos indicadores permiten fijar valores objetivos y en base a estos determinar y hacer conocida la situación actual, el menciona indicadores como superficie y volumen de almacenaje, divisiones de almacenaje, certificaciones, sistemas de almacenamiento, entre otros. (Guerrero, 2012)

2.8.1 Trabajo en equipo

El trabajo en equipo es fundamental para el cumplimiento de los objetivos previamente planificados por cualquier organización; estos objetivos deberán ser multidisciplinarios y contar con un número reducido de personas con capacidades complementarias comprometidas con un propósito y objetivo común, lo que facilita el cumplimiento de metas y el logro de resultados generales.

Trabajar en equipo permite sistematizar los procesos con miras a una mayor productividad; de esta manera se logra un incremento en la rentabilidad y una mejoría en los resultados del clima organizacional, a la vez que se forman líderes con creatividad en la solución de problemas, se desarrolla la tolerancia y se incentiva la integración. Con esto se incrementa el rendimiento y disminuye la rotación de personal. (Guerrero 2012)

2.8.2 Innovación

"Es el proceso en el cual a partir de una idea, invención o reconocimiento de una necesidad se desarrolla un producto, técnica o servicio útil hasta que sea comercialmente aceptado".

Existen muchas formas de gestionar la innovación. Primero debe definirse por qué se desea innovar; es necesario, establecer objetivos claros y determinar cuál es el impacto que se espera. "La innovación es el elemento clave que explica la competitividad".

De igual forma, la innovación consiste en la generación de nuevas ideas, tecnologías o formas de gestión. Este concepto es fundamental para la competitividad de una organización y no es excluyente con respecto al anterior: las ideas nuevas pueden servir para desarrollar o mejorar un proceso, servicio o producto.

La innovación, es un factor que impulsa o logra una ventaja competitiva para una organización. Fomentarla es necesario para permanecer siempre a la vanguardia. (Escorsa, 2005)

2.8.3 Eficiencia

Define la eficiencia como la utilización correcta de los recursos disponibles. En términos generales, la eficiencia se refiere a los recursos empleados y los resultados obtenidos. Asimismo, representa una capacidad o cualidad importante de las empresas u organizaciones, cuyo propósito siempre es alcanzar metas, aunque impliquen situaciones complejas y muy competitivas. La pregunta básica de este concepto es: ¿cómo podemos hacer mejor nuestra labor?

Por otra parte, la eficiencia se enfoca principalmente en los medios para resolver problemas, ahorrar gastos, cumplir tareas y obligaciones, así como en capacitar a los subordinados por medio de un enfoque reactivo para que cumplan con las labores establecidas. (Chiavenato 2004)

2.8.4 Eficacia

La eficacia se relaciona con el concepto de productividad y agrega una idea de expectación o deseabilidad. Como dice Peter Drucker: “hacer lo que está bien”. Otra definición de eficacia es “obtener el efecto deseado o producir el resultado esperado”.

La eficacia o efectividad hace énfasis en los resultados, es decir, en hacer las cosas correctas lograr objetivos y crear más valores. Este concepto busca el para qué se hacen las cosas, cuáles son los resultados que se persiguen. La pregunta básica es: ¿qué deberíamos estar haciendo?

De lo que se trata es de tener claro a qué debemos darle prioridad en el momento de definir nuestra estrategia e identificar lo que debemos hacer antes de ocuparnos de solucionar aquello que llevamos a cabo.

En pocas palabras, eficacia es hacer bien las cosas maximizando los esfuerzos y recursos orientados al cumplimiento de objetivos y metas bien definidas. (Guerrero 2012).

2.8.5 Productividad

Una parte básica de la naturaleza humana anhela el alcanzar, lograr, conseguir hacerlo mejor en el futuro que en el pasado. La productividad es la fuente del éxito. Si se analiza la palabra productividad se puede descomponer en los dos términos que la componen: producción y actividad.

Productividad es el grado de utilización efectiva de cada elemento de producción. Es, sobre todo, una actitud mental buscando la constante mejora de lo que existe. Está basada en la convicción de que uno puede hacer las cosas mejor hoy que ayer y mejor mañana que hoy. Requiere esfuerzos continuados para adaptar las actividades económicas a las condiciones cambiantes y aplicar nuevas técnicas y métodos.

Es la firme creencia en el progreso humano.

El concepto más generalizado de productividad es el siguiente: $Productividad = \frac{Producción}{Resultados\ logrados + Insumos + Recursos\ Empleados}$.

De esta forma se puede ver la productividad no como una medida de la producción, ni como la cantidad de bienes que se ha fabricado, sino como una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para alcanzar resultados específicos

Esta definición de productividad se asocia con el logro de un producto eficiente, de manera que la atención se enfoca en la relación del producto con el insumo utilizado para obtenerlo. (Koontz, 2006)

2.8.6 Calidad

La historia del ser humano está ligada a la calidad desde los tiempos más remotos: el hombre al construir sus armas, elaborar sus alimentos y fabricar su vestido observa las características del producto y procura mejorarlo. En los vestigios de las antiguas culturas pueden verse ejemplos de calidad, como las pirámides egipcias y los frisos de los templos griegos.

El término de calidad ha evolucionado durante la historia, lo que nos ayuda a comprender de dónde proviene la necesidad de ofrecer una mayor calidad del servicio que se proporciona al cliente y a la sociedad y cómo se ha involucrado toda una organización en la consecución de este fin. La calidad se ha convertido en uno de los requisitos esenciales del servicio y en la

actualidad es un factor estratégico del que depende la mayor parte de las organizaciones para mantener su posición en el mercado y asegurar su supervivencia.

La calidad no es otra cosa más que una serie de cuestionamientos para una mejora continua.

Es la adecuación para el uso que satisface las necesidades del cliente. Por su parte, Kaoru Ishikawa define la calidad como desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea económico, útil y siempre satisfactorio para el consumidor.

Con lo anterior, se puede concluir que la calidad se define como "un proceso de mejoramiento continuo, en donde todas las áreas de la empresa participan activamente en el desarrollo de productos y servicios, que satisfagan las necesidades del cliente, logrando con ello mayor productividad" (Chase, 2007). Es un sistema de gestión empresarial relacionado con el concepto de mejora continua, el cual incluye dos fases: la primera etapa es el control de calidad basado en técnicas de inspección aplicados a la producción. La segunda es el aseguramiento de la calidad, fase que implica garantizar un nivel continuo de la calidad del producto o servicio proporcionado. (Chiavenato 2004)

2.8.7 Calidad total

Es un sistema de gestión empresarial relacionado con el concepto de mejora continua, el cual incluye dos fases: la primera etapa es el control de calidad basado en técnicas de inspección aplicados a la producción. La segunda es el aseguramiento de la calidad, fase que implica garantizar un nivel continuo de la calidad del producto o servicio proporcionado.

Por lo anterior, se puede decir que la calidad total es el estado más evolucionado dentro de las sucesivas transformaciones que ha sufrido el término "calidad" a lo largo del tiempo. La participación de todos los miembros de una organización y el fomento del trabajo en equipo hacen una gestión de calidad total. (Chase 2000).

3. ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se muestra una recopilación de varios autores que aplicaron herramientas industriales para el diseño de un plan maestro de mantenimiento para reducir las fallas de mantenimiento correctivo.

(Gustavo Cervantes González, 2019) en su investigación: plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria del departamento de marcos y molduras en la empresa antiguo arte Europeo S.A. de C.V. Menciona que los sistemas de mantenimiento preventivo son aplicables a cualquier organización, y surge como necesidad de adelantarse a las fallas para evitar sobre todo costos por paro de maquinaria, incumplimiento en la entrega y daños graves en los componentes de la maquinaria. El mantenimiento de equipos, infraestructura, herramientas, maquinaria, etc. Representa una inversión que a mediano y a largo plazo acarreará ganancias no sólo para el empresario sino también repercutirá en mejoras de producción, e índices de siniestralidad bajos.

(Erick Fernando Cornú Barrón, 2017) desarrollo una propuesta “programa de mantenimiento preventivo para la empresa MORALY” y menciona que el mantenimiento está considerado como un órgano funcional y técnico, cuyo encuadre depende del menor o mayor alcance de las funciones que le sean asignadas según la política de mantenimiento de la empresa. El mantenimiento garantiza el funcionamiento eficaz de los recursos de manera preventiva y/o correctiva. El programa de mantenimiento, deberá de amoldarse perfectamente a las necesidades que se presentan.

Según (Jerson Jair Riera Chávez, 2018) Diseñó e implementó un sistema de mantenimiento industrial asistido por computador, menciona que el diseño y la implementación del mantenimiento industrial preventivo y correctivo, es una de las bases para garantizar la disponibilidad y eficacia de las máquinas de una planta industrial, esto influye directamente en la calidad y los costos de los productos que allí se elaboran. La planeación del mantenimiento de la planta siempre dependerá de la planificación de la producción. Los procedimientos establecidos para realizar las tareas de mantenimiento preventivo surgen a partir de acciones correctivas, cuando las máquinas carecen de libros de vida (manual)., La capacitación al personal asegura el 95% de la efectividad de los trabajos de mantenimiento, ayudando a cumplir con las tareas de poca dificultad.

(Enrique Chang Nieto, 2015) Realizó la Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa para la reducción de costos. Menciona que el mantenimiento preventivo genera un conjunto de planes que deben realizarse en fechas pre programadas, siendo estos planes muy completos debido a que en estos se detallan todos los materiales, las herramientas y los repuestos a emplearse en dicho mantenimiento, también se tiene el detalle del personal técnico y el personal a cargo de la reparación. El mantenimiento preventivo evita las paradas no programadas, las cuales se generan debido a que el personal está acostumbrado a hacer trabajar las máquinas por largos períodos de tiempo sin efectuar mantenimiento gracias a la velocidad que poseen al reparar las fallas bajo presión. Los trabajos a la ligera deben evitarse debido a que las zonas en las que se trabaja son muy peligrosas. Se ha notado que existe un alto costo por excesivo mantenimiento correctivo debido a que no se cuenta con los controles preventivos necesarios, la gerencia desconoce el costo de oportunidad, los sistemas de seguridad no funcionan eficientemente, la escasez de repuestos y el control preventivo nulo de los equipos enviados.

Según la Propuesta de mejoramiento de gestión de mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyecto en la empresa Petro Santander Colombia. La autora (Paola Juliana Uzcátegui Cristancho, 2020) Explica que el mantenimiento tiene uno de los mayores costos operativos controlables en la industria en capital, mientras que la confiabilidad es la clave para alcanzar un mantenimiento efectivo. Es también una función crítica del negocio que impacta en el servicio al cliente, riesgo comercial, producción de la planta, calidad de productos, seguridad y medio ambiente. El dilema que la mayoría de los gerentes enfrenta en las organizaciones es que escasamente cuentan con los recursos para tener la planta funcionando, mucho menos para encontrar maneras de mejorar la confiabilidad. Por lo general se presentan más fallas inesperadas de las que se esperan y éstas consumen los escasos recursos de manera ineficiente. La gestión de mantenimiento se caracterizaba por procesos de planeación o programación de los trabajos muy pobres o inexistentes, falta de organización.

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la industria de café Quetzal. (Harry Allan Cantoral Vera, 2021) Menciona que el mantenimiento ha jugado un papel importante no solo en la industria, sino en situaciones cotidianas de nuestra vida. Lo que realmente se desea lograr es mantenerlas en buenas condiciones, capaz de prestar un servicio cuando lo

necesitemos con el menor costo posible. Dichas actividades requieren factores económicos, humanos y tiempo para llevarlo a cabo. Para realizar el mantenimiento, es necesario contar con una planificación y organización, como base, para mantener el servicio deseado al menor costo posible. Por tradición se ha observado que los ingenieros y técnicos en mantenimiento, les dan una mayor importancia a los aspectos de tipo técnico y como un plano secundario a los administrativos y logísticos lo que conlleva a bajo nivel de servicio, alto costo y demasiadas tensiones y fricción en la ejecución del trabajo. Para un mantenimiento preventivo es necesario contar con el apoyo de todo el personal dentro de la empresa para poder planificarlo adecuadamente, es de suma importancia mencionar, que la base del mantenimiento preventivo, está en función del tiempo. El desgaste de piezas en una máquina es una de las principales causas que se deben de minimizar con un buen mantenimiento para evitar el deterioro repentino de las máquinas.

Según la investigación Diseño de un plan de mantenimiento preventivo como estrategia de trabajo en el área de material rodante del S.T.C. “Taller Zaragoza”. El autor (Antonio Figueroa Pérez, 2017) Nos explica que La aparición de fallos y averías en los componentes de una instalación industrial, trae consigo la disminución de los beneficios que pudieran derivarse del proceso productivo en cuestión. Aquellas averías que dan lugar a la indisponibilidad del proceso, provocan una merma de ingresos y, asimismo, originan un incremento de los costos de explotación, ya que, como mínimo, habrá que reparar o sustituir el equipo averiado. Las estrategias convencionales de “reparar cuando se produzca la avería” ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora se es consciente de que esperar a que se produzcan la avería para intervenir, es incurrir en unos costes excesivamente elevados “pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, etc.) y por ellos, las empresas industriales se plantearon implementar procesos de prevención de estas averías mediante un adecuado programa de mantenimiento.

4. METODOLOGIA

4.1 Metodología de la investigación

La construcción del presente estudio se desarrollará en 4 grandes fases, las cuales son: Recolección de información, la selección de las herramientas para la solución de problemas, evaluación y mejora de control e Implementación

4.2 Fase I. Recolección de la información

A fin de recolectar la información del proceso en estudio, el instrumento seleccionado para la obtención de los datos fue la encuesta, la cual se aplicó a 15 trabajadores de la empresa con preguntas destinadas a recolectar la información que permitieron identificar la situación actual del área de mantenimiento.

Tabla 2. Encuesta en escala de Likert
Fuente. Elaboración propia

La siguiente encuesta se realiza para conocer la situación que presenta actualmente el área de mantenimiento de la empresa MIZU			
N.º	Interrogante	Respuesta	
		SI	NO
1	¿La empresa cuenta con un área de mantenimiento?		
2	¿El área de mantenimiento está diseñada adecuadamente para realizar los trabajos de mantenimientos?		
3	¿Los mantenimientos se realizan correctamente?		
4	¿Las unidades de transporte son revisadas periódicamente?		
5	¿Usted como operador revisa todos los días su unidad antes de salir de la planta?		
6	¿Conoce usted de mecánica básica para cuando se presente alguna falla mecánica en carretera?		
7	¿Usted considera el mantenimiento importante?		
8	¿El área de mantenimiento cuenta con un aseo frecuente?		

9	¿El área de mantenimiento cuenta con un sistema de señales restrictivas (no correr, no fumar, uso de equipo de protección, etc.)?		
10	¿El área de mantenimiento cuenta con herramientas y equipos necesarios para realizar los trabajos?		
11	¿Conoce usted la estructura organizacional del área de mantenimiento?		
12	¿El registro de la información de los mantenimientos está correctamente controlado?		
13	¿Se conoce la principal causa de los mantenimientos correctivos a las unidades?		
14	¿Cree que la empresa le da la importancia suficiente al mantenimiento?		

Análisis de resultados

Con base a las 14 preguntas de la encuesta, se obtiene los resultados, lo que nos indica la gran problemática que presenta el área de mantenimiento.

Pregunta 1. ¿La empresa cuenta con un área de mantenimiento?

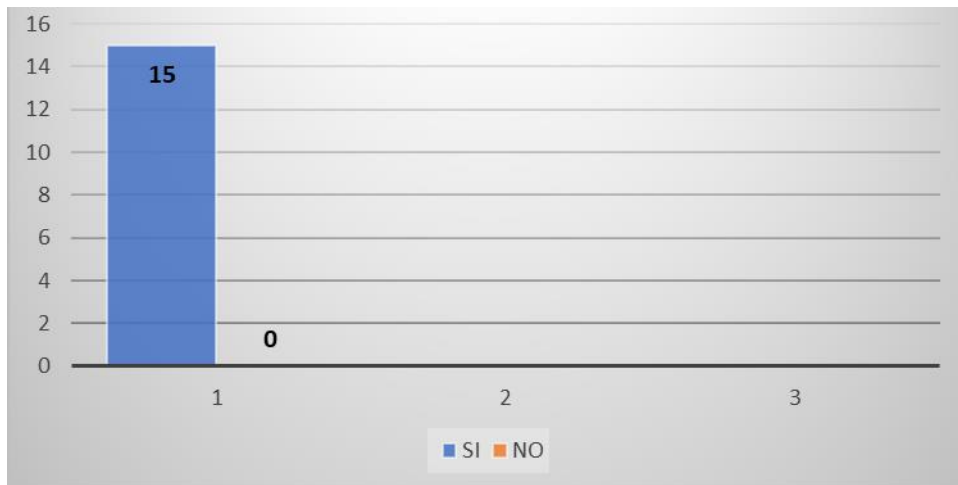


Grafico 1. Resultados de la pregunta 1
Fuente. Elaboración propia

Se determinó que el 100% de los trabajadores encuestados indican que la empresa cuenta con un área de mantenimiento.

Pregunta 2. ¿El área de mantenimiento está diseñada adecuadamente para realizar los trabajos de mantenimiento?

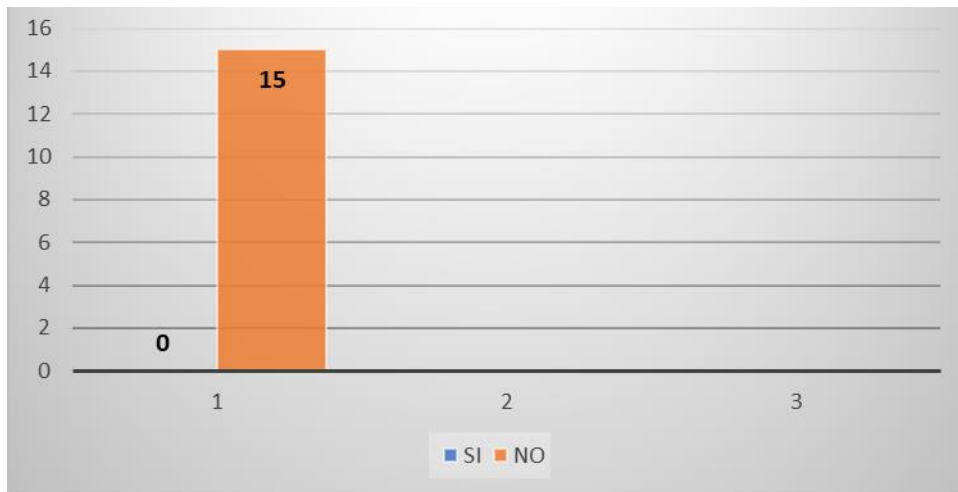


Grafico 2. Resultados de la pregunta 2
Fuente. Elaboración propia

Se determinó que el 100% de los trabajadores encuestados indican que el área de mantenimiento no está diseñada adecuadamente para realizar los trabajos de mantenimiento.

Pregunta 3. ¿Los mantenimientos se realizan correctamente?

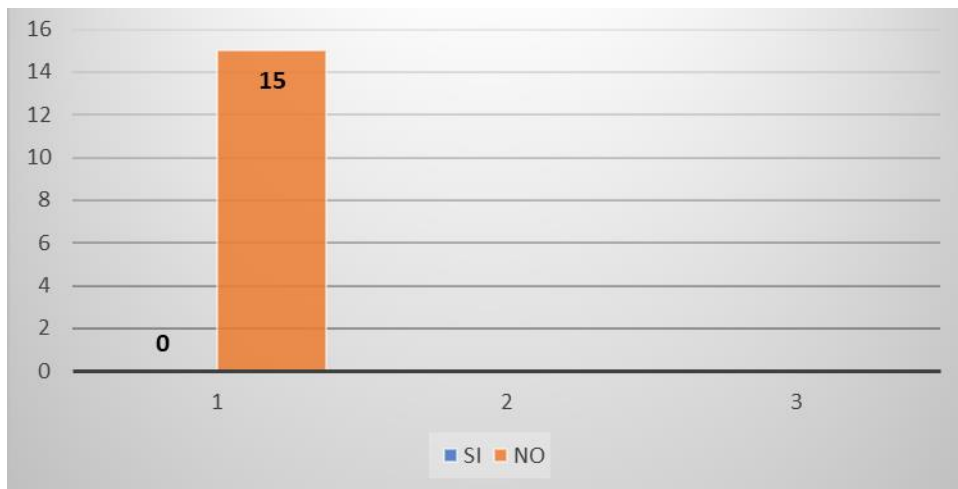


Grafico 3. Resultados de la pregunta 3
Fuente. Elaboración propia

Se determinó que el 100% de los trabajadores encuestados indican que los mantenimientos no se realizan correctamente.

Pregunta 4. ¿Las unidades de transporte son revisadas periódicamente?

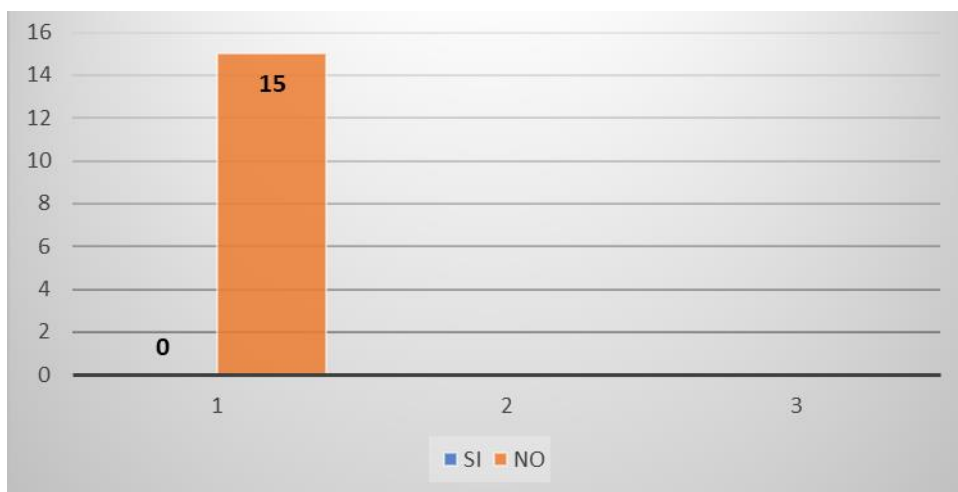


Grafico 4. Resultados de la pregunta 4
Fuente. Elaboración propia

Se determinó que el 100% de los trabajadores encuestados indican que las unidades de transporte no son revisadas periódicamente.

Pregunta 5. ¿Usted como operador revisa todos los días su unidad antes de salir de la planta?

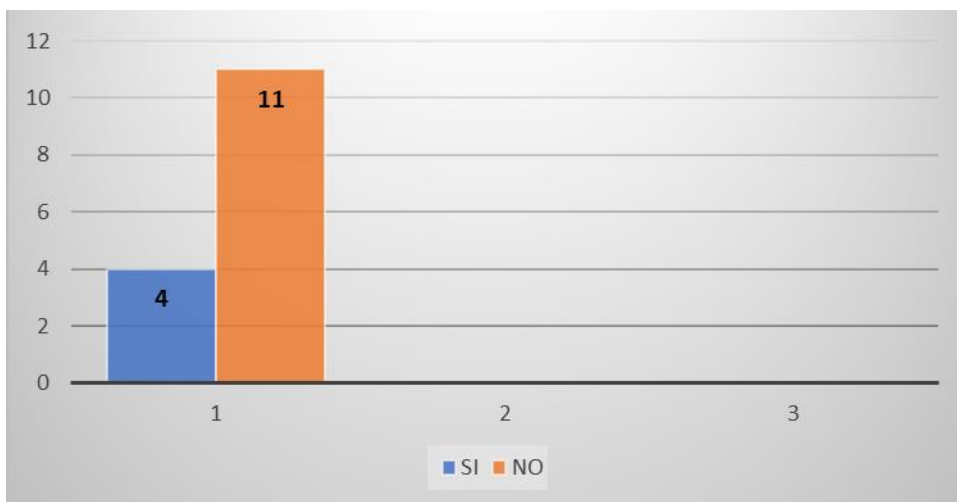


Grafico 5. Resultados de la pregunta 5
Fuente. Elaboración propia

Se determinó que el 74% de los trabajadores encuestados indican que revisan todos los días su unidad antes de salir de la planta.

Pregunta 6. ¿Conoce usted de mecánica básica para cuando se presente alguna falla mecánica en carretera?

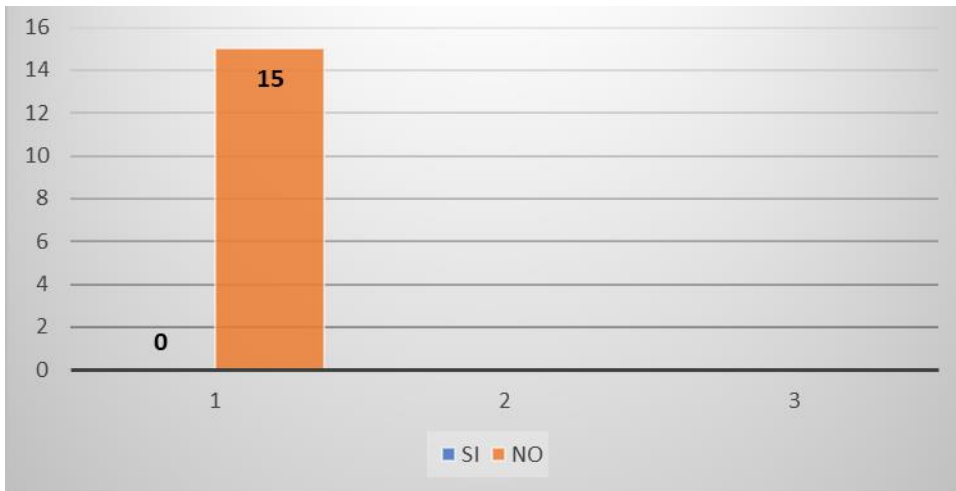


Grafico 6. Resultados de la pregunta 6
Fuente. Elaboración propia

Se determinó que el 100% de los trabajadores encuestados indican que no conocen de mecánica básica para cuando se presenta alguna falla mecánica.

Pregunta 7. ¿Usted considera el mantenimiento importante?

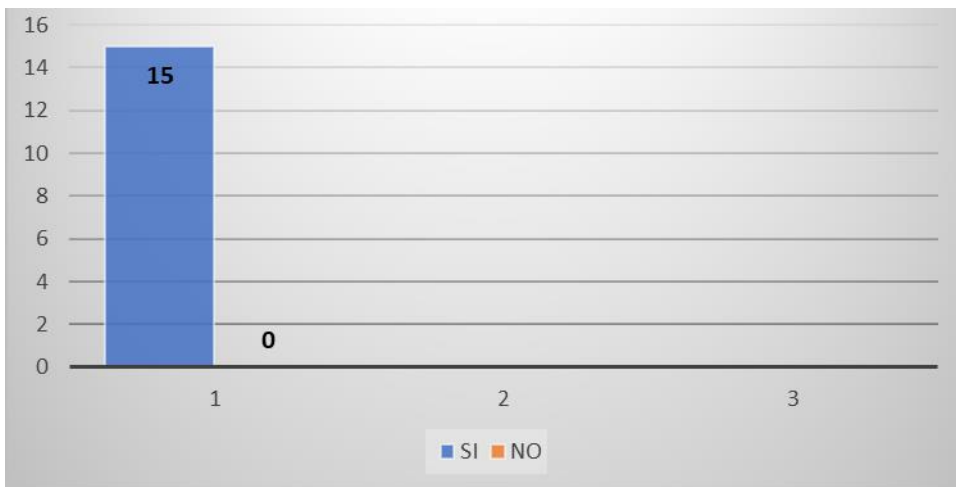


Grafico 7. Resultados de la pregunta 7
Fuente. Elaboración propia

Se determinó que el 100% de los trabajadores encuestados indican que consideran importante el mantenimiento.

Pregunta 8. ¿El área de mantenimiento cuenta con un aseo frecuente?

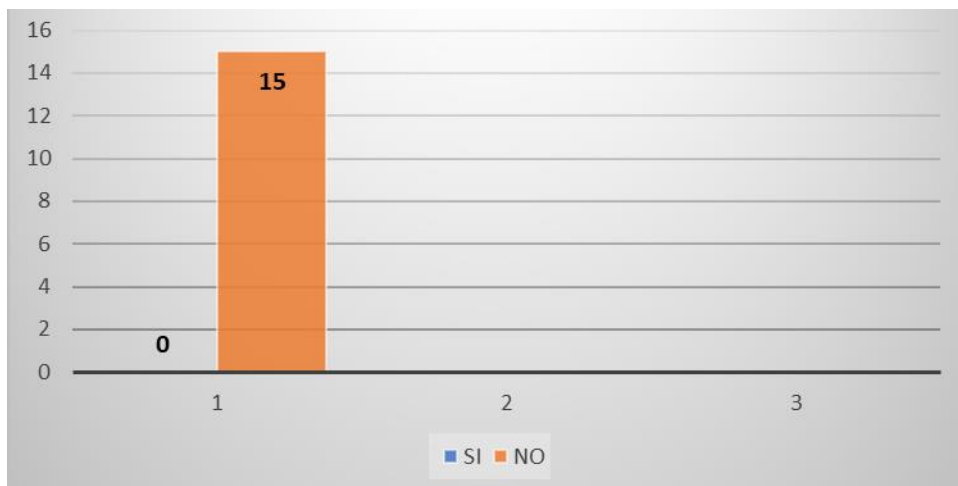


Grafico 8. Resultados de la pregunta 8
Fuente. Elaboración propia

Se determinó que el 100% de los trabajadores encuestados indican que el área de mantenimiento no cuenta con un aseo frecuentemente.

Pregunta 9. ¿El área de mantenimiento cuenta con un sistema de señales restrictivas (no correr, no fumar, uso de equipo de protección, etc.)?

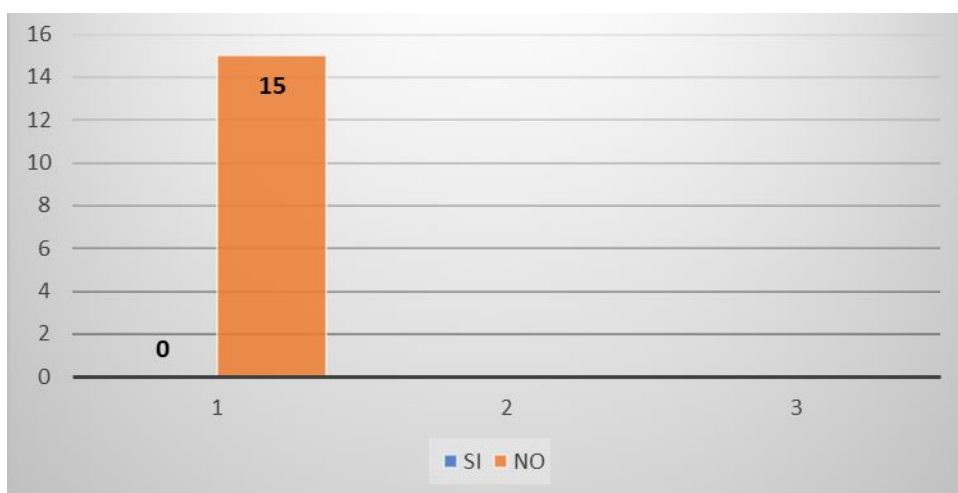


Grafico 9. Resultados de la pregunta 9
Fuente. Elaboración propia

Se determinó que el 100% de los trabajadores encuestados indican que el área de mantenimiento no cuenta con un sistema de señales restrictivas.

Pregunta 10. ¿El área de mantenimiento cuenta con herramientas y equipos necesarios para realizar los trabajos?

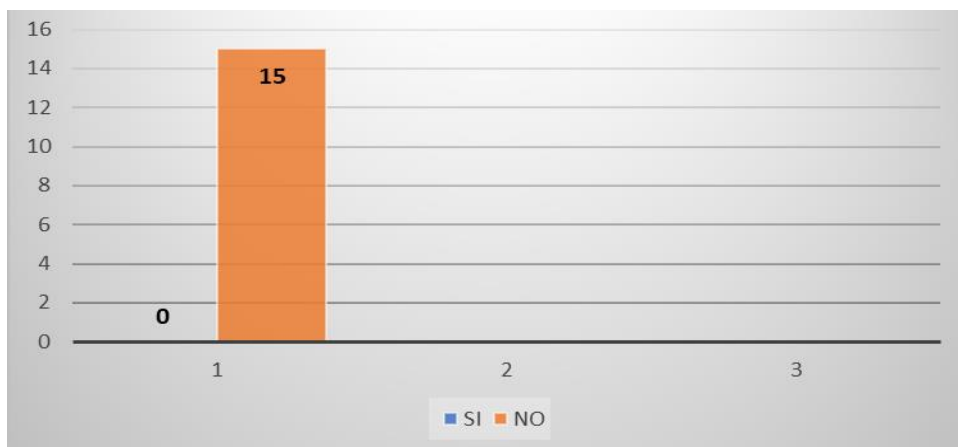


Grafico 10. Resultados de la pregunta 10
Fuente. Elaboración propia

Se determinó que el 100% de los trabajadores encuestados indican que el área de mantenimiento no cuenta con las herramientas y equipos necesarios para realizar los trabajos.

Pregunta 11. ¿El registro de la información de los mantenimientos esta correctamente controlado?

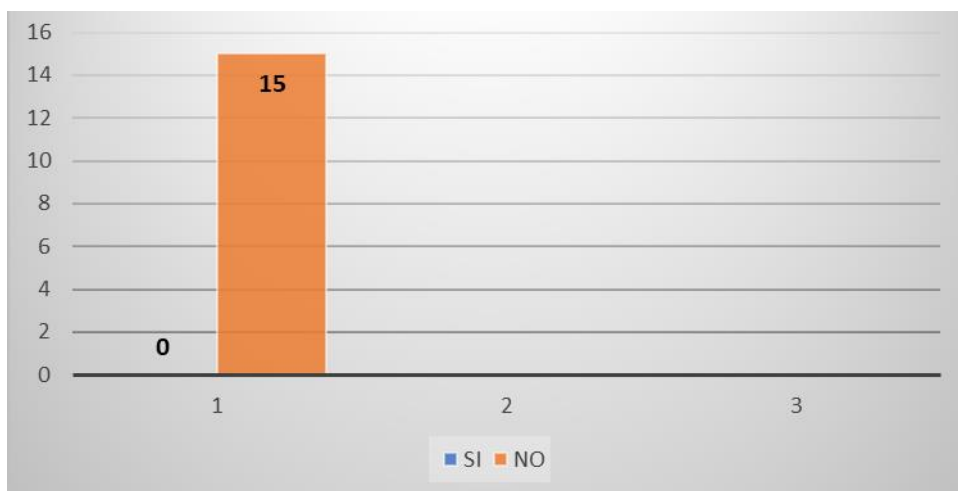


Grafico 11. Resultados de la pregunta 11
Fuente. Elaboración propia

Se determinó que el 100% de los trabajadores encuestados indican que no existe el registro de la información de los mantenimientos.

Pregunta 12. ¿Conoce usted la estructura organizacional del área de mantenimiento?

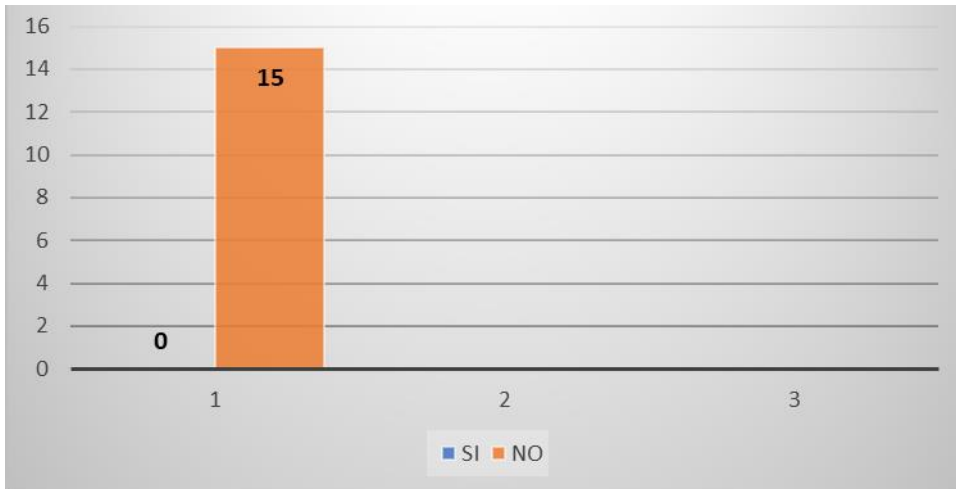


Grafico 12. Resultados de la pregunta 12

Fuente. Elaboración propia

Se determinó que el 100% de los trabajadores encuestados indican que no conocen la estructura organizacional del área de mantenimiento.

Pregunta 13. ¿Se conoce la principal causa de los mantenimientos correctivos a las unidades?

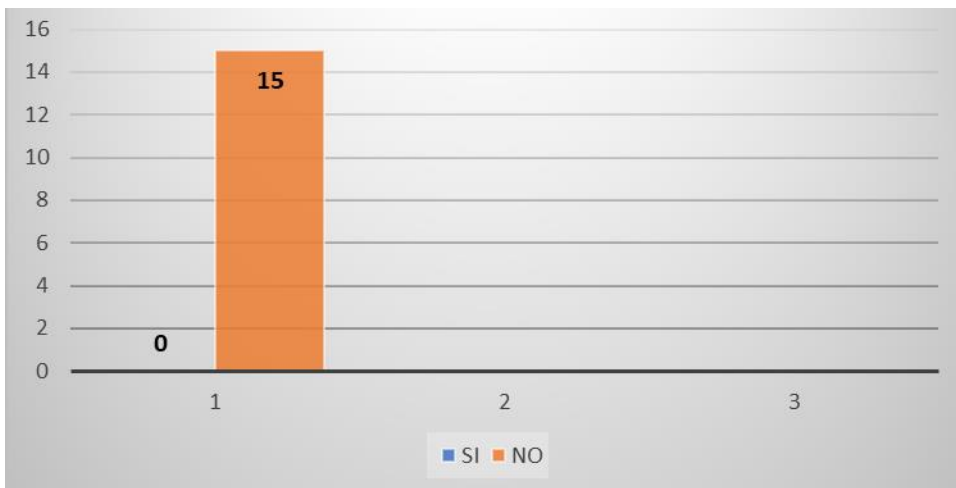


Grafico 13. Resultados de la pregunta 13

Fuente. Elaboración propia

Se determinó que el 100% de los trabajadores encuestados indican que desconocen la principal causa de los mantenimientos correctivos a las unidades.

Pregunta 14. ¿Cree que la empresa le da la importancia suficiente al mantenimiento?

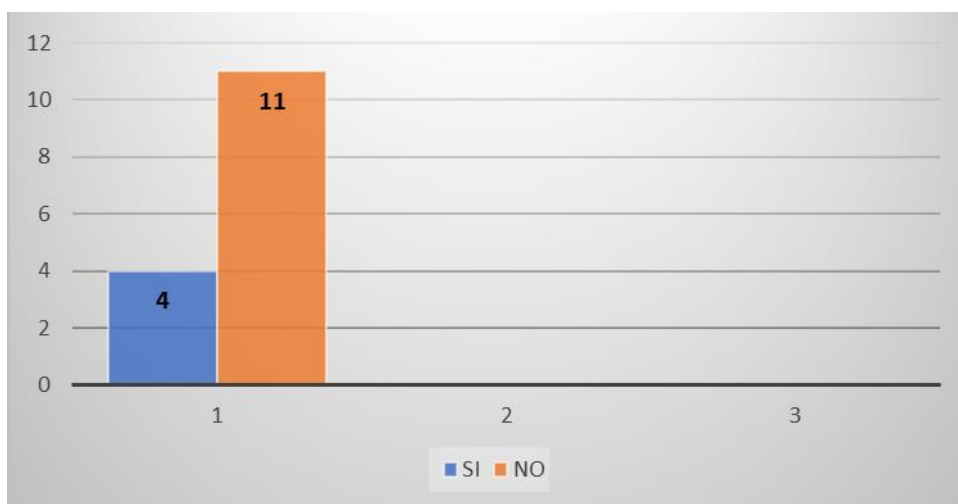


Grafico 14. Resultados de la pregunta 14
Fuente. Elaboración propia

Se determinó que el 73% de los trabajadores encuestados indican que la empresa no le da la importancia suficiente al mantenimiento de las unidades.

Se puede determinar que el 100% de los trabajadores encuestados indican que el área de mantenimiento no cuenta con un plan maestro de mantenimiento, no existe un correcto control de los mantenimientos realizados a las unidades de transporte.

4.3 Fase II. Problemas para solucionar

El diagnóstico de la situación actual se desarrolló en base a la observación directa y análisis de los procesos que fueron documentados resultantes de una interacción con los empleados, a través de las entrevistas realizadas al personal, acerca del comportamiento de proceso de mantenimientos en el área. Se utilizó además una herramienta de autoevaluación de forma que se pudieran identificar, jerarquizar y analizar los factores que afectan la gestión del mantenimiento, para así poder establecer posteriormente las propuestas de mejoras necesarias para eliminar o reducir el impacto de los mismos.

4.3.1 Diagrama de Ishikawa

En el presente trabajo se desarrolló un análisis detallado de lo que es el diagrama de Ishikawa o también conocido como el diagrama causa y efecto el cual es una herramienta de análisis

que nos permite exponer de una forma sencilla, las causas de un determinado efecto o problema en un área específica y a su vez, ayuda a identificar los errores y las áreas de mejora.

Basándonos en una encuesta aplicada a 15 trabajadores, observamos que son diversos los factores que provocan esta cuestión como lo son: maquinaria, Equipos y Herramientas, Medio Ambiente e Infraestructura, Sistemas de Información, Personal, Procesos y Metodologías.

El diagrama de causa y efecto nos permitió darnos cuenta lo importante que es saber qué es lo que está ocurriendo con el funcionamiento del área de mantenimiento y de esta manera erradicar cada uno de los factores que estén provocando un mal funcionamiento.

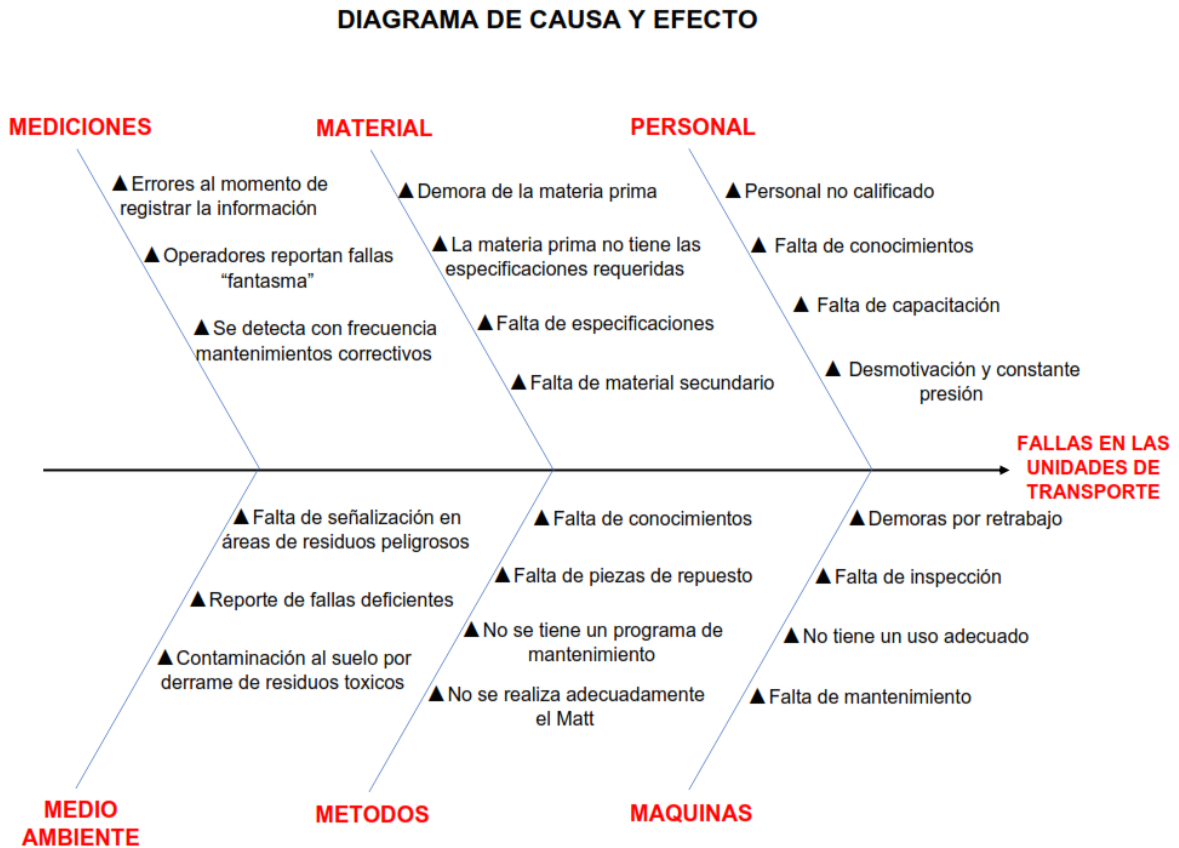


Figura 10. Diagrama de Ishikawa
Fuente. Elaboración propia

Al analizar el mismo se obtienen los resultados de las siguientes causas y subcausas:

Causa: Procesos y Metodologías

Subcausas

- No se realizan adecuadamente los mantenimientos.
- No existe un plan maestro de mantenimiento.
- Falta de piezas de repuesto.
- Falta de nuevas capacitaciones de mantenimiento.

Causa: Personal

Subcausas

- Personal no calificado.
- Falta de conocimientos.
- Falta de capacitación.
- Desmotivación y constante presión.

Causa: Sistemas de información

Subcausas

- Errores al momento de registrar la información de los mantenimientos.
- Operadores reportan fallas fantasmas.
- Se detecta con frecuencia mantenimientos correctivos.

Causa: Medio ambiente e infraestructura

Subcausas

- Reporte de fallas deficientes en el área de mantenimiento.
- Falta de señalización en áreas de residuos peligrosos.
- Falta de equipo de protección personal.

Causa: Maquinaria, equipos y herramientas

Subcausas

- Demora de las refacciones.
- Las refacciones no tienen las especificaciones requeridas.
- Falta de especificaciones o códigos de identificación.
- Falta de mantenimiento preventivo.
- Falta de inspección a las unidades.

- Demoras por trabajo de mantenimiento.

4.4 Fase III. Evaluación y plan de mejora de control

4.4.1 Presupuesto para el área de mantenimiento

El área de mantenimiento tiene destinado un presupuesto fijo para la adquisición de refacciones por lo que se debe de cuidar bien el uso de este, para esto presentamos el siguiente plan en el que se indican funciones vitales para aprovechar al máximo el presupuesto, dichas funciones deben ser llevadas a cabo por el encargado y jefe de taller ya que ellos son los responsables de la adquisición de refacciones.

Se debe de verificar periódicamente la existencia de las refacciones más utilizadas para evitar repentinamente la falta de las mismas en el área de mantenimiento:

- Evitar adquirir refacciones similares ya que muchas veces no son compatibles.
- No tener en exceso refacciones poco utilizadas.
- Conseguir siempre el proveedor que ofrezca mejor precio.
- Procurar utilizar refacciones originales que, aunque son un poco más caras nos dan la seguridad de que no se averían tan fácilmente.
- Utilizar la ética al momento de facturar cualquier suministro de refacciones.

4.4.2 Control de refacciones del área de mantenimiento

El control en el almacén es fundamental para evitar tiempos muertos de equipos por lo que es importante prestarles mucha atención a las refacciones a utilizar por lo que se presenta el siguiente plan el cual consiste en clasificar las refacciones según su utilización.

Al aplicar esta clasificación se podrá disponer mejor de cada una de las refacciones e ir mejorando paulatinamente la existencia de todas ellas en el almacén.

También cabe recalcar que realizando el análisis ABC podemos encontrar que la clasificación antes realizada quedaría de la siguiente manera:

- Artículos A Indispensables
- Artículos B Normal
- Artículos C Poco indispensable

Tabla 3. Inventario de refacciones
Fuente. Elaboración Propia.

INVENTARIO DE REFACCIONES								
CODIGO	DESCRPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	UBICACIÓN	AREA	EXISTENCIAS INICIALES	ENTRADAS	SALIDAS	STOCK
AA001	TIMKEN 15245 Rodillo y Taza	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA002	TIMKEN SET82 JLM104910 Rodamiento de rodillos cónicos	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	3	3	0	3
AA003	TIMKEN SET73 15101 Balero 15101 Y Taza 15245	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	4	2	2
AA004	TIMKEN LM102949 Rodamiento de rodillos cónicos	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	2	2	0	2
AA005	NATIONAL BEARINGS MUS-1307-UM rodamiento cilíndrico	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA006	SKF EXPLORER 6209-2RS1/C3 Balero	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA007	SKF CR Seal 21045 Sello de aceite	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	2	2	0	2
AA008	MVP STEMCO 393-0173 Sello de rueda para sello de aceite de eje de transmisión en tándem	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA009	automotive oil seal Reten	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	2	1	1
AA010	ISUZU PART 8-98171254-0 Cojinete interno del cubo de la rueda del eje delantero	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	2	2	0	2
AA011	ISUZU PART 9-00093081-0 Cojinete interno del eje trasero	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA012	AMSTED SEALS SELLO DE RUEDA	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA013	KIT FD RUEDA FORD 250- FORD 350 KIT DE RUEDA DELANTERA	PAQUETE 6C/U	BODEGA	MANTENIMIENTO	2	2	0	2
AA014	AUTO ELECTRICAL SWITCH	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA015	DEFENSA DE NISSAN NP300	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA016	GONHER FILTRO DE GASOLINA PICK UP D-21	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA017	GONHER FILTRO DE ACEITE PFS2M	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA018	GONHER FILTRO DE COMBUSTIBLE GP-11	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA019	GONHER SUPER FILTRO DE ACEITE GP-31	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA020	GONHER SUPER FILTRO DE GASOLINA GG-1872	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA021	LUSAC CILINDRO DE RUEDA	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA022	LUSAC PISTÓN DE FRENO DE DISCO	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA023	PHILIPS FOCO DE PELLISCO	PAQUETE 10C/U	BODEGA	MANTENIMIENTO	2 PZA	2	0	2
AA024	FARO LED TRASERO	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	2	0	2
AA025	LTH-68 FILTRO DE ACEITE	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA026	SYSTEM SAVER SERIES FILTRO DE AIRE MERYTUR WAVCO	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA027	AUTO ELECTRICAL SWITCH DE PASO	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA028	SKY FUEL FILTRER FILTRO DE COMBUSTIBLE TS-16949	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	14	0	14
AA029	LODI SELLO PARA MOTOR FORD 6 CILINDROS	PAQUETE 10C/U	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA030	LODI JUEGO DE SELLOS MONOBLACK 4 CILINDROS	PAQUETE 9C/U	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA031	Gater MICRO-V Banda para motor K060390	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	1	0
AA032	dynamik carboceramic Balatas	CAJA 1 SET	BODEGA	MANTENIMIENTO	2	4	2	2
AA033	SKF FY1.1/2 TF Rodamiento de bolas unidad de brida, 4 agujeros de los tornillos del bloque de almohadilla	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA034	Isuzu Diesel 11d 12v 007000 L-18500 Motor	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA035	Fasco D783 5.6" 1/4HP 208-230V PERMANENT SPLIT CAPACITOR	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	0	1
AA036	ACEITE P/MOTOR	LITRO	BODEGA	MANTENIMIENTO	2	2	2	0
AA037	FILTRO DE AIRE	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	1	0
AA038	Banda de alternador	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	1	1	1	0
AA039	Terminales de Baterías	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	0	2	2	0
AA040	Juego de faros P/Nissan NP300	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	0	2	1	1
AA041	Parilla p/Nissan NP300	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	0	1	1	0
AA042	Cofre p/Nissan NP300	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	0	1	1	0
AA043	Kit de embrague p/Nissan NP300	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	0	1	0	1
AA044	Refuerzo de facia delantera p/Nissan NP300	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	0	1	0	1
AA045	Facia delantera p/Nissan NP300	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	0	1	1	0
AA046	Valvula de tanque de gas	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	0	1	1	0
AA047	Silicon negro	TUBO	BODEGA	MANTENIMIENTO	0	1	1	0
AA048	Caja de bujias	PAQUETE 8C/U	BODEGA	MANTENIMIENTO	0	1	1	0
AA049	Manguera p/gas	METRO	BODEGA	MANTENIMIENTO	0	1	1	0
AA050	Escobilla p/distribuidor	PIEZA	BODEGA	MANTENIMIENTO	0	1	1	0

Esta clasificación se da debido las refacciones indispensables son las más caras empezando con las llantas y muelles, y son los artículos que se tienen en menor cantidad en el almacén.

Tabla 4. Clasificación ABC
Fuente. Elaboración propia

CODIGO	DEMANDA	PRECIO UNITARIO	INVERSION	INVERSION ACUMULADA	% DE INVERSION ACUMULADA	ZONA	PORCENTAJE
AA010	9	\$ 9,741.95	\$ 87,677.55	\$ 87,677.55	12.14%	A	
AA034	1	\$ 71,941.05	\$ 71,941.05	\$ 159,618.60	22.11%	A	
AA004	47	\$ 1,420.00	\$ 66,740.00	\$ 226,358.60	31.35%	A	
AA002	49	\$ 1,249.00	\$ 61,201.00	\$ 287,559.60	39.83%	A	
AA045	27	\$ 1,730.00	\$ 46,710.00	\$ 334,269.60	46.29%	A	
AA026	19	\$ 2,130.00	\$ 40,470.00	\$ 374,739.60	51.90%	A	
AA001	53	\$ 599.00	\$ 31,747.00	\$ 406,486.60	56.30%	A	
AA006	40	\$ 786.00	\$ 31,440.00	\$ 437,926.60	60.65%	A	
AA013	13	\$ 2,212.68	\$ 28,764.84	\$ 466,691.44	64.63%	A	
AA005	12	\$ 2,351.00	\$ 28,212.00	\$ 494,903.44	68.54%	A	
AA011	7	\$ 3,896.78	\$ 27,277.46	\$ 522,180.90	72.32%	A	
AA003	44	\$ 599.00	\$ 26,356.00	\$ 548,536.90	75.97%	A	
AA031	39	\$ 523.00	\$ 20,397.00	\$ 568,933.90	78.79%	A	78.79%
AA048	43	\$ 420.00	\$ 18,060.00	\$ 586,993.90	81.30%	B	
AA008	20	\$ 807.00	\$ 16,140.00	\$ 603,133.90	83.53%	B	
AA032	41	\$ 382.00	\$ 15,662.00	\$ 618,795.90	85.70%	B	
AA043	1	\$ 11,935.36	\$ 11,935.36	\$ 630,731.26	87.35%	B	
AA036	47	\$ 208.20	\$ 9,785.40	\$ 640,516.66	88.71%	B	
AA035	2	\$ 4,221.96	\$ 8,443.92	\$ 648,960.58	89.88%	B	
AA012	3	\$ 2,574.00	\$ 7,722.00	\$ 656,682.58	90.95%	B	
AA038	22	\$ 280.60	\$ 6,173.20	\$ 662,855.78	91.80%	B	
AA020	25	\$ 239.00	\$ 5,975.00	\$ 668,830.78	92.63%	B	
AA037	33	\$ 170.00	\$ 5,610.00	\$ 674,440.78	93.41%	B	
AA019	22	\$ 199.00	\$ 4,378.00	\$ 678,818.78	94.01%	B	
AA021	9	\$ 480.00	\$ 4,320.00	\$ 683,138.78	94.61%	B	15.82%
AA042	1	\$ 3,431.73	\$ 3,431.73	\$ 686,570.51	95.09%	C	
AA040	1	\$ 2,625.52	\$ 2,625.52	\$ 689,196.03	95.45%	C	
AA018	15	\$ 168.00	\$ 2,520.00	\$ 691,716.03	95.80%	C	
AA022	7	\$ 349.00	\$ 2,443.00	\$ 694,159.03	96.14%	C	
AA047	19	\$ 125.00	\$ 2,375.00	\$ 696,534.03	96.47%	C	
AA050	22	\$ 100.00	\$ 2,200.00	\$ 698,734.03	96.77%	C	
AA039	38	\$ 52.40	\$ 1,991.20	\$ 700,725.23	97.05%	C	
AA017	17	\$ 115.00	\$ 1,955.00	\$ 702,680.23	97.32%	C	
AA016	14	\$ 136.00	\$ 1,904.00	\$ 704,584.23	97.58%	C	
AA033	7	\$ 268.88	\$ 1,882.16	\$ 706,466.39	97.84%	C	
AA046	12	\$ 155.00	\$ 1,860.00	\$ 708,326.39	98.10%	C	
AA025	13	\$ 115.00	\$ 1,495.00	\$ 709,821.39	98.31%	C	
AA028	13	\$ 115.00	\$ 1,495.00	\$ 711,316.39	98.51%	C	
AA014	3	\$ 476.77	\$ 1,430.31	\$ 712,746.70	98.71%	C	
AA049	13	\$ 106.00	\$ 1,378.00	\$ 714,124.70	98.90%	C	
AA009	5	\$ 249.00	\$ 1,245.00	\$ 715,369.70	99.08%	C	
AA015	1	\$ 1,104.48	\$ 1,104.48	\$ 716,474.18	99.23%	C	
AA044	1	\$ 1,104.48	\$ 1,104.48	\$ 717,578.66	99.38%	C	
AA023	4	\$ 275.00	\$ 1,100.00	\$ 718,678.66	99.53%	C	
AA029	2	\$ 435.11	\$ 870.22	\$ 719,548.88	99.65%	C	
AA024	5	\$ 137.44	\$ 687.20	\$ 720,236.08	99.75%	C	
AA041	1	\$ 620.00	\$ 620.00	\$ 720,856.08	99.84%	C	
AA007	1	\$ 299.00	\$ 299.00	\$ 721,155.08	99.88%	C	
AA027	1	\$ 476.77	\$ 476.77	\$ 721,631.85	99.94%	C	
AA030	1	\$ 414.23	\$ 414.23	\$ 722,046.08	100.00%	C	5.39%
TOTALES			\$ 722,046.08				100%

Las refacciones de uso normal son de menor inversión y su existencia en el almacén es más elevada como son los turbocargadores, inyectores, radiadores. Las refacciones poco indispensables son las que representan la menor inversión, pero son las refacciones de las cuales se tiene mayor número en existencia como son los espejos, los limpiadores, retenes, asientos.

4.5 Gestión del mantenimiento

4.5.1 Técnica “X”

Encontramos la técnica X como una propuesta para encontrar los puntos en los que se está fallando y así atacarlos directamente a continuación se presenta la técnica X ya aplicada al taller de mantenimiento automotriz y la explicación y solución en varios de los puntos en los que se encuentran fallas.

Tabla 5. Técnica “X”
Fuente. Elaboración propia

					X	Inspector	2	3	1	2	3	2													
			X		X	Lubricantes	2	3	1	2	3	2													
X		X	X	X	X	Combustion interna	1	3	1	1	3	2													
X		X	X	X	X	Soldador	1	3	1	1	3	2													
					X	Operador (Chofer)	2	2	2	2	1	1													
Modificaciones al vehículo	Análisis de pérdidas crónicas	Correctivo	Predictivo	Periódico	Rutinario	5 S's	Recursos humanos Actividades de mantenimiento <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px; margin: 5px;"> MAQUINA CRITICA </div> Pérdidas Componentes críticos						Paros	Instalaciones requeridas por cambios de productos	Baja velocidad	Paros menores	Defectos	Rendimiento de auto al inicio de reparación							
							X		X	X									Diferencial	F	D	F	F	D	F
									X	X									Muelle	F	D	F	F	D	F
									X	X	X	X							Frenos	F	D	F	F	D	F
									X	X		X							Retén	M	D	F	M	D	F
									X		X	X							Perdida de potencia	M	D	F	M	D	F
									X		X	X							Desajuste de embrague	D	D	F	D	D	F

4.5.1.1 Componentes críticos y pérdidas

El diferencial, muelle y frenos: En pérdida por paros es fuerte porque las unidades al estar figurado su diferencial y tener derramas de aceite, la unidad no puede trabajar ya que se pueden sufrir serios daños en el engranaje del diferencial, las muelles, sin la muelle camión no puede trabajar ya que es la que realiza la carga del producto en la suspensión, y los frenos son fundamentales, un camión sin frenos en la calle y con el tipo de productos que transporta puede ocasionar una tragedia, es débil para instalaciones requeridas por modificaciones, ya que no afecta en nada el producto sigue siendo el mismo simplemente se toma otro camión para el reparto y listo, la baja velocidad es fuerte, ya que si se cuenta con un camión menos para reparto pues este se retrasa y se tiene que pagar tiempo extra, en paros menores pues se tiene la misma fundamentación que en paros generales, ya que el camión se debe de detener totalmente y la reparación del diferencial se lleva aproximadamente 3 días, defectos los defectos que se tienen son solamente por retrasos en las entregas, pero finalmente la entrega se hace por eso se tiene como débil, y el rendimiento al inicio de la jornada es definitivamente fuerte, ya que si el operador detecta la falla antes de salir pues obviamente va retrasar su salida y reparto de producto.

Reten y pérdida de potencia: Estos componentes críticos son medios en paros, ya que pues si se tiene una fuga de aceite menor en el retén de la dirección pues el camión puede llegar al taller y se le cambia y sigue trabajando, igualmente una pérdida de potencia el camión puede llegar al taller y se realiza la acción correspondiente, ya sea, cambio de sensor de posición de motor, cambio de filtros, según lo que requiera, son débiles en cambios en el producto por que el producto sigue siendo el mismo, la baja velocidad si es fuerte, ya que si el operador detecta el retén en mal estado obviamente tiene que regresar a la terminal con mayor precaución y la pérdida de potencia obviamente le hace regresar más lentamente, los paros menores pues son medios ya que el camión pues sigue trabajando y puede desplazarse a pesar de dichas fallas, los defectos son débiles ya que el producto de cualquier forma se debe de entregar e igualmente fuerte el bajo rendimiento al inicio porque igual si se detecta una falla se debe de ir al taller perdiendo tiempo para iniciar el reparto.

Desajuste de embrague: Este se da debido al desgaste de las pastas del clutch, es débil en paros, ya que aunque las velocidades no entren correctamente, pues la experiencia de los chóferes les permite llegar al taller a corregir la falla, no hay cambios en el producto, la

velocidad si es baja por eso se considera fuerte, ya que pues al no poder controlar bien las velocidades pues se debe de tener cuidado al desplazarse sobre todo tomando en cuenta que muchas veces el camión no se frena solamente con las balatas si no que se necesita la ayuda de la transmisión para ayudar al frenado, no hay paros menores ni defectos, y pues como en todos los componentes críticos anteriores, hay baja eficiencia al arranque de la jornada si se detecta la falla y hay que acudir al taller para corregirla.

4.5.1.2 Pérdidas y recursos humanos

Rango:

- Responsable
- Apoyo
- Sin relación

Paros: El chofer del equipo es solo de apoyo ya que el detendrá el equipo si detecta alguna falla que amerite el paro total del camión, el soldador y el operario de combustión interna son responsables ya que si ellos no terminan el trabajo a tiempo o no tienen la capacidad para hacerlo, el equipo ahí estará parado hasta que ellos terminen el trabajo, el lubricador es de apoyo por que al hacer su trabajo puede detectar fallas que ameriten la detención del equipo, el inspector al revisar la falla que le notifica el chofer puede detectar otras fallas y detener el equipo por esas fallas por eso es de apoyo.

Instalaciones requeridas por cambios en el producto: El chofer es de apoyo porque lo único que cambiara será su camión por otro que se encuentre disponible para poder trabajar, y pues los demás puestos de trabajo no tienen ninguna relación.

Baja velocidad: El chofer solo es de apoyo porque solo detecta fallas y las reporta, los demás puestos si son de responsabilidad porque dependiendo de que tan eficiente sea su trabajo saldrá rápidamente o no el trabajo, los operarios soldador y combustión interna pues dependiendo de su capacidad tendrán un equipo listo en poco tiempo, el lubricador igualmente si hace su trabajo bien y rápidamente el equipo saldrá, y el inspector si hace bien su reporte pues se ataca directamente el problema y listo peor si el reporte es muy general y hay que andar buscando cual es la raíz del problema pues la reparación se llevara más tiempo.

Paros menores: En este caso los paros menores son igual que los paros por los puntos que ya se mencionaron anteriormente.

Defectos: Los defectos como ya lo mencionamos seria solamente por retrasos, por lo que el personal de taller no tiene ninguna relación, sin embargo, el chofer si se debe de preocupar por la entrega del producto, ocupando otro equipo para el reparto.

Rendimiento al inicio de la corrida: El chofer es responsable por que si detecta una falla inmediatamente debe de ir al taller a corregirla, el personal de taller es solo de apoyo en el rendimiento, porque un equipo puede ya estar listo para comenzar la jornada de trabajo, pero si en ese momento detectan una falla más el equipo se quedara detenido más tiempo.

4.5.1.3 Recursos humanos y actividades de mantenimiento

5's: La técnica de 5's debe de ser aplicada por todo el personal del taller, en este caso, los operarios, lubricadores, inspector, ya que es su área de trabajo, y para tener un mejor ambiente de trabajo y mayor seguridad todos deben de trabajar en conjunto.

Rutinario: El rutinario es responsabilidad del chofer, ya que cada que se dispone para salir a reparto debe verificar puntos de seguridad en su camión, así como niveles para poder salir de manera segura.

Periódico: Este mantenimiento es por parte de los operarios y lubricadores, ya que todo lo que requiera un mantenimiento periódico será realizado por ellos.

Predictivo: Este tipo de mantenimiento lo realizan los operarios, ya que, al momento de efectuar cualquier reparación, pueden detectar que alguna otra falla ya viene en camino y por criterio propio deben de repararla y reportarla a su jefe inmediato que es el cabo de oficios.

Correctivo: Este mantenimiento es realizado por los operarios, ya que todas las fallas que tienen los camiones son por piezas o refacciones ya dañadas, el 90% de las entradas de equipos al taller es por realizar mantenimiento correctivo. Ya dentro de estas actividades se realizan las acciones preventivas y/o periódicas.

Modificaciones a la maquinaria: Estas son realizadas por los operarios, esto es inevitable, muchas veces las reparaciones requieren que se acoplen ciertas partes, algún tornillo y es por

eso que llega un determinado tiempo en que los equipos tienen muchas modificaciones y es cuando se debe de pensar en un cambio de flota, ya que el equipo empieza a presentar fallas.

4.5.2 Jerarquizar los trabajos

Otra manera de gestionar mejor el mantenimiento es asignando una jerarquía a los diversos trabajos que se realizan en mantenimiento automotriz, esto con la finalidad de tener un mayor número de equipos disponibles para reparto, se propone la jerarquización ya que muchas veces los cabos de oficios no utilizan el sentido común y ordenan trabajos en equipos cuyas reparaciones llevan 5, 6 o 7 horas dejando muchas veces en segundo plano equipos con reparaciones sencillas, debido a que están en la creencia de que al ser reparaciones sencillas se hacen rápidamente al final de la jornada.

Esto los hace caer en la creencia de que entregaran más equipos reparados al final de la jornada sumando los equipos de reparaciones complejas y los equipos de reparaciones sencillas, lamentablemente esto no sucede así ya que en la mayoría de las ocasiones se complican los trabajos en las reparaciones complejas, lo que lleva a que esa reparación no se termine en la jornada, por lo consiguiente si los operarios no se desocupan de las reparaciones complejas las reparaciones sencillas no se llevaran a cabo.

Es por eso que se propone el siguiente sistema de jerarquización de los trabajos para que los cabos organicen de mejor manera la asignación de los trabajos.

Tabla 6. Jerarquización de trabajos
Fuente. Elaboración Propia

CLASIFICACIÓN	TIPO	PRIORIDAD
3	Sencillo	Alta
2	Regular	Media
1	Complejo	Baja

A continuación, se clasifican los mantenimientos más comunes:

Tabla 7. Mantenimientos comunes
 Fuente. Elaboración propia

CLASIFICACIÓN	MANTENIMIENTOS COMUNES
3	<ul style="list-style-type: none"> • Reponer niveles (Aceite y Refrigerante) • Reparación luces fundidas • Reparación fugas de aire • Reparación fugas anticongelante • Reparación llantas ponchadas • Engrasado • Espejos (Cambio y/o ajuste) • Ajuste de frenos • Ajuste de embrague
2	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de freno • Cambio de llantas • Cambio de cardan • Cambio de cruceta • Cambio de tensor • Cambio de inyectores • Cambio de filtros y aceite • Cambio de muelles • Reparación d motor de arranque o alternador • Cambio de radiador
1	<ul style="list-style-type: none"> • Reparación fisura en diferencial

- Cambio de embrague
- Cambio de reten

Nota: Hay trabajos en clasificación número 2 que si por alguna circunstancia llegan a presentar alguna complicación entran dentro de la clasificación número 1 dichos trabajos se mencionan a continuación:

- Cambio de llantas
- Cambio de tensor
- Cambio de radiador

4.5.3 Implementación de las 5s

Otra de las propuestas es aplicar las 5s en el mantenimiento automotriz, con la finalidad de lograr mayor armonía en el trabajo y buscar un mejor desempeño del personal, se plantea el ordenamiento de 5s ya que por medio de la observación nos damos cuenta de que hay varios puntos los cuales deben de ser puestos en orden, es obvio que el personal de taller no aceptara con facilidad la implementación de las 5s pero se buscara introducir de una manera no tan sistemática para que el personal poco a poco lo vaya adoptando y con el paso del tiempo todos los pasos a seguir se vuelvan rutinarios a continuación se da una explicación de cómo aplicar cada S en mantenimiento automotriz.

4.5.3.1 Seiri (Seleccionar)

Con esta acción se pretende que el personal dentro de sus herramientas de trabajo solo tenga la necesaria, la que se utilice comúnmente y la herramienta innecesaria llevarla al almacén de mantenimiento, hay que señalar que muchos operarios guardan refacciones usadas que pueden volver a ser utilizadas, pero muchas refacciones ya no sirven entonces conservar solamente refacciones que puedan volver a ser reutilizadas. Para el área administrativa seleccionar documentos importantes y de trabajo pendiente, los documentos ya trabajados o

que no son requeridos procurar archivarlos lo más pronto posible para evitar acumulación de papel.



Figura 11. Área de taller
Fuente. Elaboración propia

4.5.3.2 Seiton (Organizar)

Una vez seleccionado solo lo necesario es conveniente organizarlo, para los operarios por lo regular tiene varias medidas de llaves entonces es bueno organizarlas por medidas y por tipo ya sea españolas o estriadas, además de colocar todo el tipo de herramienta como son desarmadores, martillos, dados, matracas etc. También es conveniente organizar la herramienta por pesada y ligera. Con respecto al almacén es conveniente organizar las refacciones, si ya se a aplicado la clasificación ABC organizar las refacciones dentro del almacén por ABC y subsecuentemente por orden alfabético o por algún orden en el que estén en común acuerdo los despachadores de almacén de los distintos turnos.

Para el área administrativa organizar todos los documentos de la siguiente manera:

- Documentos para archivar
- Documentos pendientes
- Facturación
- Tiempo extra
- Ordenes de trabajo

Para el área en general hay herramientas que son de uso general como son los gatos de escalera por lo que es conveniente asignarles un lugar fijo para que todos pueden tener acceso

a ellos junto con sus barras esto porque se tiene la costumbre de que al terminar un trabajo se deje en el área de trabajo.

Antes



Después



Figura 12. Área de taller
Fuente. Elaboración propia

4.5.3.3 Seiso (Limpieza)

La limpieza como ya se sabe es fundamental, y hay que señalar que la relación de labores de todo puesto de trabajo es mantener el área de trabajo limpia. Para este caso se pedirá que al término de cada trabajo los operarios junto con sus ayudantes mantengan limpia su herramienta esto propiciara aún mejor manejo de esta y por ende a trabajar con mayor seguridad, también se pedirá que en donde se haya concluido un trabajo si se derramo algún liquido como aceite o refrigerante limpiar el área.

Otro punto importante dentro de la limpieza es el uniforme de trabajo el cual se pedirá un cambio cada tercer día esto por cuestiones de seguridad y de salud, en seguridad por que el uniforme se impregna rápidamente de grasa y polvo y recordemos que la fricción del polvo puede provocar una combustión y la grasa es el combustible perfecto, en cuanto a salud es para evitar el contacto prolongado de la piel con el polvo que se filtra a través de las fibras de la ropa y que puede impregnarse en los poros de la piel.

En el almacén también es necesario conservar la limpieza con la finalidad de poder localizar alguna refacción con mayor facilidad. Hacer hincapié en que la limpieza nos propicia seguridad además de una buena apariencia, y al tener un lugar de trabajo con buena apariencia se tiene la motivación para realizar mejor el trabajo.

Antes

Después



Figura 13. Área de taller
Fuente. Elaboración propia

4.5.3.4 Seiketsu (Estandarizar)

La estandarización se dará poco a poco al volverse una costumbre cada una de las S anteriores, proponiendo que se realicen de la siguiente manera: Seleccionar como no es posible estar todos los días seleccionando los objetos porque hay trabajo que hacer se puede establecer momentos y días para realizar esa revisión que nos permita seleccionar dentro del entorno de trabajo lo innecesario. Organizar esta actividad se puede hacer conjuntamente con la de seleccionar ya que muchas veces al revisar y darnos cuenta de lo que sirve automáticamente por inercia lo vamos colocando en el lugar asignado. Limpieza esta como se debe de aplicar en todas partes debe de volverse simplemente un hábito, tomando por ejemplo la siguiente idea “si me baño diario debo tener mi área de trabajo limpia diario”.

4.5.3.5 Shitsuke (Disciplina)

Para disciplinar al personal se debe de motivar haciéndoles ver que al aplicar esta metodología se pueden evitar sanciones, se evitan accidentes de trabajo, se hace el trabajo más rápido. También se hará participar al personal para que formen comités que vigilen que se cumpla con la normatividad, se presentaran imágenes de antes y después para que el personal note la diferencia y se den cuenta de que su esfuerzo rinde frutos. También se

buscará promover las 5s para que poco a poco se vayan arraigando dentro de la mentalidad del personal, haciéndoles ver que todos para bienestar personal.

4.6 Fase IV. Implementación del programa de mantenimiento

Se desarrolla un conjunto de intervenciones u operaciones preventivas que debemos realizar en las unidades de transporte de la empresa, basadas en protocolos de mantenimiento para cada tipo de activo, para lograr cumplir con los objetivos de disponibilidad, fiabilidad y costo y por ende ampliar la vida útil de las unidades.

La realización de un exitoso plan de mantenimiento es clave para anticipar los problemas y averías que puedan surgir en nuestros activos. Toda anticipación implica importantes ahorros en costos y sobre todo evita pérdidas económicas derivadas de una incorrecta gestión del mantenimiento.

4.6.1 Plan maestro de mantenimiento

El plan maestro de mantenimiento que hemos propuesto pretende la disminución de fallas en las unidades de distribución de la empresa Mizu hielo y agua, de este modo nos anticiparemos a las fallas que más comúnmente ocurren y que se mostraron en el diagrama de Ishikawa, como lo son la rotura de cardal y/o crucetas, la pérdida de potencia, embrague y frenos dañados, entre otros. Después de analizar las causas de estos problemas se coincidió en que se deben tomar en cuenta cuatro puntos básicos de mantenimiento y de esta forma contribuir a que las unidades no paren por desperfectos que se pudieron evitar con una programación de actividades.

Los cuatro puntos básicos se muestran en el cuadro propuesto, en el cual se incluyen los cambios de filtros (aire y combustible), cambio de aceite y filtro, cambio de balatas y engrasado general. Como ya lo mencionaba esto nos ayudara en gran medida a evitar que las unidades paren; sin embargo, hay otras actividades que también contribuyen y que se relacionan directamente con los operadores de las unidades, como por ejemplo conducir adecuadamente, realizar revisiones al equipo antes de utilizarlo, reportar cualquier anomalía a los inspectores, no sobrecargar los equipos ya que si bien son transporte de carga cabe

mencionar que su diseño no es específicamente transporte para tales capacidades si no que a base de modificaciones se adapta para que sea funcional en la distribución de hielo y agua.

Todos los filtros independientemente del sistema en el cual se montan, tienen la misma función: impedir el paso de impurezas a través de ellos y retener dichas impurezas. Los materiales más comunes de fabricación son: papel, mallas metálicas, fibra de vidrio, entre otros.

El combustible utilizado, así como el que compramos de manera ordinaria no está libre de impurezas ya que ésta puede ser contaminada durante el proceso de fabricación, transporte, almacenaje o bien dentro del mismo tanque de gasolina del vehículo. Por otra parte, los sistemas de inyección de gasolina actuales funcionan mediante válvulas solenoide (inyectores) de aperturas muy pequeñas las cuales pueden ser obstruidas por impurezas milimétricas afectando negativamente la eficiencia del vehículo.

Todos los motores de combustión interna requieren de suficiente oxígeno para trabajar de manera adecuada. El oxígeno lo toman del aire del ambiente, sin embargo, el aire del ambiente posee partículas suspendidas (polvo) las cuales deben ser filtradas para evitar introducirlas al motor y afectar su eficiencia traducida en la pérdida de potencia del equipo como resultado de una mala combustión.

Otro punto es el aceite dentro del motor que al ser expuesto a altas temperaturas y esfuerzos de corte provocan la degradación térmica en el mismo, como resultado de esta degradación, se generan residuos de carbón los cuales se encuentran suspendidos en el aceite afectando negativamente la eficiencia del mismo. Además, el motor desprende pequeñas partículas metálicas que terminan en el flujo de aceite.

El filtro del aceite permite capturar estas impurezas permitiendo que el aceite dentro del motor se mantenga limpio y desempeñe sus funciones de manera ordinaria. Aun con esto llega el momento en que el aceite ha perdido la mayor parte de sus propiedades como la viscosidad necesaria, al ocurrir esto es necesario hacer el cambio de aceite y de filtro del mismo ya que de lo contrario no sería muy funcional el cambio.

El sistema de frenos incluye partes que deben entrar en contacto para poder detener el camión, para estos casos de transportes de carga las balatas se desgastan rápidamente por los

esfuerzos a los que se encuentra sometida y por la cantidad de tiempo que estas trabajan ya que se habla de que cada equipo recorre alrededor de 250 a 300 km diariamente, es por esto que las balatas se deben cambiar de manera regular ya que de esto depende en gran parte que el equipo sea seguro o no. Las balatas deberán cambiarse cada 10,000 Km o cada mes como medida tanto de seguridad como para cuestiones de mantenimiento.

Dentro de la unidad de transporte hay múltiples piezas que se encuentran en constante movimiento e interactúan con otras ocasionando fricción y por lo tanto desgaste lo cual son dos de los fenómenos que la tribología se encarga de estudiar, los cuales se reducen notablemente con el tercer fenómeno que estudia que es la lubricación y al encontrarse debidamente lubricados se puede reducir el desgaste de piezas como rodamientos, embragues, las crucetas o el cardan; basados en esto se incluye en el programa de mantenimiento una lubricación general realizada con grasa automotriz la cual ayudara a la reducción del desgaste de estas piezas y algunas otras; este engrasado general deberá realizarse cada mes.

Para llevar un control por escrito de este plan de mantenimiento se propone el siguiente formato donde se indican las fechas en que se requiere el cambio de alguno de los componentes ya antes mencionados, llevando un control para cada unidad de transporte basándonos en su nombre económico.

Tabla 8. Plan maestro de mantenimiento
Fuente. Elaboración Propia

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																
PLANTA:		CENTRAL TUXPAN VER.		DEPARTAMENTO:		II		TALLER		H-01 A H-20		PERIODO:		ENERO 2023- ENERO 2024		
PROGRAMA:		MANTENIMIENTO-01		ENCARGADO:		JUAN ANAYA		ELABORO:		CESAR DANIEL ORDAZ V.						
RESPONSABLE		ING. JAVIER EDUARDO		ENCARGADO:		JUAN ANAYA		ELABORO:		CESAR DANIEL ORDAZ V.						
ITEM	LINEA	CAMION	DESCRIPCION	TIEMPO:	PERIODO:											
					ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	1	H-01	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	08/01/2023			08/04/2023				08/07/2023			08/10/2023	
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	08/01/2023		08/03/2023		08/05/2023		08/07/2023		08/09/2023		08/11/2023	
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	08/01/2023	08/02/2023	08/03/2023	08/04/2023	08/05/2023	08/06/2023	08/07/2023	08/08/2023	08/09/2023	08/10/2023	08/11/2023	08/12/2023
	4		Engrasado general	Cada mes	08/01/2023	08/02/2023	08/03/2023	08/04/2023	08/05/2023	08/06/2023	08/07/2023	08/08/2023	08/09/2023	08/10/2023	08/11/2023	08/12/2023
2	1	H-02	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	09/01/2023			09/04/2023				09/07/2023			09/10/2023	
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	09/01/2023		09/03/2023		09/05/2023		09/07/2023		09/09/2023		09/11/2023	
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	09/01/2023	09/02/2023	09/03/2023	09/04/2023	09/05/2023	09/06/2023	09/07/2023	09/08/2023	09/09/2023	09/10/2023	09/11/2023	09/12/2023
	4		Engrasado general	Cada mes	09/01/2023	09/02/2023	09/03/2023	09/04/2023	09/05/2023	09/06/2023	09/07/2023	09/08/2023	09/09/2023	09/10/2023	09/11/2023	09/12/2023
3	1	H-03	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	21/01/2023			21/04/2023				21/07/2023			21/10/2023	
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	21/01/2023		21/03/2023		21/05/2023		21/07/2023		21/09/2023		21/11/2023	
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	21/01/2023	21/02/2023	21/03/2023	21/04/2023	21/05/2023	21/06/2023	21/07/2023	21/08/2023	21/09/2023	21/10/2023	21/11/2023	21/12/2023
	4		Engrasado general	Cada mes	21/01/2023	21/02/2023	21/03/2023	21/04/2023	21/05/2023	21/06/2023	21/07/2023	21/08/2023	21/09/2023	21/10/2023	21/11/2023	21/12/2023
4	1	H-05	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	12/01/2023			12/04/2023				12/07/2023			12/10/2023	
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	12/01/2023		12/03/2023		12/05/2023		12/07/2023		12/09/2023		12/11/2023	
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	12/01/2023	12/02/2023	12/03/2023	12/04/2023	12/05/2023	12/06/2023	12/07/2023	12/08/2023	12/09/2023	12/10/2023	12/11/2023	12/12/2023
	4		Engrasado general	Cada mes	12/01/2023	12/02/2023	12/03/2023	12/04/2023	12/05/2023	12/06/2023	12/07/2023	12/08/2023	12/09/2023	12/10/2023	12/11/2023	12/12/2023
5	1	H-06	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	02/01/2023			02/04/2023				02/07/2023			02/10/2023	
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	02/01/2023		02/03/2023		02/05/2023		02/08/2023		02/10/2023		02/12/2023	
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	02/01/2023	02/02/2023	02/03/2023	02/04/2023	02/05/2023	02/06/2023	02/07/2023	02/08/2023	02/09/2023	02/10/2023	02/11/2023	02/12/2023
	4		Engrasado general	Cada mes	02/01/2023	02/02/2023	02/03/2023	02/04/2023	02/05/2023	02/06/2023	02/07/2023	02/08/2023	02/09/2023	02/10/2023	02/11/2023	02/12/2023

6	1	H-07	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	28/01/2023			28/04/2023			28/07/2023			28/10/2023			
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	28/01/2023		28/03/2023		28/05/2023		28/07/2023		28/09/2023		28/11/2023		
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	28/01/2023	28/02/2023	28/03/2023	28/04/2023	28/05/2023	28/06/2023	28/07/2023	28/08/2023	28/09/2023	28/10/2023	28/11/2023	28/12/2023	
	4		Engrasado general	Cada mes	28/01/2023	28/02/2023	28/03/2023	28/04/2023	28/05/2023	28/06/2023	28/07/2023	28/08/2023	28/09/2023	28/10/2023	28/11/2023	28/12/2023	
7	1	H-08	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	11/01/2023			11/04/2023			11/07/2023			11/10/2023			
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	11/01/2023		11/03/2023		11/05/2023		11/07/2023		11/09/2023		11/11/2023		
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	11/01/2023	11/02/2023	11/03/2023	11/04/2023	11/05/2023	11/06/2023	11/07/2023	11/08/2023	11/09/2023	11/10/2023	11/11/2023	11/12/2023	
	4		Engrasado general	Cada mes	11/01/2023	11/02/2023	11/03/2023	11/04/2023	11/05/2023	11/06/2023	11/07/2023	11/08/2023	11/09/2023	11/10/2023	11/11/2023	11/12/2023	
8	1	H-09	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	03/01/2023			03/04/2023			03/07/2023			03/10/2023			
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	03/01/2023		03/03/2023		03/05/2023		03/07/2023		03/09/2023		03/11/2023		
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	03/01/2023	03/02/2023	03/03/2023	03/04/2023	03/05/2023	03/06/2023	03/07/2023	03/08/2023	03/09/2023	03/10/2023	03/11/2023	03/12/2023	
	4		Engrasado general	Cada mes	03/01/2023	03/02/2023	03/03/2023	03/04/2023	03/05/2023	03/06/2023	03/07/2023	03/08/2023	03/09/2023	03/10/2023	03/11/2023	03/12/2023	
9	1	H-11	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	13/01/2023			13/04/2023			13/07/2023			13/10/2023			
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	13/01/2023		13/03/2023		13/05/2023		13/07/2023		13/09/2023		13/11/2023		
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	13/01/2023	13/02/2023	13/03/2023	13/04/2023	13/05/2023	13/06/2023	13/07/2023	13/08/2023	13/09/2023	13/10/2023	13/11/2023	13/12/2023	
	4		Engrasado general	Cada mes	13/01/2023	13/02/2023	13/03/2023	13/04/2023	13/05/2023	13/06/2023	13/07/2023	13/08/2023	13/09/2023	13/10/2023	13/11/2023	13/12/2023	
10	1	H-12	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	17/01/2023			17/04/2023			17/07/2023			17/10/2023			
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	17/01/2023		17/03/2023		17/05/2023		17/07/2023		17/09/2023		17/11/2023		
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	17/01/2023	17/02/2023	17/03/2023	17/04/2023	17/05/2023	17/06/2023	17/07/2023	17/08/2023	17/09/2023	17/10/2023	17/11/2023	17/12/2023	
	4		Engrasado general	Cada mes	17/01/2023	17/02/2023	17/03/2023	17/04/2023	17/05/2023	17/06/2023	17/07/2023	17/08/2023	17/09/2023	17/10/2023	17/11/2023	17/12/2023	
11	1	H-13	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	20/01/2023			20/04/2023			20/07/2023			20/10/2023			
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	20/01/2023		20/03/2023		20/05/2023		20/07/2023		20/09/2023		20/11/2023		
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	20/01/2023	20/02/2023	20/03/2023	20/04/2023	20/05/2023	20/06/2023	20/07/2023	20/08/2023	20/09/2023	20/10/2023	20/11/2023	20/12/2023	
	4		Engrasado general	Cada mes	20/01/2023	20/02/2023	20/03/2023	20/04/2023	20/05/2023	20/06/2023	20/07/2023	20/08/2023	20/09/2023	20/10/2023	20/11/2023	20/12/2023	
12	1	H-14	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	04/01/2023			04/04/2023			04/07/2023			04/10/2023			
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	04/01/2023		04/03/2023		04/05/2023		04/07/2023		04/09/2023		04/11/2023		
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	04/01/2023	04/02/2023	04/03/2023	04/04/2023	04/05/2023	04/06/2023	04/07/2023	04/08/2023	04/09/2023	04/10/2023	04/11/2023	04/12/2023	
	4		Engrasado general	Cada mes	04/01/2023	04/02/2023	04/03/2023	04/04/2023	04/05/2023	04/06/2023	04/07/2023	04/08/2023	04/09/2023	04/10/2023	04/11/2023	04/12/2023	

13	1	H-15	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	10/01/2023			10/04/2023			10/07/2023			10/10/2023				
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	10/01/2023		10/03/2023		10/05/2023		10/07/2023		10/09/2023		10/11/2023			
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	10/01/2023	10/02/2023	10/03/2023	10/04/2023	10/05/2023	10/06/2023	10/07/2023	10/08/2023	10/09/2023	10/10/2023	10/11/2023	10/12/2023		
	4		Engrasado general	Cada mes	10/01/2023	10/02/2023	10/03/2023	10/04/2023	10/05/2023	10/06/2023	10/07/2023	10/08/2023	10/09/2023	10/10/2023	10/11/2023	10/12/2023		
14	1	H-16	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	05/01/2023			05/04/2023			05/07/2023			05/10/2023				
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	05/01/2023		05/03/2023		05/05/2023		05/07/2023		05/09/2023		05/11/2023			
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	05/01/2023	05/02/2023	05/03/2023	05/04/2023	05/05/2023	05/06/2023	05/07/2023	05/08/2023	05/09/2023	05/10/2023	05/11/2023	05/12/2023		
	4		Engrasado general	Cada mes	05/01/2023	05/02/2023	05/03/2023	05/04/2023	05/05/2023	05/06/2023	05/07/2023	05/08/2023	05/09/2023	05/10/2023	05/11/2023	05/12/2023		
15	1	H-17	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	06/01/2023			06/04/2023			06/07/2023			06/10/2023				
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	06/01/2023		06/03/2023		06/05/2023		06/07/2023		06/09/2023		06/11/2023			
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	06/01/2023	06/02/2023	06/03/2023	06/04/2023	06/05/2023	06/06/2023	06/07/2023	06/08/2023	06/09/2023	06/10/2023	06/11/2023	06/12/2023		
	4		Engrasado general	Cada mes	06/01/2023	06/02/2023	06/03/2023	06/04/2023	06/05/2023	06/06/2023	06/07/2023	06/08/2023	06/09/2023	06/10/2023	06/11/2023	06/12/2023		
16	1	H-18	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	07/01/2023			07/04/2023			07/07/2023			07/10/2023				
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	07/01/2023		07/03/2023		07/05/2023		07/07/2023		07/09/2023		07/11/2023			
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	07/01/2023	07/02/2023	07/03/2023	07/04/2023	07/05/2023	07/06/2023	07/07/2023	07/08/2023	07/09/2023	07/10/2023	07/11/2023	07/12/2023		
	4		Engrasado general	Cada mes	07/01/2023	07/02/2023	07/03/2023	07/04/2023	07/05/2023	07/06/2023	07/07/2023	07/08/2023	07/09/2023	07/10/2023	07/11/2023	07/12/2023		
17	1	H-19	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	14/01/2023			14/04/2023			14/07/2023			14/10/2023				
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	14/01/2023		14/03/2023		14/05/2023		14/07/2023		14/09/2023		14/11/2023			
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	14/01/2023	14/02/2023	14/03/2023	14/04/2023	14/05/2023	14/06/2023	14/07/2023	14/08/2023	14/09/2023	14/10/2023	14/11/2023	14/12/2023		
	4		Engrasado general	Cada mes	14/01/2023	14/02/2023	14/03/2023	14/04/2023	14/05/2023	14/06/2023	14/07/2023	14/08/2023	14/09/2023	14/10/2023	14/11/2023	14/12/2023		
18	1	H-20	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	15/01/2023			15/04/2023			15/07/2023			15/10/2023				
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	15/01/2023		15/03/2023		15/05/2023		15/07/2023		15/09/2023		15/11/2023			
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	15/01/2023	15/02/2023	15/03/2023	15/04/2023	15/05/2023	15/06/2023	15/07/2023	15/08/2023	15/09/2023	15/10/2023	15/11/2023	15/12/2023		
	4		Engrasado general	Cada mes	15/01/2023	15/02/2023	15/03/2023	15/04/2023	15/05/2023	15/06/2023	15/07/2023	15/08/2023	15/09/2023	15/10/2023	15/11/2023	15/12/2023		

ITEM	LINEA	CAMION	DESCRIPCION	TIEMPO:	PERIODO:												
					ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
19	1	A-01	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	16/01/2023			16/04/2023			16/07/2023			16/10/2023			
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	16/01/2023		16/03/2023		16/05/2023		16/07/2023		16/09/2023		16/11/2023		
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	16/01/2023	16/02/2023	16/03/2023	16/04/2023	16/05/2023	16/06/2023	16/07/2023	16/08/2023	16/09/2023	16/10/2023	16/11/2023	16/12/2023	
	4		Engrasado general	Cada mes	16/01/2023	16/02/2023	16/03/2023	16/04/2023	16/05/2023	16/06/2023	16/07/2023	16/08/2023	16/09/2023	16/10/2023	16/11/2023	16/12/2023	
20	1	A-02	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	18/01/2023			18/04/2023			18/06/2023			18/09/2023			
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	18/01/2023		18/03/2023		18/05/2023		18/07/2023		18/09/2023		18/11/2023		
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	18/01/2023	18/02/2023	18/03/2023	18/04/2023	18/05/2023	18/06/2023	18/07/2023	18/08/2023	18/09/2023	18/10/2023	18/11/2023	18/12/2023	
	4		Engrasado general	Cada mes	18/01/2023	18/02/2023	18/03/2023	18/04/2023	18/05/2023	18/06/2023	18/07/2023	18/08/2023	18/09/2023	18/10/2023	18/11/2023	18/12/2023	
21	1	A-03	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	19/01/2023			19/04/2023			19/07/2023			19/10/2023			
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	19/01/2023		19/03/2023		19/05/2023		19/07/2023		19/09/2023		19/11/2023		
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	19/01/2023	19/02/2023	19/03/2023	19/04/2023	19/05/2023	19/06/2023	19/07/2023	19/08/2023	19/09/2023	19/10/2023	19/11/2023	19/12/2023	
	4		Engrasado general	Cada mes	19/01/2023	19/02/2023	19/03/2023	19/04/2023	19/05/2023	19/06/2023	19/07/2023	19/08/2023	19/09/2023	19/10/2023	19/11/2023	19/12/2023	
22	1	A-04	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	22/01/2023			22/04/2023			22/07/2023			22/10/2023			
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	22/01/2023		22/03/2023		22/05/2023		22/07/2023		22/09/2023		22/11/2023		
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	22/01/2023	22/02/2023	22/03/2023	22/04/2023	22/05/2023	22/06/2023	22/07/2023	22/08/2023	22/09/2023	22/10/2023	22/11/2023	22/12/2023	
	4		Engrasado general	Cada mes	22/01/2023	22/02/2023	22/03/2023	22/04/2023	22/05/2023	22/06/2023	22/07/2023	22/08/2023	22/09/2023	22/10/2023	22/11/2023	22/12/2023	
23	1	A-05	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	23/01/2023			23/04/2023			23/07/2023			23/10/2023			
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	23/01/2023		23/03/2023		23/05/2023		23/07/2023		23/09/2023		23/11/2023		
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	23/01/2023	23/02/2023	23/03/2023	23/04/2023	23/05/2023	23/06/2023	23/07/2023	23/08/2023	23/09/2023	23/10/2023	23/11/2023	23/12/2023	
	4		Engrasado general	Cada mes	23/01/2023	23/02/2023	23/03/2023	23/04/2023	23/05/2023	23/06/2023	23/07/2023	23/08/2023	23/09/2023	23/10/2023	23/11/2023	23/12/2023	
24	1	A-06	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	24/01/2023			24/04/2023			24/07/2023			24/10/2023			
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	24/01/2023		24/03/2023		24/05/2023		24/07/2023		24/09/2023		24/11/2023		
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	24/01/2023	24/02/2023	24/03/2023	24/04/2023	24/05/2023	24/06/2023	24/07/2023	24/08/2023	24/09/2023	24/10/2023	24/11/2023	24/12/2023	
	4		Engrasado general	Cada mes	24/01/2023	24/02/2023	24/03/2023	24/04/2023	24/05/2023	24/06/2023	24/07/2023	24/08/2023	24/09/2023	24/10/2023	24/11/2023	24/12/2023	
25	1	A-07	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	25/01/2023			25/04/2023			25/07/2023			25/10/2023			
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	25/01/2023		25/03/2023		25/05/2023		25/07/2023		25/09/2023		25/11/2023		
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	25/01/2023	25/02/2023	25/03/2023	25/04/2023	25/05/2023	25/06/2023	25/07/2023	25/08/2023	25/09/2023	25/10/2023	25/11/2023	25/12/2023	
	4		Engrasado general	Cada mes	25/01/2023	25/02/2023	25/03/2023	25/04/2023	25/05/2023	25/06/2023	25/07/2023	25/08/2023	25/09/2023	25/10/2023	25/11/2023	25/12/2023	
26	1	A-08	Cambio de filtros (Aire y Combustible)	3 Meses O 30,000 KM	26/01/2023			26/04/2023			26/07/2023			26/10/2023			
	2		Cambio de aceite y filtro de aceite	2 Meses O 20,000 KM	26/01/2023		26/03/2023		26/05/2023		26/07/2023		26/09/2023		26/11/2023		
	3		Cambio de balatas	1 Mes o 10,000 km	26/01/2023	26/02/2023	26/03/2023	26/04/2023	26/05/2023	26/06/2023	26/07/2023	26/08/2023	26/09/2023	26/10/2023	26/11/2023	26/12/2023	
	4		Engrasado general	Cada mes	26/01/2023	26/02/2023	26/03/2023	26/04/2023	26/05/2023	26/06/2023	26/07/2023	26/08/2023	26/09/2023	26/10/2023	26/11/2023	26/12/2023	

CAPITULO IV. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de las distintas fases desarrolladas en la metodología que se siguieron para elaborar el diseño de la propuesta del plan maestro de mantenimiento de la empresa MIZU.

La empresa presentaba serios problemas en el área de mantenimiento se empleaba un sistema caótico de gestión de mantenimiento. No se llevaba un registro de los mantenimientos previamente realizados, debido a la falta de disposición de parte de los trabajadores del área, con base a lo observado era evidente que los espacios del área de mantenimiento no eran los suficiente para realizar los trabajos por lo tanto los trabajos de mantenimiento preventivo no se realizaban a tiempo y eso generaba un costo mayor a la empresa.

Actualmente la empresa cuenta con un plan maestro de mantenimiento, con el fin de que el área de mantenimiento sea aprovechada a un 100%. Con un nuevo programa de gestión, así como determinar una persona encargada que pueda administrar el área de manera correcta.

Quedando solucionados los problemas del área de mantenimiento; Se lleva a cabo un registro de mantenimientos realizados a las unidades de transporte, en donde se obtienen menos pérdidas de tiempo de entrega de unidades de transporte, se cumple con las refacciones solicitadas a tiempo para los debidos mantenimientos. Se logra reducir las compras excesivas de refacciones que existen en la bodega del área de mantenimiento.

Los problemas de seguridad quedaron solucionados, se empleó un rol de limpieza para poder mantener en condiciones el área, se colocaron señalamientos dentro y fuera del taller de mantenimiento, así como también un botiquín de primeros auxilios. Los problemas de ventilación quedaron resueltos, remodelando la única ventana con la que cuenta la bodega del área de mantenimiento.

Se realizo el plan maestro de mantenimiento, donde se pueden comprobar alternativas para la correcta gestión del mantenimiento de la empresa se obtuvo el registro de los mantenimientos previamente realizados, según los movimientos de los repuestos y clasificación de las refacciones utilizadas por lo que con la implementación de este método se pudo observar una mejor organización en los mantenimientos y poder ubicar las refacciones con una mayor facilidad en la bodega del taller de mantenimiento.

Con la implementación del nuevo programa de mantenimiento se logró obtener un nuevo proceso de gestión donde las distintas áreas del taller son restructuradas en un 50% lo cual generara mayor fluidez en el proceso de los mantenimientos. También se clasifica las refacciones en base a su rotación dando clasificaciones en las áreas de mantenimiento.

Como se puede observar en la tabla la implementación del plan maestro de mantenimiento se logran mejorar el control del mantenimiento de las unidades de transporte dentro del taller de mantenimiento. Esto permitirá que la empresa obtenga un buen control de sus mantenimientos y distribución de sus refacciones de la bodega del taller de mantenimiento.

Como conclusión se tiene que el plan maestro de mantenimiento durante el segundo bimestre del año 2022, se logra obtener un porcentaje del 80% de avance en mantenimientos preventivos en las unidades de transporte. Obteniendo solamente un porcentaje del 20% de mantenimientos correctivos, siendo aceptada la hipótesis alternativa.

Tabla 9. Cuadro comparativo de resultados del plan maestro de mantenimiento
 Fuente. Elaboración propia

MÉTODO CAOTICO	APLICACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO
No cuenta con un procedimiento estandarizado para la correcta gestión del mantenimiento.	Conocimiento en cuanto a los mantenimientos previamente realizados a las unidades de transporte.
El área de mantenimiento no cuenta con un sistema de control de mantenimientos preventivos.	Se cuenta con un sistema de registro de mantenimientos que permite obtener un mejor control del área.
Se desconoce los repuestos ni movimientos de las refacciones de la bodega del taller de mantenimiento de la empresa.	Se realiza la clasificación de las refacciones en base a su rotación o tipo o familia que pertenecen.
Incertidumbre sobre las rotaciones de los mantenimientos realizados anteriormente a las unidades de transporte.	Programa de gestión de mantenimiento bien definido para el óptimo uso del área de mantenimiento y cuidado de las áreas del taller, así como la distribución de la bodega de refacciones del taller de mantenimiento.
Falta de información para poder obtener indicadores sobre el estado actual del área de mantenimiento de la empresa.	Seguimiento y control de la información de los mantenimientos e identificación de los problemas dentro del taller de mantenimiento y tomar las debidas correcciones.

CONCLUSIONES

El presente proyecto tiene como objetivo implementar la función del plan maestro de mantenimiento en la empresa Mizu Hielo y Agua, aplicando los nuevos métodos de mantenimiento en el sistema actual, logrando con ello la evolución de un sistema en su mayor parte correctivo a uno preventivo. Además de ello se requería una documentación de los elementos existentes, así como de las instalaciones para poder llevar a cabo la identificación de cualquier elemento de una manera veraz, eficaz y rápida.

Podemos observar, que a lo largo del proyecto se ha ido viendo cada uno de estos apartados de manera detallada donde queda claro que la evolución del desarrollo del proyecto ha seguido la previsión marcada y quedando del todo detallado los procesos que se requerían.

Por parte de la empresa lo que se deseaba era un nuevo modelo desde el cual era el registro de los mantenimientos previamente realizados, basándonos en los aspectos teóricos aquí comentados, ya que lo que se desea es tener el mínimo de averías posibles, obviamente nunca se va a tener una fiabilidad 100%, pero con este nuevo modelo nos aseguramos en cierta manera adelantarnos a que esto ocurra. Consiguiendo esto obtendremos menores problemas en la línea de distribución con lo que no habrá problema para que los pedidos sean cumplidos en los tiempos establecidos y que su entrega al cliente final esté dentro de los plazos estipulados, ya que una tardanza puede suponer la pérdida del cliente, por lo que implementar este apartado es vital.

Referente a la documentación de los mantenimientos realizados a las unidades de transporte el resultado es más que positivo, ya que la documentación que se poseía en la empresa no era en formato digital, sino en formato físico por lo cual había surgido desacato por parte de los trabajadores para llevar un control de registro de mantenimientos para que posteriormente estos se puedan modificar si se realiza algún cambio ya sea desde lo más básico hasta un nivel de reparación 2 o 3 que son algo más complejas y pueden llevar varios días en terminar la reparación. Como conclusión decir que el resultado de todas estas tareas ha sido muy positivo y que se espera que puedan servir como referencia por mucho tiempo y facilitando tanto la consulta, como la actuación, logrando obtener un porcentaje del 80% de avance en mantenimientos preventivos en las unidades de transporte. Obteniendo solamente un porcentaje del 20% de mantenimientos correctivos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- (BRAVO J. TETAMUEZ, C. 2. (2017). Curso superior de mantenimiento industrial comisión latinoamericana de productividad y medio ambiente. obtenido de curso superior de mantenimiento industrial comisión latinoamericana de productividad y medio ambiente.: <https://www.gestion de mantenimiento.com/curso de mantenimiento industrial/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699> 2008, h. a. (2008). programa general de mantenimiento . ciudad de mexico : trillas .
- 2015, f. f. (2015). teoría y practica del mantenimiento industrial avanzado . españa : universidad estatal .
- 2015, g. j. (2015). administracion del mantenimiento industrial. obtenido de administracion del mantenimiento industrial: <https://idoc.pub/documents/plan-maestro-de-mantenimiento-q6ngymw811nv>
- 2016, m. g. (2016). manual del mantenimiento integral en la empresa . obtenido de manual del mantenimiento integral en la empresa : <https://www.manual del mantenimiento.com/gestion/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699>
- 2017), (. r. (2017). desarrollo de la logistica y mantenimiento industrial . ciudad de mexico : trillas .
- 2018, w. (2018). automantenimiento al mantenimiento industrial . ciudad de mexico: francisco rey .
- 2019), (. w. (2019). mantenimiento productivo total tpm . ciudad de mexico : cecsa .
- a., k. (2012). presupuesto del departamento de seguridad y mantenimiento . ciudad de mexico : cecsa.
- a., r. o. (2016). programa de administración industrial . fervil costa rica : universidad de cartagena .
- amándola. (2020). manual del ingeniero industrial . ciudad de mexico : cecsa .
- arbos., l. (2014). mantenimiento de los equipos productivos . ciudad de mexico : limusa wiley .
- c., l. f. (2018). tecnología del mantenimiento industrial . mexico : trillas .
- c., r. b. (2014). administración del mantenimiento industrial . san jose costa rica : universidad atlantida .
- creus. (2018). sistemas de mantenimiento "plantacion y control". madrid españa : limusa wiley .
- d., s. o. (2012). sistema de mantenimiento "plantación y control". ciudad de mexico: limusa wiley.
- dixon, d. r. (2016). mantenimientos a equipos y maquinaria en la industria manufacturera . madrid españa : trillas .

- e., f. (2018). disponibilidad de la mecanización y la automatizacion del mantenimiento .
obtenido de disponibilidad de la mecanización y la automatizacion del mantenimiento
: [https://www.mecanizacion y automatizacion.com//administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699](https://www.mecanizacion-y-automatizacion.com/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699)
- e., g. (2007). tecnica x aplicada al mantenimiento . ciudad de mexico : w.
- emilio, l. g. (2014). gestion integral del mantenimiento industrial y seguridad normativa .
obtenido de gestion integral del mantenimiento industrial y seguridad normativa :
[https://www.gestion del mantenimiento.com/logistica/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699](https://www.gestion-del-mantenimiento.com/logistica/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699)
- enrique, d. (2017). la productividad en el mantenimiento industrial . ciudad de mexico : cecsa .
- f, g. (2010). logistica integral del mantenimiento industrial en produccion . obtenido de
logistica integral del mantenimiento industrial en produccion :
[https://www.mantenimiento en productividad.com/tpm/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699](https://www.mantenimiento-productividad.com/tpm/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699)
- francis, b. (2019). gestión de mantenimiento . obtenido de gestión de mantenimiento :
[https://www.gestion de mantenimiento.com/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699](https://www.gestion-de-mantenimiento.com/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699)
- francisco, r. s. (2017). mantenimiento total de la producción tpm proceso de implantación y desarrollo . obtenido de mantenimiento total de la producción tpm proceso de implantación y desarrollo : [https://www.gestion de mantenimiento.com/mantenimiento/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699](https://www.gestion-de-mantenimiento.com/mantenimiento/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699)
- furlaneto, b. . (2019). manual de mantenimiento de instalaciones industriales . obtenido de
manual de mantenimiento de instalaciones industriales :
<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5061/i2.1126.pdf?sequence=1&allowed=y>
- g., g. s. (2010). la contratación del mantenimiento industrial . españa : cecsa .
- guillermo, b. (2013). manual de mantenimiento de instalaciones industriales . ciudad de mexico : trillas .
- hernan, c. (2010). manual de mantenimiento industrial . obtenido de manual de mantenimiento industrial : [https://www.ingenieria industrial.com/logistica del mantenimiento/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699](https://www.ingenieria-industrial.com/logistica-del-mantenimiento/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699)
- javier, t. (2018). sistemas de mantenimiento: planeación y control de la producción . obtenido de sistemas de mantenimiento: planeación y control de la producción : <https://idoc.pub/documents/plan-maestro-de-mantenimiento-q6ngymw811nv>
- luis, n. e. (2018). gestion integral de mantenimiento . obtenido de gestion integral de mantenimiento : [https://www.gestion de mantenimiento.com](https://www.gestion-de-mantenimiento.com)

[mantenimiento.com/cursos/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699](https://www.mantenimiento.com/cursos/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699)

- m., f. s. (2014). producción y mantenimiento de la logistica en las empresas manufactureras . obtenido de producción y mantenimiento de la logistica en las empresas manufactureras : <https://www.producción y mantenimiento de la logistica.com/mantenimiento/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699>
- m., f. s. (2018). manual de la productividad del mantenimiento industrial .
- manuel, m. (2017). metodología de las 5s. ciudad de mexico : cecsa.
- mendez, m. a. (11 de septiembre de 2011). tecnológico nacional de mexico. obtenido de instituto tecnológico superior de teziutlán . obtenido de tecnológico nacional de mexico. obtenido de instituto tecnológico superior de teziutlán: http://www.itsteziutlan.edu.mx/site2010/index.php?option=com_content&view=a
- o., g. (2014). la contratacion del mantenimiento industrial . obtenido de la contratacion del mantenimiento industrial: <https://idoc.pub/documents/plan-maestro-de-mantenimiento-q6ngymw811nv>
- r., h. (2018). programación del mantenimiento en proceso industrial. ciudad de mexico : cecsa .
- ruben, g. (2019). concepto de mantenimiento preventivo en las industrias . obtenido de concepto de mantenimiento preventivo en las industrias : <https://www.mantenimiento preventivo.com/industrias/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699>
- s., g. (2019). manual de mantenimiento y gestion de la infraestructura de las micro-macro empresas . obtenido de manual de mantenimiento y gestion de la infraestructura de las micro-macro empresas : <https://idoc.pub/documents/plan-maestro-de-mantenimiento-q6ngymw811nv>
- s., g. (2020). teoría practica del mantenimiento industrial avanzado . obtenido de teoría practica del mantenimiento industrial avanzado : <https://idoc.pub/documents/plan-maestro-de-mantenimiento-q6ngymw811nv>
- s., r. s. (2017). comportamiento organizacional . ciudad de mexico : prentice hall.
- salih, d. (2018). sistemas de mantenimiento: planeación y control. obtenido de sistemas de mantenimiento: planeación y control: <https://www.tesis de mantenimiento.com/gestion/administracion/mantenimiento-industrial/bibliografia-120699>
- t., c. (2016). la productividad en el mantenimiento industrial . obtenido de la productividad en el mantenimiento industrial : <https://www..com//administracion/mantenimiento-industrial/gestion y logistica-120699>
- turco, r. s. (2018). manual de mantenimiento de instalaciones industriales . obtenido de manual de mantenimiento de instalaciones industriales :

ANEXOS

- Check list de las unidades

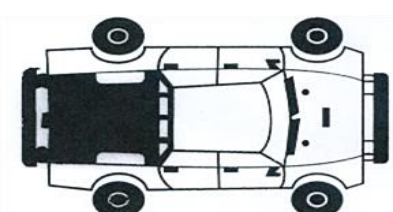
TIPO DE VEHICULO:		PLACA:			
CONDUCTOR:					
AREA: P/HIELO: _____ P/AGUA: _____		FECHA:			
CADA CONDUCTOR REALIZARA EL CHECK LIST DE SU VEHICULO, DE ENCONTRAR ALGUNA NOVEDAD, DEBERA INFORMAR AL AREA DE ADMINISTRACION, QUIEN TOMARA LAS ACCIONES CORRECTIVAS NECESARIAS					
TARJETA DE PROPIEDAD:	HORA DE INSPECCIÓN:	KILOMETRAJE	INICIAL	FINAL	
SISTEMA DE LUCES	B / M / NA	PARTE EXTERNA	B / M / NA	PARTE INTERNA	B / M / NA
Luz Delantera alta (NN)*		Parabrisas delantera		Estado de Tablero / Indicadores operativos	
Luz Delantera baja (NN)*		Parabrisas posterior		Freno de mano (NN)*	
Luces de emergencia (NN)*		Limpia parabrisas		Freno de servicio (NN)*	
Luces neblineros		Vidrio de parabrisas		Cinturón de seguridad Chofer (NN)*	
Luz direccional		Espejo retrovisor		Cinturón de seguridad copiloto (NN)*	
Luz de freno posterior		Espejos laterales		Cinturón de seguridad asiento posterior (NN)*	
Luces de faros piratas				Espejo retrovisor antideslumbrante	
				Linterna de mano	
				Orden y limpieza de cabina	
				Dirección (NN)*	
ESTADO DE LLANTAS	B / M / NA	ACCESORIOS DE SEGURIDAD	B / M / NA	TAPAS Y OTROS	B / M / NA
Llanta delantera derecha		Conos de Seguridad (2)		Tapa de tanque de gasolina y/o petróleo	
Llanta delantera izquierda		Extintor		Gata hidráulica	
Llanta posterior derecha		Alarma de Retrocesos (NN)*		Herramientas y palanca de ruedas	
Llanta posterior izquierda		Claxon (NN)*		Cable, cadena y/o estrobo	
Llanta de repuesto		Cuñas de Seguridad (2)			

(*) Los puntos NN (NO NEGOCIABLES) indica que el conductor no deber movilizar el vehiculo hasta su corrección de manera inmediata.

LEYENDA: B = BUENO M = MAL ESTADO NA = NO APLICA	OBSERVACIONES: _____ _____ _____ _____
--	---

Afirmo que lo registrado en este formato es conforme a lo verificado en la fecha y hora

_____ CONDUCTOR	_____ SUPERVISOR
---------------------------	----------------------------



OBSERVACIONES DE CHOQUES Y RASPADURAS

- Hoja de control y registro de aceites y filtros de las unidades.



HOJA DE CONTROL Y REGISTRO DE ACEITES Y FILTROS DE LAS UNIDADES

C.A.= Cambio de aceite F.A.= Filtro de aire F.C.= Filtro de combustible F. ATE=Filtro de aceite C.B.=Cambio de bujias

UNIDAD	FECHA	KILOMETRAJE	C.A.	F.A.	F.C.	F.ATE.	C.B.	PROXIMO SERVICIO (km)
H-01	/ /							
H-02	/ /							
H-03	/ /							
H-05	/ /							
H-06	/ /							
H-07	/ /							
H-08	/ /							
H-11	/ /							
H-12	/ /							
H-13	/ /							
H-14	/ /							
H-15	/ /							
H-16	/ /							
H-17	/ /							
H-18	/ /							
H-19	/ /							
H-20	/ /							
A-01	/ /							
A-02	/ /							
A-03	/ /							
A-04	/ /							
A-05	/ /							
A-06	/ /							
A-07	/ /							
A-08	/ /							

- Bitácora de servicios y mantenimientos



Bitacora de servicios y mantenimientos				
# de unidad:				
Fecha de servicio	Fallas reportadas	Acciones realizadas	Refacciones utilizadas	Responsable
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				